

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»



**ВЕСТНИК
ВОРОНЕЖСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**PROCEEDINGS
OF THE VORONEZH STATE
UNIVERSITY OF ENGINEERING
TECHNOLOGIES**

2016, № 4 (70)

НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

**ОСНОВАН В 1938 ГОДУ
ВЫХОДИТ 4 РАЗА В ГОД**

**Воронеж
2016**

**Журнал включен в перечень изданий, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией
Министерства образования и науки Российской Федерации
для опубликования диссертационных исследований**

Письмо о Перечне рецензируемых научных изданий от 01.12.2015 г. № 13-6518 (<http://goo.gl/VX8jf5>)

Материалы журнала размещаются в

БД РИНЦ (www.elibrary.ru/title_about.asp?id=32905) л/д №6-01/2014 от 22.01.14г

БД AGRIS [ФАО ООН] (<http://agris.fao.org>) – выборочно,

ЭБС Лань (<https://e.lanbook.com/journal/2217>) л/д №09/09 от 09.09.13г

ЭБС IPRbooks л/д №894/15 от 20.11.15г

ЭБ КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/journal/n/vestnik-voronezhskogo-gosudarstvennogo-universiteta-inzheneryh-tehnologiy>) л/д №56/31604-01 от 27.09.16г

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ ЖУРНАЛА

Председатель (Главный редактор):

ЧЕРТОВ ЕВГЕНИЙ ДМИТРИЕВИЧ доктор технических наук, профессор, ректор, заведующий кафедрой технической механики, почетный работник высшего профессионального образования РФ, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия)

Заместитель председателя (Зам. главного редактора):

АНТИПОВ СЕРГЕЙ ТИХОНОВИЧ доктор технических наук, профессор, академик Международной академии холода, почетный работник высшего профессионального образования РФ, заслуженный изобретатель РФ, проректор по научной и инновационной деятельности, заведующий кафедрой машины и аппараты пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия)

Члены редакционного совета:

АКСЕНОВА ЛАРИСА МИХАЙЛОВНА доктор технических наук, профессор, академик РАН, директор НИИ кондитерской промышленности РАН; Вице-президент Ассоциации предприятий кондитерской промышленности "АСКОНД", Всероссийский научно-исследовательский институт кондитерской промышленности (Москва, Россия)

АНТИПОВА ЛЮДМИЛА ВАСИЛЬЕВНА доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологии продуктов животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия)

БИТЮКОВ ВИТАЛИЙ КСЕНОФОНОВИЧ доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, почетный профессор Канзасского государственного университета (США) и Цинцарского института легкой промышленности (КНР), профессор кафедры информационных и управляющих систем, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия)

КОРНЕЕВА ОЛЬГА СЕРГЕЕВНА доктор биологических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы РФ, академик Российской академии естествознания, заведующая кафедрой биохимии и биотехнологии, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия)

ЛИСИЦЫН АНДРЕЙ БОРИСОВИЧ доктор технических наук, профессор, академик РАСХН, лауреат Государственной премии РФ, директор ФГБНУ "ВНИИМП им. В.М. Горбатова", Всероссийский Научно-исследовательский институт мясной промышленности имени В.М. Горбатова Российской академии наук (Москва, Россия)

ОСТРИКОВ АЛЕКСАНДР НИКОЛАЕВИЧ доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, заведующий кафедрой технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия)

ПАНИЛОВ ВИКТОР АЛЕКСАНДРОВИЧ доктор технических наук, профессор, академик ВАСХНИЛ, академик РАН, заслуженный деятель науки РФ, почетный работник высшего профессионального образования РФ, академик Академии с.-х. наук Республики Казахстан, иностранный член Академии аграрных наук Республики Беларусь, профессор кафедры процессы и аппараты перерабатывающих производств, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева (Москва, Россия)

ПОЛЯКОВ ВИКТОР АНТОНОВИЧ доктор технических наук, профессор, академик РАН, директор ФГБНУ ВНИИПБТ, "Всероссийский научно-исследовательский институт Пищевой биотехнологии" (Москва, Россия)

Chairman (Editor-in-chief):

CHERTOV EVGENY D. Doctor of Technical Sciences, Professor, Rector, Head of the Department of Technical Mechanics, Honorary Worker of Higher Professional Education of the Russian Federation, Voronezh state university of engineering technologies (Voronezh, Russia)

Vice-chairman:

ANTIPOV SERGEY T. Doctor of Technical Sciences, professor, academician of the International Academy of Refrigeration, Honorary Worker of Higher Professional Education of the Russian Federation, honored inventor of the Russian Federation, Vice Rector for scientific and innovative activity, Head of the Department of machines and equipment for the food industry, Voronezh state university of engineering technologies (Voronezh, Russia)

Members of editorial council:

AKSENOVA LARISA M. Doctor of Technical Sciences, professor, Academician-secretary of the Russian Academy of Agricultural Sciences, Academician of the RAS, Director of the Research Institute of the confectionery industry RAS; Vice-President of the Association of enterprises of the confectionery industry "ASKOND", All-Russian Scientific Research Institute of the confectionery industry (Moscow, Russia)

ANTIPOVA LIUDMILA V. Doctor of Technical Sciences, prof., Professor of the Department of technology of animal origin products, Voronezh state university of engineering technologies (Voronezh, Russia)

BITYUKOV VITALII K. Doctor of Technical Sciences, Professor, Honored Scientist of Russia, honorary professor of the University of Kansas (USA) and Qiqihar Institute of Light Industry (China), Professor of the Department of Information and Control Systems, Voronezh state university of engineering technologies (Voronezh, Russia)

KORNEEVA OLGA S. Doctor of Biological Sciences, Prof. Honored Worker of Higher School of RF, Academician of the Russian Academy of Natural Sciences, Head of the Department of Biochemistry and Biotechnology, Voronezh state university of engineering technologies (Voronezh, Russia)

LISITSYN ANDREI B. Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of the RAAS, laureate of the State Prize of Russia, Director of the "All-Russian Research Institute of Meat Industry named after V.M. Gorbатов", State Scientific Institution All-Russian Research Institute of Meat Industry named after V.M. Gorbатов of the Russian Academy of Agricultural Sciences (Moscow, Russia)

OSTRIKOV ALEKSANDR N. Doctor of Technical Sciences, professor, Honored Scientist of Russia, Head of Department Technology of fats, processes and equipment of chemical and food production, Voronezh state university of engineering technologies (Voronezh, Russia)

PANFILOV VIKTOR A. Doctor of Technical Sciences, professor, academician of the USSR Academy of Agricultural Sciences named after V.I. Lenin, Academician of the Russian Academy of Sciences, Honored Scientist of Russia, Honored Worker of Higher Professional Education of Russia, Academician of the Academy of Agricultural Sciences of Kazakhstan Republic, a foreign member of the Academy of Agrarian Sciences of the Belarus Republic, Professor, Department of Processes and Apparatuses of processing industries, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy (Moscow, Russia)

POLYAKOV VIKTOR A. Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Director of the All-Russian Scientific Research Institute of Food Biotechnology, Federal State Budget Scientific Institution "All-Russian Scientific Research Institute of Food Biotechnology (Moscow, Russia)

САЛИКОВ ЮРИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия)

СУХАНОВ ПАВЕЛ ТИХОНОВИЧ доктор химических наук, профессор, проректор по учебной работе; профессор кафедры технологии органического синтеза и высокомолекулярных соединений, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия)

ХАРИТОНОВ ВЛАДИМИР ДМИТРИЕВИЧ доктор технических наук, профессор, академик РАН, заслуженный деятель науки РФ, главный научный сотрудник ФГБНУ "ВНИМИ", Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности Российской академии сельскохозяйственных наук (Москва, Россия)

ХАТКО ЗУРЕТ НУРБИЕВНА доктор технических наук, доцент, заведующая кафедрой технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, Майкопский государственный технологический университет (Майкоп, Россия)

ХИЦКОВ ИВАН ФЕДОРОВИЧ доктор экономических наук, профессор, академик РАН, заслуженный деятель науки РФ, профессор кафедры региональной экономики и территориального управления, Воронежский государственный университет (Воронеж, Россия)

ШУТИЛИН ЮРИЙ ФЁДОРОВИЧ доктор химических наук, профессор, профессор кафедры химии и химической технологии органических соединений и переработки полимеров, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия)

КАРМАНОВА ОЛГА ВИКТОРОВНА доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой химии и химической технологии органических соединений и переработки полимеров, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия)

ХОРЕВ АЛЕКСАНДР ИВАНОВИЧ доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия)

Международный состав:

БЕЗБОРОДОВ ВЛАДИМИР СТЕПАНОВИЧ доктор химических наук, профессор, профессор кафедры органической химии, Учреждение образования "Белорусский государственный технологический университет" (Минск, Беларусь)

ФРАНЧЕСКА БЕОЛКИНИ профессор, доцент кафедры науки жизни и окружающей среды, Политехнический университет Марке (Анкона, Италия)

ФРАНЧЕСКО ВЕЛЬО профессор, профессор кафедры теории развития химических процессов, Университет Л'Аквила (Аквила, Италия)

ДОРЕМКСИШИН ОЛЕГ БОРИСОВИЧ доктор технических наук, профессор, лауреат Премии Национальной академии наук Беларуси, отличник народного образования Республики Беларусь, проректор по научной работе, заведующий кафедрой технологии неорганических веществ и общей химической технологии, Учреждение образования "Белорусский государственный технологический университет" (Минск, Беларусь)

ИЗТАЕВ АУЕЛБЕК доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологии хлебопродуктов и перерабатывающих производств, директор НИИ пищевых технологий, Алматинский Технологический Университет (Алматы, Казахстан)

КУЗЬМИЦКИЙ ИОСИФ ФЕЛИЦИАНОВИЧ кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры автоматизации производственных процессов и электротехники, Учреждение образования "Белорусский государственный технологический университет" (Минск, Беларусь)

МЕДВЕДКОВ ЕВГЕНИЙ БОРИСОВИЧ доктор технических наук, профессор, декан факультета дистанционного обучения, Алматинский технологический университет (Алматы, Казахстан)

ПРОКОПЧУК НИКОЛАЙ РОМАНОВИЧ доктор химических наук, профессор, член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси, заведующий кафедрой технологии нефтехимического синтеза и переработки полимеров, Учреждение образования "Белорусский государственный технологический университет" (Минск, Беларусь)

ВИНЧЕНЦО СТОРНЕЛЛИ профессор, профессор кафедры электроники, Университет Л'Аквила (Аквила, Италия)

УРБАНОВИЧ ПАВЕЛ ПАВЛОВИЧ доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой информационных систем и технологий, Учреждение образования "Белорусский государственный технологический университет" (Минск, Беларусь)

SALIKOV IURII A. Doctor of Economic Science, Prof., Professor of the Department of economic security and financial monitoring, Voronezh state university of engineering technologies (Voronezh, Russia)

SUKHANOV PAVEL T. Doctor of Chemical Sciences, Prof., Vice Rector for Academic Affairs; Professor of the Department of organic synthesis technology and macromolecular compounds, Voronezh state university of engineering technologies (Voronezh, Russia)

KHARITONOV VLADIMIR D. Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Honored Scientist of Russia, Chief Researcher of the All-Russian Scientific Research Institute of the dairy industry of the Russian Academy of Agricultural Sciences, (Moscow, Russia)

KHATKO ZURET N. Doctor of Technical Sciences, associate professor, Head of the department of manufacturing technology and processing of agricultural products, Maikop State Technological University (Maykop, Russia)

KHITCKOV IVAN F. Doctor of Economics, professor, academician of the Russian Academy of Sciences, Honored Scientist of Russia, Professor of the Department of Regional Economy and Territorial Administration, Voronezh State University (Voronezh, Russia)

SHUTILIN IURII F. Doctor of Technical Sciences, Prof., Professor of the Department of Chemistry and Chemical Technology of organic compounds and Polymers processing, Voronezh state university of engineering technologies (Voronezh, Russia)

KARMANOVA OLGA V. Doctor of Technical Sciences, Prof., Head of the Department of Chemistry and Chemical Technology of organic compounds and Polymers processing, Voronezh state university of engineering technologies (Voronezh, Russia)

KHOREV ALEKSANDR I. Doctor of Economic Science, Prof., Head of the Department of economic security and financial monitoring, Voronezh state university of engineering technologies (Voronezh, Russia)

International Editorial Council:

BEZBORODOV VLADIMIR S. Doctor of Chemical Sciences, Professor, Professor of the Department of Organic Chemistry, Educational Establishment "Belarusian State Technological University" (Minsk, Belarus)

FRANCHESKA BEOLKINI Professor, Associate Professor of Chemical Engineering at the Department of Life and Environmental Sciences (DISVA) of the Polytechnic University of Marche (Ancona, Italy)

FRANCESCO VEGLIO Professor, Professor of the Department of Theory of Chemical Processes development, University of L'Aquila, (L'Aquila, Italy)

DORMEKSHIN OLEG B. Doctor of Technical Sciences, Professor, Laureate of the National Academy of Sciences of Belarus, Excellence in Public Education of the Republic of Belarus, Vice Rector for Research, head of the department of technology of inorganic substances and general chemical technology, Educational Establishment "Belarusian State Technological University" (Minsk, Belarus)

IZTAEV AUELBEK Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Technology of bakeries and processing industries, director of the Research Institute of Food Technologies, Almaty Technological University (Almaty, Kazakhstan)

KUZMITCKII IOSIF F. Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of automation of industrial processes and electrical engineering, Educational Establishment "Belarusian State Technological University" (Minsk, Belarus)

MEDVEDKOV EVGENII B. Doctor of Technical Sciences, Professor, Dean of the Faculty of distance education, Almaty Technological University (Almaty, Kazakhstan)

PROKOPCHUK NIKOLAI R. Doctor of Chemical Sciences, Professor corresponding member of National Academy of Sciences of Belarus, Head of the department of Technology of petrochemical synthesis and polymers processing, Educational Establishment "Belarusian State Technological University" (Minsk, Belarus)

VINCENZO STORNELLI Professor, Professor of the Department of Electronics, University of L'Aquila (L'Aquila, Italy)

URBANOVICH PAVEL P. Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Information Systems and Technologies, Educational Establishment "Belarusian State Technological University", (Minsk, Belarus)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ РУБРИК

Процессы и аппараты пищевых производств

ОСТРИКОВ АЛЕКСАНДР НИКОЛАЕВИЧ (гл. ред.) доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, заведующий кафедрой технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств

ШЕВЦОВ АЛЕКСАНДР АНАТОЛЬЕВИЧ (зам. гл. ред.) доктор технических наук, профессор, заслуженный изобретатель РФ, профессор кафедры технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств

АНТИПОВ СЕРГЕЙ ТИХОНОВИЧ доктор технических наук, профессор, академик Международной академии холода, почетный работник высшего профессионального образования РФ, заслуженный изобретатель РФ, Проректор по научной и инновационной деятельности; заведующий кафедрой машины и аппараты пищевых производств

ВАСИЛЕНКО ВИТАЛИЙ НИКОЛАЕВИЧ доктор технических наук, доцент, доцент кафедры технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств, декан Технологического факультета

КАЛАШНИКОВ ГЕННАДИЙ ВЛАДИСЛАВОВИЧ доктор технических наук, профессор, профессор кафедры машин и аппаратов пищевых производств

КРАВЧЕНКО ВЛАДИМИР МИХАЙЛОВИЧ, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры машин и аппаратов пищевых производств

ЛЫТКИНА ЛАРИСА ИГОРЕВНА доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств

ШАХОВ СЕРГЕЙ ВАСИЛЬЕВИЧ доктор технических наук, профессор, профессор кафедры машин и аппаратов пищевых производств

ШИШАЦКИЙ ЮЛИАН ИВАНОВИЧ доктор технических наук, профессор, профессор кафедры физики, теплотехники и теплоэнергетики

OSTRIKOV ALEKSANDR NIKOLAEVICH doctor of Technical Sciences, Professor, Honored Scientist of Russia, Head of Department Technology of fats, processes and equipment of chemical and food production

SHEVTCOV ALEKSANDR ANATOLEVICH doctor of Technical Sciences, Professor, Honored Inventor of the Russian Federation, Professor of the Department of Technology of bakery, confectionery, pasta and grain-processing industries

ANTIPOV SERGEI TIKHONOVICH Honored Inventor of the Russian Federation, Doctor of Technical. Sciences, Professor, academician of the International Academy of Refrigeration, Honorary Worker of Higher Professional Education of the Russian Federation, honored inventor of the Russian Federation, Vice Rector for scientific and innovative activity, Head of the Department of machines and equipment for the food industry

VASILENKO VITALII NIKOLAEVICH doctor of Technical Sciences, prof., Professor of the Department of Fats technology, processes and apparatuses of chemical and food industries, the Dean of the Technology Faculty

KALASHNIKOV GENNADI VLADESLAVOVICH doctor of Technical Sciences, prof., Professor of the Department of machines and equipment for food industry

KRAVCHENKO VLADIMIR MIKHAILOVICH doctor of Technical Sciences, prof., Professor of the Department of food machines and equipment for the food industry

LYTKINA LARISA IGOREVNA doctor of Technical Sciences, prof., Professor of the Department of Technology of bakery, confectionery, pasta and grain-processing industries

SHAKHOV SERGEI VASILEVICH doctor of Technical Sciences, prof., Professor of the Department of food machines and equipment for the food industry

SHISHATSKII IULIAN IVANOVICH doctor of Technical Sciences, prof., Professor of the Department of Physics, Heat engineering and Industrial Energy

Информационные технологии, моделирование и управление

БИТЮКОВ ВИТАЛИЙ КСЕНОФОНТОВИЧ (гл. ред.) доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, почетный профессор Канзасского государственного университета (США) и Цицикарского института легкой промышленности (КНР), Профессор кафедры информационных и управляющих систем

ХАУСТОВ ИГОРЬ АНАТОЛЬЕВИЧ (зам. гл. ред.) кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры информационных и управляющих систем

АВЦИНОВ ИГОРЬ АЛЕКСЕЕВИЧ доктор технических наук, профессор, профессор кафедры информационных и управляющих систем

БУГАЕВ ЮРИЙ ВЛАДИМИРОВИЧ доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры информационных технологий моделирования и управления

КУДРЯШОВ ВЛАДИМИР СЕРГЕЕВИЧ доктор технических наук, профессор, профессор кафедры информационных и управляющих систем

ТИХОМИРОВ СЕРГЕЙ GERMANOVICH доктор технических наук, профессор, профессор кафедры информационных и управляющих систем

ХВОСТОВ АНАТОЛИЙ АНАТОЛЬЕВИЧ доктор технических наук, доцент, профессор кафедры информационных и управляющих систем

ШИТОВ ВИКТОР ВАСИЛЬЕВИЧ доктор технических наук, профессор, профессор кафедры физики, теплотехники и теплоэнергетики

BITIUKOV VITALII KSENOFONTOVICH doctor of Technical Sciences, Professor, Honored Scientist of Russia, honorary professor of the University of Kansas (USA) and Qiqihar Institute of Light Industry (China), Professor of the Department of Information and Control Systems

KHAUSTOV IGOR ANATOLEVICH Ph.D, associate professor, Associate professor of the Department of Information and Control Systems

AVTCINOV IGOR ALEKSEEVICH doctor of Technical Sciences, prof., Professor of the Department of Information and Control Systems

BUGAEV IURII VLADIMIROVICH doctor of Physical and Mathematical Sciences, prof., Professor of the Department of Information Technologies of Modeling and Management

KUDRIASHOV VLADIMIR SERGEEVICH doctor of Technical Sciences, prof., Professor of the Department of Information and Control Systems

TIKHOMIROV SERGEI GERMANOVICH doctor of Technical Sciences, prof., Professor of the Department of Information and Control Systems

KHVOSTOV ANATOLII ANATOLEVICH doctor of Technical Sciences, associate professor, Professor of the Department of Information and Control Systems

SHITOV VIKTOR VASILEVICH doctor of Technical Sciences, prof., Professor of the Department of Physics, Heat engineering and Industrial Energy

Пищевая биотехнология

АНТИПОВА ЛЮДМИЛА ВАСИЛЬЕВНА (гл. ред.) доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологии продуктов животного происхождения

СЛОБОДЯНИК ВАЛЕНТИНА СЕРГЕЕВНА (зам. гл. ред.) доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры технологии продуктов животного происхождения

АГАФОНОВ ГЕННАДИЙ ВЯЧЕСЛАВОВИЧ доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой кафедры технологии бродильных и сахаристых производств

БЕССОНОВА ЛЮДМИЛА ПАВЛОВНА доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологии продуктов животного происхождения

ГОЛУБЕВА ЛЮБОВЬ ВЛАДИМИРОВНА доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологии продуктов животного происхождения

ANTIPOVA LIUDMILA VASILEVNA doctor of Technical Sciences, prof., Professor of the Department of technology of animal origin products

SLOBODIANIK VALENTINA SERGEEVNA doctor of Biological Sciences, prof., Professor of the Department of technology of animal origin products

AGAFONOV GENNADI VACHESLAVOVICH doctor of Technical Sciences, prof., Head of the Department of Technology of fermentation and sugar industries

BESSONOVA LIUDMILA PAVLOVNA doctor of Technical Sciences, prof., Professor of the Department of technology of animal origin products

GOLUBEVA LIUBOV VLADIMIROVNA doctor of Technical Sciences, prof., Professor of the Department of technology of animal origin products

ДВОРЯНИНОВА ОЛЬГА ПАВЛОВНА доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой управления качеством и машиностроительных технологий
МАГОМЕДОВ ГАЗИБЕГ ОМАРОВИЧ доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств
ПОНОМАРЕВА ЕЛЕНА ИВАНОВНА доктор технических наук, доцент, профессор кафедры технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств
СУЛЕЙМАНОВ СУЛЕЙМАН МУХИТДИНОВИЧ доктор ветеринарных наук, профессор, профессор кафедры анатомии и хирургии
УСПЕНСКАЯ МАРИНА ЕВГЕНЬЕВНА кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии продуктов животного происхождения

DVORIANINOVA OLGA PAVLOVNA doctor of Technical Sciences, prof., Head of the Department of Quality management and Machine building technologies
MAGOMEDOV GAZIBEG OMAROVICH doctor of Technical Sciences, prof., Head of the Department of Technology of bakery, confectionery, pasta and grain-processing industries
PONOMAREVA ELENA IVANOVNA doctor of Technical Sciences, associate professor, Professor of the Department of Technology of bakery, confectionery, pasta and grain-processing industries
SULEIMANOV SULEIMAN MUKHITDINOVICH doctor of Veterinary Science, prof., professor of the Department of Anatomy and Surgery
USPENSKAIA MARINA EVGENEVNA Ph.D., associate professor, Associate professor of the Department of technology of animal origin products

Фундаментальная и прикладная химия, химическая технология

КАРМАНОВА ОЛЬГА ВИКТОРОВНА (гл. ред.) доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой химии и химической технологии органических соединений и переработки полимеров
КУЧМЕНКО ТАТЬЯНА АНАТОЛЬЕВНА (зам. гл. ред.) доктор химических наук, профессор, заведующая кафедрой физической и аналитической химии
КОРЧАГИН ВЛАДИМИР ИВАНОВИЧ доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой инженерной экологии
МОКШИНА НАДЕЖДА ЯКОВЛЕВНА доктор химических наук, доцент, доцент кафедры физики и химии, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е.Жуковского и Ю.А.Гагарина»
НИКУЛИН СЕРГЕЙ САВВОВИЧ доктор технических наук, профессор, Профессор кафедры технологии органического синтеза и высокомолекулярных соединений
НИФТАЛИЕВ САБУХИ ИЛИЧ ОГЛЫ доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой неорганической химии и химической технологии
ПАНОВ СЕРГЕЙ ЮРЬЕВИЧ доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой машин и аппаратов химических производств
СУХАНОВ ПАВЕЛ ТИХОНОВИЧ доктор химических наук, профессор, проректор по учебной работе, профессор кафедры технологии органического синтеза и высокомолекулярных соединений
ФИЛИМОНОВА ОЛЬГА НИКОЛАЕВНА доктор технических наук, доцент, профессор кафедры инженерной экологии
ШУТИЛИН ЮРИЙ ФЁДОРОВИЧ доктор химических наук, профессор, профессор кафедры химии и химической технологии органических соединений и переработки полимеров

KARMANOVA OLGA VIKTOROVNA doctor of Technical Sciences, prof., Head of the Department of Chemistry and Chemical Technology of organic compounds and Polymers processing
KUCHMENKO TATIANA ANATOLEVNA doctor of Chemical Sciences, Prof., Head of the Department of Physical and Analytical Chemistry
KORCHAGIN VLADIMIR IVANOVICH doctor of Technical Sciences, associate professor, Head of the Department of Engineering ecology
MOKSHINA NADEZHDA IAKOVLEVNA doctor of Chemical Sciences, associate professor, Associate professor of the Department of Physics and Chemistry, Military Training and Research Center of the Air Force "Air Force Academy named after Professor N.E. Zhukovsky and Yu.A.Gagarin"
NIKULIN SERGEI SAVVOVICH doctor of Technical Sciences, prof., Professor of the Department of Technology of Organic Synthesis and macromolecular compounds
NIFTALIEV SABUKHI ILICH OGLY doctor of Chemical Sciences, Prof., Head of the Department of Inorganic chemistry and Chemical technology
PANOV SERGEI IUREVICH doctor of Technical Sciences, Prof., Head of the Department of machines and equipment for the chemical industry
SUKHANOV PAVEL TIKHONOVICH doctor of Chemical Sciences, Prof., Vice Rector for Academic Affairs; Professor of the Department of organic synthesis technology and macromolecular compounds
FILIMONOVA OLGA NIKOLAEVNA doctor of Technical Sciences, associate professor, Professor of the Department of Engineering ecology
SHUTILIN IURI FIEDOROVICH doctor of Chemical Sciences, Prof., Professor of the Department of Chemistry and Chemical Technology of organic compounds and Polymers processing

Биотехнология, бионанотехнология и технология сахаристых продуктов

КОРНЕЕВА ОЛЬГА СЕРГЕЕВНА (гл. ред.) доктор биологических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы РФ, академик Российской академии естествознания, Заведующая кафедрой биохимии и биотехнологии
ГОЛЫБИН ВЯЧЕСЛАВ АЛЕКСЕЕВИЧ (зам. гл. ред.) Доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологии бродильных и сахаристых производств
БОЛОТОВ ВЛАДИМИР МИХАЙЛОВИЧ доктор технических наук, профессор, Профессор кафедры химии и химической технологии органических соединений и переработки полимеров
ГОЙКАЛОВА ОЛЬГА ЮРЬЕВНА кандидат технических наук, доцент, Доцент кафедры биохимии и биотехнологии
ГРОМКОВСКИЙ АНАТОЛИЙ ИВАНОВИЧ кандидат технических наук, профессор, профессор кафедры технологии бродильных и сахаристых производств
КУЛЬНЕВА НАДЕЖДА ГРИГОРЬЕВНА доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологии бродильных и сахаристых производств
ЧЕРЕМУШКИНА ИРИНА ВАЛЕНТИНОВНА кандидат технических наук, доцент, заведующая кафедрой теории экономики, товароведения и торговли
ЧЕРЕНКОВ ДМИТРИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры биохимии и биотехнологии
ШУВАЕВА ГА.ЛИНА ПАВЛОВНА кандидат биологических наук, доцент, Доцент кафедры биохимии и биотехнологии

KORNEEVA OLGA SERGEEVNA doctor of Biological Sciences, Professor, Honored Worker of Higher School of Russia, Academician of the Russian Academy of Natural Sciences, Head of the Department of Biochemistry and Biotechnology
GOLYBIN VIACHESLAV ALEKSEEVICH doctor of Technical Sciences, Prof., Professor of the Department of Technology of fermentation and sugar industries
BOLOTOV VLADIMIR MIKHAILOVICH doctor of Technical Sciences, Prof., Professor of the Department of Chemistry and Chemical Technology of organic compounds and Polymers processing
GOIKALOVA OLGA IUREVNA Ph.D in biology, associate professor, associate professor of the Department of Biochemistry and Biotechnology
GROMKOVSKII ANATOLII IVANOVICH Ph.D, Prof., Professor of the Department of Technology of fermentation and sugar industries
KULNEVA NADEZHDA GRIGOREVNA doctor of Technical Sciences, Prof., Professor of the Department of Technology of fermentation and sugar industries
CHEREMUSHKINA IRINA VALENTINOVNA Ph.D, Associate Professor, Head of the Department of Economical Theory, commodity research and commerce
CHERENKOV DMITRII ALEKSANDROVICH doctor of Biological Sciences, Professor, associate professor, Professor of the Department of Biochemistry and Biotechnology
SHUVAEVA GALINA PAVLOVNA Ph.D in biology, associate professor, Associate professor of the Department of Biochemistry and Biotechnology

Экономика и управление

ХОРЕВ АЛЕКСАНДР ИВАНОВИЧ (гл. ред.) доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой экономической безопасности и финансового мониторинга

САЛИКОВ ЮРИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ (зам. гл. ред.) доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры экономической безопасности и финансового мониторинга

БАУТИН ВАСИЛИЙ МИХАЙЛОВИЧ доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры управления, организации производства и отраслевой экономики

БОГОМОЛОВА ИРИНА ПЕТРОВНА доктор экономических наук, профессор, заведующая кафедрой управления, организации производства и отраслевой экономики

БЕЛЯЕВА ГАЛИНА ВИКТОРОВНА доктор экономических наук, профессор, заведующая кафедрой бухгалтерского учета и бюджетирования

ВОРОНИН ВАЛЕРИЙ ПАВЛОВИЧ доктор экономических наук, профессор, профессор теории экономики, товароведения и торговли

ЖУРАВЛЕВ ЮРИЙ ВАСИЛЬЕВИЧ доктор экономических наук, профессор, директор департамента управления имуществом комплексом; профессор кафедры управления, организации производства и отраслевой экономики

ОВЧИННИКОВА ТАТЬЯНА ИВАНОВНА доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры экономической безопасности и финансового мониторинга

ПАДАЛКИН ВИТАЛИЙ ЮРЬЕВИЧ доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры экономической безопасности и финансового мониторинга

ПОДМОЛОДИНА ИРИНА МИХАЙЛОВНА доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры экономической безопасности и финансового мониторинга

РОДИОНОВА НАТАЛЬЯ СЕРГЕЕВНА доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой сервиса и ресторанного бизнеса, декан факультета экономики и управления

ШТЕФАН ВЛАДИМИР ИВАНОВИЧ доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры экономической безопасности и финансового мониторинга

KHOREV ALEKSANDR IVANOVICH Doctor of Economic Science, Prof., Head of the Department of economic security and financial monitoring

SALIKOV IURII ALEKSANDROVICH Doctor of Economic Science, Prof., Professor of the Department of economic security and financial monitoring

BAUTIN VASILII MIKHAILOVICH Doctor of Economic Science, Prof., Professor of the Department of management, organization of manufacture and branch economy

BOGOMOLOVA IRINA PETROVNA Doctor of Economic Science, Prof., Head of the Department of management, organization of manufacture and branch economy

BELIAEVA GALINA VIKTOROVNA Doctor of Economic Science, Prof., Head of the Department of Accounting and budgeting

VORONIN VALERII PAVLOVICH Doctor of Economic Science, Prof., Professor of the Department of Economics Theory, commodity research and commerce

ZHURAVLEV IURII VASILEVICH Doctor of Economic Science, Prof., Director of the Department of Management of the property complex; Professor of the Department of Management, production organization and branch economy

OVCHINNIKOVA TATIANA IVANOVNA Doctor of Economic Science, Prof., Professor of the Department of economic security and financial monitoring

PADALKIN VITALII IUREVICH Doctor of Economic Science, Prof., Professor of the Department of economic security and financial monitoring

PODMOLODINA IRINA MIKHAILOVNA Doctor of Economic Science, Prof., Professor of the Department of economic security and financial monitoring

RODIONOVA NATALIA SERGEEVNA Doctor of Technical Science, Prof., Head of the Department of service and restaurant business

SHTEFAN VLADIMIR IVANOVICH Doctor of Economic Science, Prof., Professor of the Department of economic security and financial monitoring

Официальный сайт «Вестник ВГУИТ» www.vestnik-vsuet.ru

Подписной индекс издания в агентстве "Роспечать" 70927

Ответственный секретарь: ДЕРКАНОСОВА А.А. (эл. почта: post@vestnik-vsuet.ru)

Учредитель: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций: Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-56830 от 29 января 2014 г.

Адрес университета, редакции, издательства и отдела полиграфии ФГБОУ ВО «ВГУИТ»

394036, Воронеж, пр. Революции д.19 ауд.11

тел./факс: (473) 255-37-16

E-mail: post@vestnik-vsuet.ru

Сдано в набор 12.12.2016. Подписано в печать 19.12.2016

Выход в свет: 26.12.2016

Формат 70×100 1/8.

Усл. печ. л. 62,25 Тираж 1500 экз. Заказ.

Цена – свободная.

© ФГБОУ ВО

«Воронеж. гос. ун-т инж.
технол.», 2016

CONTENTS

PROCESSES AND APPARATUSES OF FOOD ENGINEERING

- Titova S.A., Golubeva O.A., Kuranova L.K., Grokhovskii V.A.** Obtaining a fish minced feed by the method of cryoextrusion from frozen fish raw materials
- Demchenko V.A., Obratsova A.S., Ivanova M.A.** Effect of ultrasonic treatment on the physic-chemical parameters of kvass
- Kalashnikov G.V., Atiskov I.M.** Hydrodynamic properties of sedimentation particles of decantation process in recovery of secondary water
- Antipov S.T., Ryazanov A.N., Owsyannikov V.Yu., Sharov A.V.** Investigation of the state of working bodies of the grinding machines based on vibration analysis
- Lavrov S.V., Kononov D.S., Saranov I.A., Lobacheva N.N.** The research of moisture forms in the baking yeast by the thermogravimetric analysis method
- Orlovitseva O.A., Ignatenko N.A., Kleimenova N.L.** The influence of external conditions on the grain storage process
- Pil'nenko A.K., Zapletnikov I.N., Kvilinskii O.D.** Research of influence of technological parameters on the noise characteristics of the machine for grinding meat
- Saranov I.A., Magomedov G.O., Ryazhskikh V.I., Shakhov S.V.** Mathematical model of the agglomeration of solid disperse phase in the cyclone with a liquid-drip irrigation
- Alekseev G.V., Voronenko B.A., Kharitonov D.V., Leu A.G.** Model of the heat load under dynamic abrasive processing of food material

INFORMATION TECHNOLOGIES, MODELLING AND CONTROL

- Khvostov A.A., Bitukov V.K., Khvostova M.A., Polyshyuk K.V.** The mathematical model of the homogenization process of high-fat dairy products based on a Markov chain
- Kudryashov V.S., Ryazantsev S.V., Kozenko I.A., Khromykh E.A.** Research methods of simulate digital autonomous compensators and control systems
- Popov M.I., Soboleva E.A.** The approximate analytical solution of the internal problem of conductive and laminar free convection
- Vasechkin M.A., Matveeva E.V., Sidorenko A.S., Chertov E.D.** Program realization of mathematical model of kinetostatical calculation of flat lever mechanisms
- Glagoleva L.E., Pribytkova O.V.** Algorithm of formation of touristic product based on natural and artificial attraction
- Abramov D.B., Baranov S.O., Leikhter S.V., Chukanov S.N.** Application of PSO for solving problems of pattern recognition
- Logunova O.S., P'ina E.A., Koroleva V.V., Akhmetova A.U.** Management of academic staff activity: modeling and prediction of rating system indicators

СОДЕРЖАНИЕ

ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

- Титова С.А., Голубева О.А., Куранова Л.К., Гроховский В. А.** Получение кормового рыбного фарша методом криоэкструзии из замороженного рыбного сырья
- Демченко В. А., Образцова А.С., Иванова М.А.** Влияние ультразвукового воздействия на физико-химические показатели кваса
- Калашников Г.В., Атисков И.М.** Гидродинамические особенности осаждения частиц процесса декантации при рекуперации вторичных вод
- Антипов С.Т., Рязанов А.Н., Овсянников В.Ю., Шаров А.В.** Исследование состояния рабочих органов измельчающих машин на основании анализа вибраций
- Лавров С. В., Кононов Д.С., Саранов И.А., Лобачева Н.Н.** Исследование форм связи влаги в хлебопекарных дрожжах методом термогравиметрического анализа
- Орловцева О.А., Игнатенко Н. А., Клейменова Н.Л.** Изучение влияния внешних условий на процесс хранения зерна
- Пильненко А. К., Заплетников И.Н., Квилинский О.Д.** Исследование влияния технологических параметров на шумовые характеристики машины для измельчения мяса
- Саранов И. А., Магомедов Г.О., Рязжских В.И., Шахов С.В.** Математическая модель агломерации твёрдой дисперсной фазы в циклоне с жидкостно-капельным орошением
- Алексеев Г. В., Вороненко Б.А., Харитонов Д.В., Леу А.Г.** Модель тепловой нагрузки при динамической абразивной обработке пищевых материалов

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, МОДЕЛИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ

- Хвостов А.А., Битюков В.К., Хвостова М.А., Полищук К.В.** Математическая модель процесса гомогенизации молочных продуктов высокой жирности на основе цепи Маркова
- Кудряшов В. С., Рязанцев С.В., Козенко И.А., Хромых Е.А.** Исследование методов моделирования цифровых автономных компенсаторов и систем регулирования
- Попов М.И., Соболева Е.А.** Приближенное аналитическое решение внутренней задачи кондуктивно-ламинарной свободной конвекции
- Васечкин М. А., Матвеева Е.В., Сидоренко А.С., Чертов Е.Д.** Программная реализация математической модели кинетостатического расчета плоских рычажных механизмов
- Глаголева Л.Э., Прибыtkова О. В.** Алгоритм формирования туристского продукта на основе естественной и искусственной аттракций
- Абрамов Д.Б., Баранов С.О., Лейхтер С.В., Чуканов С. Н.** Применение метода PSO при решении задач распознавания образов
- Логунова О.С., Ильина Е.А., Королева В.В., Ахметова А.У.** Управление деятельностью профессорско-преподавательского состава: моделирование и прогнозирование показателей рейтинговой системы

FOOD BIOTECHNOLOGY

Antipova L.V., Mishchenko A.A. The development of meat pate with increased food and biological values with germinated grains lentils
Mazurenko E.A., Kas'yanov E.A. Feeding habits of athletes with high physical activity
Dobriyan E.I., P'ina A.M. Investigation of lactose crystallization process during condensed milk cooling using native vacuum-crystallizer
Alekseeva T.V., Kalgina Yu.O., Shevchenko V.I., Bokarev D.A. Enriched products of cereals for food of women during pregnancy
Makarjovski B., Presilski S., Usman Khan M., Hleba L., Ali Shariati M., Rashidzadeh Sh. The impact of different starter cultures on fat content, pH and SH dynamics in white brined cheese production
Dombrovskaya Ya.P., Aralova S.I. Formulation of gluten-free flour culinary products of high nutritional value

Hassanpour F. Study on plant gums and their new development in application: with focus on tragacanth, guar and arabic gum; a short review
Murav'ev K.Yu., Barakova N.V., Khomyakov Yu.V., Udalova O.R. Accumulation of selenium in a Chinese cabbage Pak-choi in the course of cultivation
Antipova L.V., Rodionova N.S., Popov E.S., Kolesnikova T.N. Evaluating the effectiveness of non-pharmacological nutritional correction of health of the person on the basis of the provisions of thermodynamics
Glagoleva L.E., Korystin M.I., Rodionov A.A., Pastukhova N.A. Study amino acid activity lacto-, bifidobacteria during fermentation
Malyutina T.N., Turenko V.Yu. Study the effect of non-traditional type of flour on the quality of pasta products made of soft wheat
Botvinnikova V.V., Uskova D.G., Popova N.V. Practical background modification fermented beverage technology for the formation of defined functional properties

Popova N.N., Shchetilina I.P., Denisova A.A., Kiseleva E.A. Development of wafers with lowered glycemic index
Timakova R.T., Tikhonov S.L., Tararkov A.N., Vakhnin D.O. EPR spectroscopy of spices
Momchilova M. M., Zhivanovich G.I., Iordanov D.G., Antipova L.V., Markov I.I., Titov S.A. Textural characteristics of fresh and frozen meat chicken and turkey

FUNDAMENTAL AND APPLIED CHEMISTRY, CHEMICAL TECHNOLOGY

Shashok Zh.S., Leshkevich A.V., Kruglik N.V., Karmanova O.V. The use of plasticizing additives based on recycled raw materials in the petrochemical rubber mixtures
Nikulin S.S., Vnukov A.N., Shul'gin Yu.E., Sobolev E.E. The effect of magnetic fields on the properties of sealing materials of airfield pavements
Niftaliev S.I., Peregudov Yu.S., Khorin N.Yu., Nechesova Yu.M. Modification of asphaltic concrete with a mineral polymeric additive based on butadiene-styrene rubber and chemically precipitated calcium carbonate

Bondareva L.P., Kunakhova E.N., Nikulina A.V. Ion-exchange concentration of inorganic anions from aqueous solution
Karmanova O.V., Moskalov A.S., Shutilin Yu.F., Vlasova L.A. Unvulcanized elastomeric waterproofing materials for construction application

ПИЩЕВАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ

Антипова Л. В., Мищенко А.А. Разработка мясных паштетов повышенной пищевой и биологической ценности с применением пророщенного зерна чечевицы.
Мазуренко Е.А., Касьянов Г.И. Особенности питания спортсменов при повышенных физических нагрузках
Добриян Е. И., Ильина А.М. Исследование процесса кристаллизации лактозы при охлаждении сгущенного молока с сахаром на отечественном вакуум-кристаллизаторе
Алексеева Т. В., Калгина Ю.О., Шевченко В.И., Бокарев Д.А. Обогащенные изделия из крупы для питания женщин в период беременности
Makarjovski B., Presilski S., Usman Khan M., Hleba L., Ali Shariati M., Rashidzadeh Sh. The impact of different starter cultures on fat content, pH and SH dynamics in white brined cheese production
Домбровская Я.П., Аралова С.И. Разработка рецептур безглютеновых мучных кулинарных изделий повышенной пищевой ценности
Hassanpour F. Study on plant gums and their new development in application: with focus on tragacanth, guar and arabic gum; a short review
Муравьев К. Ю., Баракова Н.В., Хомяков Ю.В., Удалова О.Р. Накопление селена в китайской капусте сорта Пак-чой в процессе культивирования
Антипова Л.В., Родионова Н.С., Попов Е. С., Колесникова Т.Н. Оценка эффективности немедикаментозной алиментарной коррекции состояния здоровья человека на основе положений термодинамики
Глаголева Л.Э., Корыстин М.И., Родионов А. А., Пастухова Н.А. Исследование аминокислотной активности лакто- и бифидобактерий в процессе ферментации
Малютина Т.Н., Туренко В.Ю. Исследование влияние нетрадиционного вида муки на качество макаронных изделий из мягкой пшеницы
Ботвинникова В.В., Ускова Д.Г., Попова Н.В. Практические предпосылки модификации технологии кисломолочных напитков для формирования заданных функциональных свойств
Попова Н.Н., Щетилина И.П., Денисова А.А., Киселева Е.А. Разработка вафель с пониженным гликемическим индексом
Тимакова Р. Т., Тихонов С.Л., Тарарков А.Н., Вахнин Д.О. ЭПР-спектроскопия пряностей
Момчилова М.М., Живанович Г.И., Йорданов Д.Г., Антипова Л.В., Марков И.И., Титов С.А. Текстуальные характеристики охлажденного и замороженного мяса курицы и индейки

ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ И ПРИКЛАДНАЯ ХИМИЯ, ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Шашок Ж.С., Лешкевич А.В., Круглик Н.В., Карманова О.В. Применение пластифицирующих добавок на основе вторичного нефтехимического сырья в резиновых смесях
Никунин С.С., Внуков А.Н., Шульгина Ю.Е., Соболев Е.Е. Влияние магнитных полей на свойства герметизирующих материалов аэродомных покрытий
Нифталиев С.И., Перегудов Ю.С., Хорин Н.Ю., Нечесова Ю.М. Модифицирование асфальтобетона минерально-полимерной добавкой на основе бутадиен-стирольного каучука и химически осажденного карбоната кальция
Бондарева Л. П., Кунахова Е.Н., Никulina А.В. Ионнообменное концентрирование неорганических анионов из водных растворов
Карманова О. В., Москалёв А.С., Шутилин Ю.Ф., Власова Л.А. Эластомерные невулканизованные гидроизоляционные материалы строительного назначения

BIOTECHNOLOGY, BIONANOTECHNOLOGY AND SUGAR PRODUCTS TECHNOLOGY

- Slavyanskii S.T., Semenov E.V., Lebedeva N.N., Antipov S.T.** Calculation of period processing solution syrup in vacuum apparatus
- Lukin N.D., Papakhin A.A., Borodina Z.M., Gulakovs V.A.** Influence of amylolytic enzymes compositions on the process of low temperature bioconversion of native starch
- Shamsutdinova Z.R., Khafizov I.I.** Analysis of the aerotanks efficiency in wastewater treatment system
- Golybin V.A., Fedoruk V.A., Voronkova N.A., Bushmin I.S.** Improving the process of progressive preliming in sugar production
- Lobosova L.A., Magomedov M.G., Zhurakhova S.N.** Diabetic jelly-fruit marmalade with the chokeberry

ECONOMICS AND MANAGEMENT

- Lisitsyn A.B., Nikitina M.A., Zakharov A.N., Scherbinina E.O.** Methods and approaches to prediction in the meat industry
- Kachagin E.A., Koval'nogova Yu.N.** Influence of factors of consumer behavior on process of making decision on purchase in the market of pharmaceutical cosmetics
- Ovchinnikova T.I., Bulgakova I.N., Markov A.V.** The role of outsourcing in the mechanism of economic security activities of cluster formations
- Kolomytseva O.Yu., Chekudaev K.V., Chekudaeva I.A., Druchinina A.V.** Evaluation methods of the intellectual capital of the enterprise as a factor of production
- Abdulaziz A.-H. H. M.** The characteristics of activities of the operator of a management system by the line for release of foodstuff
- Il'ina T.S., Zakharov N.Yu.** Educational risks management
- Kiseleva I.A., Simonovich N.E., Narizhnii I.F.** Portfolio optimization of retail investor
- Borkova E.A., Vatlina L.V.** Investment analysis of St. Petersburg and Leningrad region
- Shvets Yu.Yu.** Theoretical and methodological approaches to determining the effectiveness of medical services
- Khorev A.I., Samogorodskaya M.I.** Methodological aspects of evaluating the economic efficiency of the quality management system of business entities
- Bezborodnikova R.M.** Modeling of the service taxi
- Kaigorodova E.V., Khanchenkov N.S., Frolov M.V.** Problems and prospects of regional economy development in the period of sanctions
- Demina L.V., Semenova V.A.** Regional features of the individual income tax
- Tsvetkova G.S., Tsetkova I.G.** Modelling of rational economic proportions of the balance sheet structure of the petrochemical enterprises
- Lukina O.O.** Changing the paradigm of management of innovative activity in the conditions of transformation of economy
- Stukalo O.G., Ustyugova I.E., Negorozhenko Yu.V.** Improving food security through integration processes in the region agriculture complex

БИОТЕХНОЛОГИЯ, БИОНАНОТЕХНОЛОГИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ САХАРИСТЫХ ПРОДУКТОВ

- Славянский А.А., Семенов Е.В., Лебедева Н.Н., Антипов С.Т.** Расчет периода раскочки утфеля раствором сахарозы в вакуум-аппарате
- Лукин Н.Д., Папахин А.А., Бородин З.М., Гулакова В.А.** Влияние композиций амилолитических ферментов на процесс низкотемпературной биоконверсии нативного крахмала
- Шамсутдинова З.Р., Хафизов И.И.** Анализ эффективности аэротенков в системе очистки сточных вод
- Голыбин В.А., Федорук В. А., Воронкова Н.А., Бушмин И.С.** Совершенствование процесса прогрессивной предфекации сахарного производства
- Лобосова Л.А., Магомедов М.Г., Журахова С.Н.** Диабетический желеино-фруктовый мармелад с плодами аронии

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

- Лисицын А.Б., Никитина М.А., Захаров А.Н., Щербинина Е.О.** Методы и подходы к прогнозированию в мясной промышленности
- Качагин Е.А., Ковальногова Ю.Н.** Влияние факторов потребительского поведения на процесс принятия решения о покупке на рынке фармацевтической косметики
- Овчинникова Т. И., Булгакова И.Н., Марков А.В.** Роль аутсорсинга в механизме экономической безопасности деятельности кластерных образований
- Коломыцева О. Ю., Чекудаев К.В., Чекудаева И.А., Дручинина А.В.** Методы оценки интеллектуального капитала предприятия как фактора производства
- Абдулазиз А.-Х. Х. М.** Характеристики деятельности оператора системы управления линией для выпуска пищевых продуктов
- Ильина Т.С., Захаров Н.Ю.** Управление образовательными рисками
- Киселева И.А., Симонович Н. Е., Наризный И.Ф.** Оптимизация портфеля индивидуального инвестора
- Боркова Е.А., Ватлина Л.В.** Анализ инвестиционной привлекательности Санкт-Петербурга и Ленинградской области
- Швец Ю.Ю.** Теоретические и методологические подходы к определению эффективности медицинской услуги
- Хорев А. И., Самогородская М.И.** Методологические аспекты оценки экономической эффективности системы менеджмента качества субъектов хозяйствования
- Безбородникова Р.М.** Моделирование работы службы такси
- Кайгородова Е.В., Ханченков Н.С., Фролов М.В.** Проблемы и перспективы развития региональной экономики в санкционный период
- Демина Л.В., Семенова В.А.** Региональные особенности налога на доходы физических лиц
- Цветкова Г.С., Цветкова И.Г.** Моделирование рациональных экономических пропорций структуры баланса предприятий нефтехимического комплекса
- Лукина О.О.** Смена парадигмы управления инновационной деятельностью в условиях трансформации экономики
- Стукало О.Г., Устюгова И.Е., Негороженко Ю.В.** Совершенствование продовольственной безопасности на основе интеграционных процессов в агропромышленном комплексе региона

- Kazantsev A.B., Gomonko E.A.** Strategic choices for retail development in the context of marketing management
- Kornev V.M., Bakanach O.V., Tokarev Yu.A., Danilin D.S.** Transformation of the operational reporting the companies on the basis of approach Business Intelligence
- Vlasov A.B., Pakhomova Yu.V., Kudryavtseva N.N., Duvanov Yu.N.** Innovative strategy of management of development of the enterprise
- Khorev A.I., Samogorodskaya M.I.** The mechanism of assessment of economic efficiency of quality management system at the enterprise
- Rozhnova O.V., Atazhanova D.A.** Methodological aspects transparency of financial statements of construction companies
- Salikov Yu.A.** Challenges and opportunities to improve the concept of the balanced development of business organizations
- Volkova M.N., Samoilov P.V., Shubina E.A., Salamova S.S.** Study reputational risk in an audit
- Shubina E.A., Nikolaeva Yu.R., Pluzhnikova N.V.** The role of small and medium-sized high-tech enterprise in the formation of innovative potential of the Voronezh region
- Ivliev M.N., Mel'nikov A.V., Chernyaeva S.N.** Development of information systems of analysis company financial state based on the expert-statistical approach
- Asmolova M.A., Dedov S.V.** Theoretical approach to the institutionalization of forms of governance resource provision of innovative activity
- Lobyzenkova V.A., Kovalenko N.V.** Prevention and management of conflicts in the field of municipal services
- Shibileva O.V., Sevostyanova E.S., Boyarkina E.V.** Strategy of development of small entrepreneurship in the Russian Federation for the period till 2030
- Nuzhdin R.V., Polozova A.N.** Business analysis of opportunities stakeholders management in achieving positive synergy
- Dyukseev K.A., Shikul'skaya O.M.** Efficiency assessment models of higher education institution staff activity
- Linev I.V.** Outsourcing in the construction industry
- Serebryakova N.A., Volkova S.A., Volkova T.A.** Formation of maintenance economic safety enterprise system
- Khvorova E.V., Cherkasova E.I., Shaikhutdinova F.N., Salakhov I.I.** State and prospects petrochemical complex of the Euroasian Economic Union States
- Mantsaeva A.A., Delikova T.G.** The system of indicators for regional cluster formation assessment
- Ismagilova T.R.** Impairment of intangible assets: quality of disclosures in the financial crisis period
- Salikov Yu.A., Kablashova I.V.** Improving the organization of production processes in the conditions of innovative development of the quality management system
- 355 Казанцев А.В., Гомонко Э.А.** Стратегические альтернативы развития торгового сетевого бизнеса в контексте маркетингового управления
- 363 Корнев В.М., Баканач О.В., Токарев Ю. А., Данилин Д.С.** Трансформация оперативной отчетности компании на основе подхода Business Intelligence
- 370 Власов А.Б., Пахомова Ю. В., Кудрявцева Н.Н., Дуванова Ю.Н.** Инновационная стратегия управления развитием предприятия
- 376 Хорев А.И., Самогородская М.И.** Механизм оценки экономической эффективности системы менеджмента качества на предприятии
- 386 Рожнова О.В., Атажанова Д.А.** Методические аспекты транспарентизации финансовой отчетности строительных организаций
- 391 Саликов Ю.А.** Проблемы и возможности совершенствования концепции сбалансированного развития бизнес-организаций
- 404 Волкова М.Н., Самойлов П.В., Шубина Е.А., Саламова С.С.** Исследование репутационных рисков при проведении аудита
- 410 Шубина Е. А., Николаева Ю.Р., Плужникова Н.В.** Роль малого и среднего высокотехнологичного предпринимательства в формировании инновационного потенциала Воронежской области
- 416 Ивлиев М.Н., Мельников А.В., Черняева С. Н.** Разработка информационной системы анализа финансового состояния предприятий на основе экспертно-статистического подхода
- 422 Асмолова М.А., Дедов С.В.** Теоретический подход к институционализации форм управления ресурсным обеспечением инновационной деятельности
- 427 Лобызенкова В.А., Коваленко Н.В.** Профилактика и управление конфликтами в сфере муниципальной службы
- 434 Шибилева О.В., Севостьянова Е.С., Бояркина Е.В.** Стратегия развития малого предпринимательства в Российской Федерации до 2030 года
- 437 Нuzhdin Р.В., Полозова А.Н.** Бизнес-анализ возможностей стейкхолдер-менеджмента в достижении положительной синергии
- 446 Дюсекеев К.А., Шикунская О.М.** Модель оценки эффективности деятельности сотрудников вуза
- 453 Линеv И.В.** Аутсорсинг в строительной индустрии
- 460 Серебрякова Н.А., Волкова С.А., Волкова Т.А.** Формирование системы обеспечения экономической безопасности предприятия
- 466 Хворова Е.В., Черкасова Е. И., Шайхутдинова Ф.Н., Салахов И.И.** Состояние и перспективы развития нефтегазохимического комплекса государств Евразийского Экономического Союза
- 476 Манцаева А.А., Деликова Т.Г.** Система индикаторов для оценки потенциала формирования кластера в регионе
- 484 Исмагилова Т.Р.** Обесценение нематериальных активов: качество раскрываемой информации в финансовой отчетности в кризисных условиях функционирования экономики
- 488 Саликов Ю.А., Каблашова И.В.** Совершенствование организации процессов производства в условиях инновационного развития системы менеджмента качества

Процессы и аппараты пищевых производств

Оригинальная статья/Original article

УДК 664.951.65.037.52

DOI: <http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-4-11-17>

Получение кормового рыбного фарша методом криоэкструзии из замороженного рыбного сырья

Светлана А. Титова	¹	sobmolotkova@yandex.ru
Ольга А. Голубева	²	golubevaoa@mstu.edu.ru
Людмила К. Куранова	¹	kuranoval@rambler.ru
Владимир А. Гроховский	¹	v.grokhovsky@mail.ru

¹ кафедра технологий пищевых производств, Мурманск. гос. техн. ун-т, ул. Спортивная, 13, 183010, Россия

² кафедра технологического и холодильного оборудования, Мурманск. гос. техн. ун-т, ул. Спортивная, 13, 183010, Россия

Реферат. Разработана технология получения кормового рыбного фарша (криофарша) методом криоэкструзии с использованием полезной модели экструзионной установки поршневого типа с охлаждаемыми рабочими органами для измельчения рыбного сырья в замороженном состоянии. Обоснована возможность замены в стандартной технологии производства кормового фарша из рыбы таких технологических операций как дефростация и последующее измельчение сырья, одной – холодной экструзией или криоэкструзией. Использована форма отверстий фильеры для продавливания сырья в виде «песочных часов» диаметром 7 мм, длительность процесса продавливания – 40 секунд. Определены фактические потери сырья в процессе измельчения методом криоэкструзии, которые составляют от 1% до 2,5%, включая потери при распили блока в целях подготовки сырья к продавливанию. Установлено, что готовый продукт – криофарш, имеет однородное измельчение, сочную, рассыпчатую консистенцию, температура в толще продукта на выходе не изменяется и равна температуре сырья до начала переработки, то есть минус 18 °С. Разработана принципиальная технологическая схема получения кормового фарша методом криоэкструзии. Расчёт материального баланса при производстве фаршей показал, что использование нового метода позволит увеличить выход готового продукта до 99%. На основании исследований химического состава рыбы и кормовых фаршей, полученных традиционным и разработанным способами, установлено, что в криофарше содержание белка остаётся неизменным. Разработаны проекты технических условий на производство криофарша и технологической инструкции по производству криофаршей для кормовых целей, а также подготовлена заявка на патент «Получение кормового фарша из мороженой рыбы методом криоэкструзии».

Ключевые слова: криоэкструзия, рыба, кормовой фарш, криофарш

Obtaining a fish minced feed by the method of cryoextrusion from frozen fish raw materials

Svetlana A. Titova	¹	sobmolotkova@yandex.ru
Olga A. Golubeva	²	golubevaoa@mstu.edu.ru
Lyudmila K. Kuranova	¹	kuranoval@rambler.ru
Vladimir A. Grokhovskii	¹	v.grokhovsky@mail.ru

¹ food production technology department, Murmansk state technical university, Sportivnaya, 13, Murmansk, 183010, Russia

² processing and refrigerating equipment department, Murmansk state technical university, Sportivnaya, 13, Murmansk, 183010, Russia

Summary. Developed the technology of obtaining a fish minced feed (cryo minced fish feed) by the method of cryoextrusion using by the utility model extrusion of a piston-type cold working bodies for grinding the fish raw material in a frozen state. Justified the possibility of replacement in the standard technology of production the feed from the minced fish such technological operations as the defrosting and subsequent grinding of raw materials to the operation like a cold extrusion or cryoextrusion. Used the shape of the holes of the die for forcing the raw material in the form of “hourglass” with a diameter of 7 mm, the length of the process of pushing – 40 seconds. Determine the actual losses of raw material in the milling process meth of cryoextrusion ranging from 1% to 2.5%, including the losses when cutting block for the preparation of raw materials to piercing. It is established that the finished product – cryo minced fish feed, has a homogeneous grinding, juicy, crumbly texture, the temperature in the thickness of the product is not changed and equal to the temperature of raw materials before processing, that is minus 18 °C. Developed the principal technological scheme of obtaining the cryo minced fish feed by the method of cryoextrusion. The calculation of material balance in the production of beef has shown that the use of the new method will allow to increase the product yield up to 99%. Based on the studies of the chemical composition of fish and feed of mince obtained by traditional and developed methods established that the protein content in the cryo minced fish feed remains unchanged. Developed draft technical specifications for the production of cryo minced fish feed and technological instructions for the production of cryo minced fish feed for fodder purposes, and also prepared the application for the patent named “Obtaining cryo minced fish feed from the frozen fish by the method of cryoextrusion”.

Keywords: cryoextrusion, fish, fish minced feed, cryo minced fish feed

Для цитирования

Титова С. А., Голубева О. А., Куранова Л. К., Гроховский В. А. Получение кормового рыбного фарша методом криоэкструзии из замороженного рыбного сырья // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 11–17. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-11-17

For citation

Titova S. A., Golubeva O. A., Kuranova L. K., Grokhovskiy V. A. Obtaining a fish minced feed by the method of cryoextrusion from frozen fish raw materials. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 11–17. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-11-17

Введение

Рациональная организация питания сельскохозяйственных животных и птицы является первоочередной задачей, решение которой в современных условиях будет способствовать росту основных производственных показателей агропромышленного комплекса. Процесс кормления оказывает непосредственное влияние на организм животного в целом, изменяя не только его форму, но и общее состояние животного. Организация полноценного высокоэнергетического кормления сельскохозяйственных животных и птицы путем использования сбалансированных по всем питательным веществам кормов и рационов в целях реализации генетического потенциала животных, имеет мультипликативный эффект – значительно возрастает продуктивность животных при одновременном снижении себестоимости единицы корма.

Вопросы производства конкурентоспособной российской пищевой продукции напрямую связаны с поиском полноценных низкзатратных кормов для сельскохозяйственных животных и птицы. Введение в отношении Российской Федерации экономических санкций ускорило необходимость наполнения рынка сельскохозяйственных товаров в целях обеспечения интенсивного замещения аналогичной импортной продукции. В этой связи особую актуальность имеет потребность в увеличении темпов роста сельхозтоваропроизводства, что, в свою очередь, неизменно связано с необходимостью повышения эффективности кормов при их использовании с тем, чтобы минимизировать затраты на выработку единицы аграрной продукции.

Корма животного происхождения в целом характеризуются высоким содержанием полноценных протеинов, липидов, минеральных веществ, и поэтому являются более питательными в сравнении с кормами растительного происхождения. Животные белки, по сравнению с растительными, содержат все незаменимые аминокислоты, т. е. богаты лимитирующими аминокислотами, такими как лизин, метионин, триптофан. Особенно высокой пищевой ценностью обладают кормовые продукты из рыбы, которые отличаются высоким содержанием протеина – незаменимой и наиболее дорогостоящей части рациона. В системе полноценного кормления животных первостепенное значение имеет обеспеченность их протеином. Особую значимость эта проблема приобрела в последние годы, поскольку потребность в протеине возрастает такими темпами, что удовлетворить ее только за счет увеличения производства традиционных полноценных белковых кормов становится весьма трудным [1, 2].

В последние годы всё большее применение находит кормовой рыбный фарш, представляющий собой измельченное рыбное сырье (свежая или замороженная малоценная рыба, рыбные отходы и пр.). Использование рыбного фарша в качестве белково-витаминно-минеральной добавки при кормлении всех видов домашних животных является наиболее оптимальной формой его применения [2].

Получение измельченной фаршевой массы является основой процесса изготовления фаршей, в том числе кормовых. При этом, как правило, используются механические способы измельчения с предварительным размораживанием сырья на воздухе при температуре не выше 20 °С. То есть сырье, предназначенное для изготовления фарша, измельчают равномерно для получения однородной массы при помощи дробильной машины или волчков с диаметром отверстий решетки от 8 до 20 мм. Размер отверстий, в свою очередь, зависит от вида используемого сырья и наличия в нем костей. Следующим этапом изготовления кормовых фаршей из рыбы является внесение в фаршевую массу консерванта (пиросульфит натрия, муравьиная кислота или поваренная соль). Сухой консервант тщательно смешивают с подготовленным сырьем в смесителе (фаршемешалке).

Использованием в технологии изготовления кормового фарша консерванта достигается увеличение продолжительности его хранения (до 10 месяцев и более). Результаты ряда проведенных в последние годы научных исследований, касающихся применения консервантов в технологии изготовления кормовых продуктов, в частности, пиросульфита натрия, показали эффективность и безопасность таких методов увеличения продолжительности хранения кормов [3].

Тем не менее, необходимо отметить, что замороженное рыбное сырье, используемое для приготовления кормового фарша, должно быть предварительно дефростировано. Следствием проведения дефростации, а также ее существенными недостатками являются увеличение процента потерь сырья, ухудшение его внешнего вида и значительное снижение пищевой ценности вследствие потери тканевой влаги, белков, гидролиза и окисления жиров и других негативных последствий [4, 5].

Вместе с тем, перечисленных выше потерь можно избежать путем использования в процессе изготовления фарша метода криоэкструзии, преимуществом которого является отсутствие такой операции, как дефростация [6].

Актуальность исследований по использованию метода криоэкструзии при получении кормовой продукции, обосновывается разработкой

кормовой продукции из гидробионтов с повышенными качественными характеристиками и предполагает вовлечение в переработку неиспользуемых и недоиспользуемых объектов морского промысла (путассу, сайки, ламинариевых и фукусовых водорослей). Это рыбное сырьё не поддаётся традиционным видам переработки, в частности разделке, из-за маломерности (сайка), заражённости гельминтами (путассу). Кроме этого, криофарш может использоваться как полуфабрикат для промышленной переработки, в том числе, для производства полнорационных гранулированных комбикормов. Перспективным направлением разрабатываемой технологии является добавление в рыбный криофарш растительного сырья, а именно, бурых морских водорослей. Результатом комбинирования полезных свойств криофарша, как продукта с высоким содержанием белка, с растительными компонентами является значительное улучшение питательных свойств таких кормов [2, 7].

Целью работы является разработка технологии получения криофарша из рыбы, предназначенного для кормления сельскохозяйственных животных и птицы, который можно использовать непосредственно в составе кормосмесей при приготовлении кормов в кормоцехах хозяйств.

Способ измельчения биологических продуктов методом процесса криоэкструзии заключается в продавливании замороженного образца через охлаждаемую фильеру с определённым диаметром отверстия, что закреплено в патенте РФ № 2031583. При получении фарша этим методом измельчение происходит путем продавливания сырья сквозь отверстие фильеры и разрезания волокон мышечной ткани сырья кристалликами льда. Использование режущей способности внутриклеточного и межклеточного льда возможно ввиду отсутствия размораживания исходного продукта. Таким образом, представляется возможным заменить в стандартной технологии производства кормового фарша из рыбы такие технологические операции как дефростация и последующее измельчение сырья одной – криоэкструзией, обеспечив тем самым предотвращение потерь влаги, белка и иных составляющих криофарша, при получении его рассматриваемым способом.

Материалы и методы

Для разработки и изучения нового способа получения кормового фарша с использованием метода криоэкструзии применялась созданная на кафедре «Технологическое и холодильное оборудование» МГТУ полезная модель экструзионной установки поршневого типа с охлаждаемыми рабочими органами,

позволяющая измельчать различные виды сырья в том числе рыбного, в замороженном состоянии. Схема установки изображена на рисунках 1, 2.

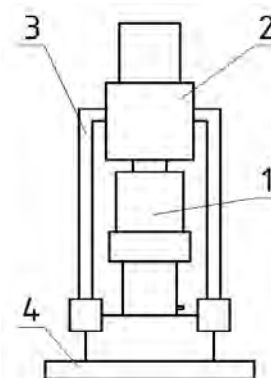


Рисунок 1. Общий вид экструзионной установки поршневого типа с охлаждаемыми рабочими органами: 1 – рабочая часть; 2 – гидропривод; 3 – несущая рама; 4 – опорная плита

Figure 1. General view of the extrusion piston type with cooled working bodies: 1 – the working part; 2 – hydraulic drive; 3 – not-a mere frame; 4 – support plate

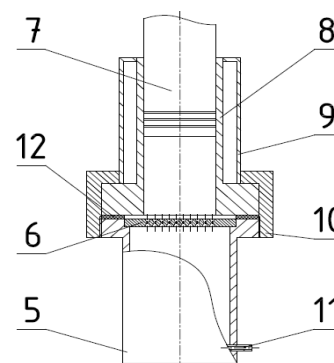


Рисунок 2. Рабочая часть установки поршневого типа с охлаждаемыми рабочими органами: 5 – стакан; 6 – сменная измельчительная решетка (матрица); 7 – движущийся поршень (плунжер); 8 – рабочая камера; 9 – охлаждающая рубашка; 10 – крепежная гайка; 11 – отверстие для установки термодпары

Figure 2. Working part of the piston type with the working bodies refrigerated: 5 – glass; 6 – replacement shredding grating (matrix); 7 – moving piston (plunger); 8 – operation chamber; 9 – cooling jacket; 10 – retaining nut; 11 – hole for installation of the thermocouple

Установка состоит из рабочей части 1, приводимой в движение гидроприводом 2, который установлен на П-образной несущей раме 3, прикреплённой к опорной плите 4. Опорная плита 4 представляет собой плоскую пластину, состоящую из двух ступеней. Верхняя ступень опорной плиты имеет сквозные резьбовые отверстия для крепления несущей рамы. Рама 3 состоит из двух боковых стоек и опорной горизонтальной балки. Боковые стойки имеют резьбу по обоим концам. Одним резьбовым

концом стойки закрепляются в опорной плите, к другим крепится опорная балка. Такой тип крепления опорной балки позволяет изменять высоту рабочей части установки.

Рабочая часть представляет собой корпус, имеющий рабочую камеру и снабжённый охлаждающей рубашкой. Внутри рабочей камеры установлены охлаждаемые рабочие органы, представляющими собой движущийся поршень (плунжер) и сменную измельчительную решётку (матрицу). Измельчительная матрица устанавливается в проточку в стакане, предназначенном для приёма измельчённого полуфабриката и имеющем отверстие для установки термопары.

Работа установки осуществляется следующим образом. В охлаждающую рубашку подаётся циркулирующий холодильный агент или хладоноситель, который снижает температуру рабочих органов до минус 18 °С. При движении поршня (плунжера) вверх открывается загрузочное окно рабочей камеры, через которое происходит загрузка измельчаемого сырья. При достижении верхней «мёртвой точки» поршень останавливается и меняет направление движения на противоположное. При движении поршня вниз загрузочное окно закрывается, гидропривод создаёт давление и продавливает сырьё через сменную измельчительную решётку (матрицу). Измельчённый полуфабрикат попадает в стакан. В отверстие может быть установлена термопара для периодического контроля температуры полученного полуфабриката с целью соблюдения технологических норм. По достижению поршнем (плунжером) своей нижней точки (продукт прошёл через матрицу), гидропривод возвращает его в верхнее положение [10].

Плунжерная пара, приводимая в движение гидроцилиндром, является основной частью установки. Продавливание сырья происходит в системе измельчения, состоящей из фильеры с определённым диаметром отверстия и плунжерной пары с отполированной внутренней поверхностью цилиндра.

В работе для получения криофарша использовали фильеры с отверстиями в форме «песочные часы» диаметром 7 мм.

В качестве исходного сырья использовалась мороженная путассу (*Micromesistius poutassou*), по качеству не ниже 1 сорта, отвечающая требованиям ГОСТ 32366-2013 «Рыба мороженная. Технические условия».

В работе были использованы принятые в научных исследованиях лабораторные методы. Массовую долю воды, жира, белка, золы определяли по ГОСТ 7636-85 «Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа». Содержание белка определяли с помощью автоматического анализатора азота/белка «Pro-Nitro A» по методу Кьельдаля. Содержание жира определяли на аппарате «Det-gras N» по методу Сокслета.

Результаты и обсуждение

Разработана технология получения кормового рыбного фарша (криофарша) методом криоэкструзии из мелких и недоиспользованных рыб Северного бассейна. Схема технологического процесса изображена на рисунке 3. Прием сырья для измельчения осуществлялся в замороженном виде с температурой в мышечной ткани минус 18 °С. Подготовка рыбы, замороженной в блоке, к измельчению производилась путем распила на куски толщиной, соответствующей диаметру фильеры, с использованием дисковой пилы. Нами использовалась фильера, предварительно охлажденная до температуры сырья (минус 18 °С). Сырьё продавливалось через фильеры с отверстиями в форме «песочные часы», диаметр которых составлял 7 мм. Длительность процесса продавливания составила в среднем 40 секунд. Кроме такой фильеры, можно использовать фильеры с отверстием большего или меньшего диаметра в форме конус-цилиндр, конус, перевернутый конус.

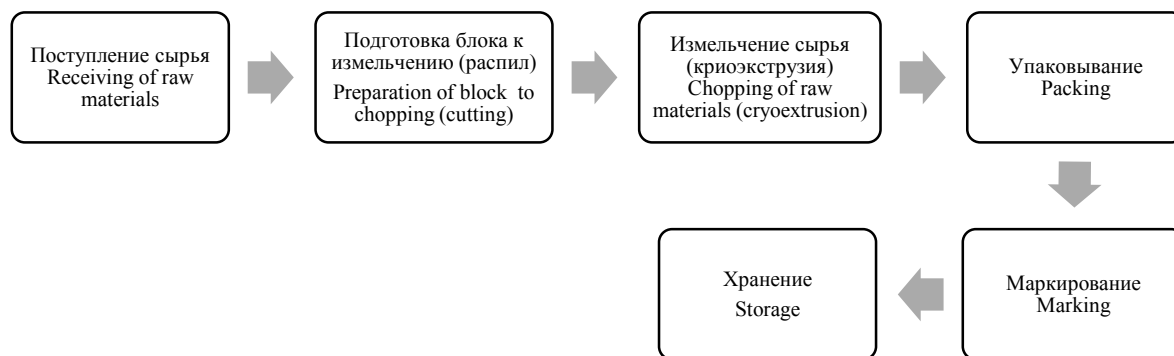


Рисунок 3. Схема технологического процесса производства кормового рыбного фарша (криофарша)

Figure 3. Scheme of the technological process of production of fish minced feed (cryo minced fish feed)

Фактические потери сырья в процессе измельчения методом криоэкструзии составляют от 1% до 2,5%, включая потери при подготовке сырья (при распиле блока), то есть масса готового продукта на выходе составляет 97,5–99% от массы сырья. Согласно утвержденным нормативам отходы и потери при производстве фарша из путассу мороженой неразделанной в процентном отношении к массе сырья, поступившего на конкретную операцию, составляют: при дефростации сырья – до 2%, при повторном замораживании продукта – до 3,8%. Таким образом, при использовании метода криоэкструзии в связи с отсутствием таких технологических операций, как дефростация и повторное замораживание продукта, выход продукции увеличивается от 3,2 до 4,8%.

Готовый продукт – криофарш имеет однородное измельчение, рассыпчатую консистенцию, запах, свойственный виду рыбы, из которого он был произведен. Температура в толще продукта на выходе не изменяется и равна температуре сырья до начала переработки – минус 18 °С. Полученная замороженная фаршевая масса хорошо формуется, поэтому может быть упакована в различные виды тары. Это создаёт

возможность использовать наиболее предпочтительный для потребителя вид и вес упаковки, что немаловажно, особенно при поставке кормов в личные подсобные и фермерские хозяйства. Кроме того, рассыпчатая консистенция фаршевой массы позволяет смешивать криофарш с различными компонентами, в том числе с растительными, и получать комбинированный кормовой продукт с заданными питательными свойствами.

Согласно справочных данных о химическом составе, биохимических и технологических свойствах гидробионтов, изложенных в материалах ПИНРО, ВНИРО от 1998 года, путассу относится к белковым, маложирным (тощим) рыбам, содержание белка в неразделанной рыбе колеблется, в зависимости от сезона, от 15,8 до 17,2%. Представляло интерес сравнить химический состав мороженой путассу и полученных из неё криофарша и кормового рыбного фарша из путассу, соответствующего требованиям ТУ 9283-018-0469805 «Фарш кормовой мороженный. Технические условия». Результаты исследований (в пересчете на усредненную влагу 78%) представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Химический состав мороженой путассу и кормовых фаршей, %

Table 1.

Chemical composition of frozen blue whiting and the minced fish feed, %

№ п/п	Объект исследования Investigatiuon object	Вода Water	Белок Protein	Жир Fat	Зола Ash content
1.	Путассу целая / Blue whiting whole	78,0	17,0	2,08	2,92
2.	Криофарш из путассу / Cryo minced fish feed from blue whiting	78,0	17,1	2,95	1,95
3.	Кормовой фарш из путассу / Fish minced feed from blue whiting	78,0	15,2	3,65	3,15

В результате проведенных работ было установлено, что измельчение сырья путем продавливания через охлаждаемую фильеру позволяет полностью исключить потери белка, что невозможно обеспечить при использовании существующей стандартной технологии производства кормового рыбного фарша, одной из стадий которой является дефростация сырья.

На основании результатов проведенных исследований разработаны проекты документов для выпуска кормового криофарша, а именно ТУ ХХХХ-053-00471633-2016 «Криофарш рыбный кормовой мороженный – полуфабрикат для кормовых целей. Технические условия» и ТИ-053-2016 «Технологическая инструкция по изготовлению криофарша мороженого – полуфабриката для кормовых целей».

Заключение

Разработана технология получения кормового фарша из замороженного рыбного сырья, основанная на применении метода криоэкструзии. Экспериментальными работами

по получению криофарша из путассу с использованием экструзионной установки поршневого типа с охлаждаемыми рабочими органами установлено, что выход продукции увеличивается от 3,2 до 4,8%, минимизируются потери питательных веществ рыбы, что способствует повышению качества кормового фарша при общем снижении затрат на его производство в связи с исключением из процесса производства стадии дефростации, перемешивания и повторной заморозки готового продукта.

Полученный по разработанной технологии кормовой криофарш можно хранить длительное время, не подвергая повторной заморозке. Продукт рекомендуется непосредственно использовать как полуфабрикат для приготовления кормосмесей, либо высушивать различными методами, после чего использовать для приготовления новых видов кормов с заданной рецептурой. Замороженная масса хорошо формуется, в связи с чем по согласованию с потребителем можно использовать наиболее предпочтительный вид и размер упаковки, особенно при поставках кормов в хозяйства малых форм собственности.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Кононенко С.И. Влияние скармливания протеиновых добавок на продуктивность // Научный журнал КубГАУ. 2013. № 85 (01). URL: <http://ej.kubagro.ru/2013/01/pdf/10.pdf> (дата обращения: 22.05.2016).
- 2 Титова С.А., Куранова Л.К. Использование сырьевых ресурсов Арктики в кормлении птицы // Материалы международной научно-практической конференции «Современные эколого-биологические и химические исследования, техника и технология производств», Мурманск, 8 апр. 2016 г. Мурманск: Изд-во МГТУ, 2016. С. 90–96.
- 3 Помоз А.С., Ярочкин А. П., Никулин Ю. П., Прудченко Л. И. и др. Безопасность и биологическая ценность ферментированных кормовых продуктов из отходов переработки дальневосточных рыб // Известия ТИНРО. 2012. Т. 168. С. 301 – 309.
- 4 Гаврилов Т.А., Няникова А.В., Патайнен Л.С., Широких А.К. Повышение эффективности звероводческого производства путем совершенствования методики составления рационов кормления // Научный журнал КубГАУ. 2013. № 91 (07). URL: <http://ej.kubagro.ru/2013/07/pdf/52.pdf> (дата обращения: 22.10.2016).
- 5 Гаврилов Т. А. Исследование эффективности работы оборудования для тонкого измельчения мясо-рыбных кормов // Научный журнал КубГАУ. 2013. № 03 (87). URL: <http://ej.kubagro.ru/2013/03/pdf/28.pdf> (дата обращения: 22.10.2016).
- 6 Голубева О. А., Насонова Е. С. Исследование процесса криоэкструзии как способа совершенствования технологии переработки сырья // Материалы междунар. науч.-техн. конф. «Наука и образование – 2012», Мурманск, 2-6 апреля 2012 г. Мурманск: Изд-во МГТУ, 2012.
- 7 Шарвадзе Р., Литвиненко Н. Использование морепродуктов в кормлении кур-несушек // Птицеводческое хозяйство. Птицефабрика. 2011. № 5. С. 30–34.
- 8 Ahlstrom O., Tjernsbekk M., Tauson A-H. Protein digestibility of some traditional and new feed ingredients for mink // Scientifur. 2012. №36. P. 19-24.
- 9 Damgaard B. M., Larsen P. F., Clausen T. N. Effects of dietary protein level on growth, health and physiological parameters in growing- furring mink // Scientifur. 2012. №36. P. 32-39.
- 10 Экструдер-измельчитель с охлаждаемыми рабочими органами: заявка 2016103972/02(006331) Рос. Федерация: МПК⁷ / Голубева О.А.; заявитель Мурм. гос. техн. университет; Заявл. 08.02.16; Полжит. решение 25.04.16, 5 с.

REFERENCES

- 1 Kononenko S.I. Effect of feeding protein supplements on the productivity. *Nauchnui zhurnal KubGAU* [Scientific journal of KubSAU] 2013, no. 85 (01). Available at: <http://ej.kubagro.ru/2013/01/pdf/10.pdf> (accessed: 22.05.2016) (in Russian)
- 2 Titova S.A., Kuranova L.K. Use of natural resources in the Arctic in poultry feeding. *Materialy mezhregional'noi nauchno-prakticheskoy konferentsii «Sovremennye ekologo-biologicheskie i khimicheskie issledovaniya, tekhnika i tekhnologiya proizvodstv»* [Materials of international scientific-practical conference «Modern ecological and biological and chemical research, technology and production», Murmansk, April 8 2016] Murmansk, Izd-vo MGTU, 2016, pp. 90–96. (in Russian)
- 3 Pomos A.S., Yarochkin A.P., Nikulin Yu.P., Prudchenko L.I. et al. The safety and biological value of fermented feed from wastes of the far eastern fish. *Izvestiya TINRO* [Proceedings of Pacific Ocean Scientific Research Fisheries Center] 2012, vol. 168, pp. 301 – 309 (in Russian)
- 4 Gavrilov T. A., Nyanikova A.V., Patalainen L. S., Shirokikh K. A. Enhancement of the effect of fur production by the upgrading of the methodology for the feeding. *Nauchnui zhurnal KubGAU* [Scientific journal of KubSAU] 2013, no. 91 (07). Available at: <http://ej.kubagro.ru/2013/07/pdf/52.pdf> (accessed: 22.10.2016) (in Russian)
- 5 Gavrilov T. A. Analysis of efficiency of equipment for fine chopping of meat and fish feed. *Nauchnui zhurnal KubGAU* [Scientific journal of KubSAU] 2013, no 03 (87). Available at: <http://ej.kubagro.ru/2013/03/pdf/28.pdf> (accessed: 22.10.2016) (in Russian)
- 6 Golubeva O.A., Nasonova E. S. Investigation of the process of cryoextraction as a way of improving the technology of processing of materials. *Materialy konferentsii «Nauka i obrazovanie-2012»* [Proceedings of the international. scientific.-tech. conf. Murmansk, 2 – 6 April 2012] Murmansk, Izd-vo MGTU, 2012 (in Russian).
- 7 Sharvadze, R., Litvinenko N. The use of seafood in feeding laying hens. *Ptitsevodcheskoe khozyaistvo. Ptitsefabrika* [The poultry farm. Poultry] 2011, no. 5, pp. 30–34. (in Russian)
- 8 Ahlstrom O., Tjernsbekk M., Tauson A-H. Protein digestibility of some traditional and new feed ingredients for mink. *Scientifur*, 2012, no. 36, pp. 19-24.
- 9 Damgaard B. M., Larsen P. F., Clausen T. N. Effects of dietary protein level on growth, health and physiological parameters in growing- furring mink. *Scientifur*, 2012, no. 36, pp. 32-39.
- 10 Golubeva O.A. Ekstruder-izmel'chitel' s okhlazhdaemyimi rabochimi organami [Extruder-chopper with a cooled working bodies. Application 2016103972/02(006331)] 2016, 5 p. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Светлана А. Титова аспирант, кафедра технологий пищевых производств, Мурманский государственный технический университет, ул. Спортивная, 13, г. Мурманск, 183010, Россия, sobmolotkova@yandex.ru

Ольга А. Голубева к. т. н., доцент, кафедра технологического и холодильного оборудования, Мурманский государственный технический университет, ул. Спортивная, 13, г. Мурманск, 183010, Россия, golubevaoa@mstu.edu.ru

Людмила К. Куранова к. т. н., зав. научно-исследовательской лабораторией, кафедра технологий пищевых производств, Мурманский государственный технический университет, ул. Спортивная, 13, г. Мурманск, 183010, Россия, kuranoval@rambler.ru

Владимир А. Гроховский д. т. н., профессор, кафедра технологий пищевых производств, Мурманский государственный технический университет, ул. Спортивная, 13, г. Мурманск, 183010, Россия, v.grokhovsky@mail.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Svetlana A. Titova graduate student, food production technology department, Murmansk state technical university, Sportivnaya, 13, Murmansk, 183010, Russia, sobmolotkova@yandex.ru

Olga A. Golubeva candidate of technical sciences, associate professor, processing and refrigerating equipment department, Murmansk state technical university, Sportivnaya, 13, Murmansk, 183010, Russia, golubevaoa@mstu.edu.ru

Lyudmila K. Kuranova candidate of technical sciences, head of research laboratory, food production technology department, Murmansk state technical university, Sportivnaya, 13, Murmansk, 183010, Russia, kuranoval@rambler.ru

Vladimir A. Grokhovskii doctor of technical sciences, professor, food production technology department, Murmansk state technical university, Sportivnaya, 13, Murmansk, 183010, Russia, v.grokhovsky@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Светлана А. Титова написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

Ольга А. Голубева обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперимент, выполнила расчёты

Людмила К. Куранова консультация в ходе исследования

Владимир А. Гроховский консультация в ходе исследования

CONTRIBUTION

Svetlana A. Titova wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Olga A. Golubeva review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

Lyudmila K. Kuranova consultation during the study

Vladimir A. Grokhovskii consultation during the study

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

ПОСТУПИЛА 10.11.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 30.11.2016

RECEIVED 11.10.2016

ACCEPTED 11.30.2016

Влияние ультразвукового воздействия на физико-химические показатели кваса

Вера А. Демченко	¹	dem8484@gmail.com
Анастасия С. Образцова	¹	nasta165921@mail.ru
Мария А. Иванова	²	tpp@unecon.ru

¹ кафедра технологических машин и оборудования, Университет ИТМО, ул. Ломоносова д.9, г. Санкт-Петербург, Россия

² учебный отдел, Техникум пищевой промышленности, Санкт-Петербургский государственный экономический университет, ул. Большая Морская, 8, Санкт-Петербург, Россия

Реферат. В данной работе для интенсификации процесса производства кваса предлагается использовать установку «Волна-М» УЗТА-1/22-ОМ для обработки продукта ультразвуком. Целью эксперимента являлось исследование влияния обработки технологической воды и дрожжевой суспензии ультразвуком при изготовлении кваса. Для достижения поставленной задачи на кафедре Технологических машин и оборудования Университета ИТМО была разработана экспериментальная установка. В процессе проведения опыта изучалось влияние ультразвуковой обработки на физико-химические показатели готового напитка, изготовленного по различным рецептурам, в зависимости от разноразмерного воздействия ультразвука. Была проведена органолептическая оценка продукта, измерена активная кислотность и количество сухих веществ в готовом напитке. При обработке кваса ультразвуком мощностью 60 и 90 Вт при дегустации в продукте стал заметен приятный карамельный привкус. Благодаря этому эффекту возможна замена на производстве безалкогольных напитков дорогостоящего оборудования, применяемого для варки колеровочного сахарного сиропа в сироповарочных, колеровочных котлах, более дешевой ультразвуковой установкой. Кислотность исследуемых образцов повышалась в пределах допустимых норм. На количество сухих веществ в квасе ультразвуковая обработка существенно не влияет. Для увеличения срока хранения напитка применяется микрофильтрация. Предполагается ускорение процесса получения квасов брожения в 2 раза. Показано, что фильтрация с применением дозируемого ультразвука при изготовлении кваса позволяет не только снизить затраты на оборудование и убрать некоторые традиционные технологические процессы, но и обеспечить при этом холодную стерилизацию кваса с повышением его показателей качества.

Ключевые слова: квас, ультразвук, дрожжи, вода, интенсификация

Effect of ultrasonic treatment on the physico-chemical parameters of kvass

Vera A. Demchenko	¹	dem8484@gmail.com
Anastasia S. Obratsova	¹	nasta165921@mail.ru
Maria A. Ivanova	²	tpp@unecon.ru

¹ technological machines and equipment department, University ITMO, Lomonosov str., 9, St. Petersburg, Russia

² educational department, College food industry, Saint Petersburg State University of Economics, Bolshaya Morskaya str, 8, St. Petersburg, Russia

Summary. In this paper, for the intensification of production kvass process are encouraged to use the installation "Wave-M" UZTA-1/22-OM sonication product. The aim of the experiment was to study the effect of treatment of process water and the yeast suspension with ultrasound in the production of kvass. To achieve its objectives for the Department of technological machinery and equipment ITMO University experimental setup was designed. In the course of the experiment we studied the effect of ultrasonic treatment on the physico-chemical characteristics of the finished beverage, made in different formulations, depending on the tiered effect of ultrasound. Organoleptic evaluation of the product was carried out, and active acidity measured amount of dry matter in the finished beverage. When processing kvass ultrasound power of 60 and 90 W at a tasting in the product became noticeable pleasant caramel flavor. Due to this effect may be replaced in the production of soft drinks expensive equipment used for cooking in sugar syrup tinting siropovarochnykh, kolerovarochnykh boilers cheaper ultrasonic unit. The acidity of the samples increased within acceptable limits. On the amount of solids in kvass ultrasonic treatment did not significantly affected. To increase the shelf life of the beverage used microfiltration. Anticipated acceleration of the process of obtaining fermented kvass 2 times. It is shown that the filtration using the dosing of ultrasound in the production of kvass not only reduce the cost of the equipment and remove some of the traditional processes, but also provide with the cold sterilization of kvass with higher quality indicators.

Keywords: kvass, ultrasound, yeast, water, intensification

Введение

Хлебный квас является продуктом незаконченного спиртового и молочнокислого брожения. Квасное сусло подвергается сбраживанию комбинированной культурой квасных дрожжей и молочнокислых бактерий. В результате брожения получается приятный, освежающий напиток коричневого цвета с характерным хлебным ароматом. Максимальная доля этилового спирта в квасе составляет 1,2% об. Основным сырьем для производства кваса является ферментированный и неферментированный ржаной солод, ржаная мука, вода, сахар.

Для образования ароматических и красящих веществ ферментированный солод подвергается термообработке нагретым воздухом. Вкус готового ржаного солода обусловлен меланоидинами, образующимися в результате взаимодействия сахаров и аминокислот [10, 12].

Рациональный способ получения квасного сусла характеризуется следующими стадиями: запаривание дробленого ржаного ферментированного солода и ржаной муки (при повышенном давлении); клейстеризация и разжижение крахмала; гидролиз крахмала и частично белка [6, 8].

Для цитирования

Демченко В. А., Образцова А. С., Иванова М. А. Влияние ультразвукового воздействия на физико-химические показатели кваса // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 18–21. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-18-21

For citation

Demchenko V. A., Obratsova A. S., Ivanova M. A. Effect of ultrasound on physical and chemical kvass. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 18–21. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-18-21

В квасоварении применяют сушеные квасные дрожжи *Saccharomyces cerevisiae* М, 131-К, С-2, винные, Штейберг 6, Киевские низового брожения, Днепропетровские 6 и хлебопекарные. Также применяют молочнокислые гетероферментные бактерии рас 11 и 13 [7].

В процессе спиртового брожения в квасе накапливается 0,3–0,5% (по объему) спирта и углекислого газа. Кроме того, образуются продукты гетероферментативного молочнокислого брожения – молочная и уксусная кислоты, этиловый спирт, углекислый газ, летучие ароматические вещества (диацетил и этилацетат), которые создают специфический аромат и вкус пива [9].

Благодаря своему химическому составу, включающему большое количество витаминов (В₁, В₂, РР, D), органические кислоты, аминокислоты, ферменты и микроэлементы, при регулярном употреблении хлебный квас оказывает благотворное влияние на сердечно-сосудистую систему, регулирует обменные процессы в организме человека, способствует нормализации деятельности желудочно-кишечного тракта. Также квас является профилактическим и диетическим напитком, способствующим снижению усталости и стимуляции работоспособности [4, 5].

Употребление данного напитка противопоказано лицам с нарушениями функций печени, желудка, страдающим гипертонической болезнью и целиакией.

За последние десятилетия в безалкогольном и слабоалкогольном направлениях производства напитков произошли значительные изменения. Достигнуты большие успехи в совершенствовании оборудования и технологии изготовления квасоварения [3, 11]. Практически все производство кваса переведено на индустриальный метод: напиток готовят из концентрата квасного сусла (ККС) и концентрата кваса, что позволяет существенно улучшить качество продукта, уменьшить потери экстрактивных веществ, значительно понизить экономические затраты [2].

Квасные хлебцы являются одним из видов сырья для приготовления хлебного кваса. Их получают в результате выпечки теста, приготовленного из ржаного солода (64,5%), ржаной муки (25%) и ячменного солода (10,5%). Ржаной и ячменный солод перерабатывается в размолотом виде [1].

Получение концентратов квасного сусла позволяет увеличить сезонный выпуск хлебного кваса; а также дает возможность упростить технологию приготовления квасного сусла. Концентрат квасного сусла (ККС) представляет собой вязкую густую жидкость темнокоричневого цвета кисло-сладкого вкуса с характерным ароматом свежеспеченного ржаного хлеба. Содержание сухих веществ в концентрате квасного сусла $70 \pm 2\%$ [3].

Основными стадиями производства кваса являются: приготовление квасного сусла (настойный

способ, с применением ферментных препаратов, путем разбавления ККС); сбраживание квасного сусла; купаживание кваса; розлив кваса.

Целью проводимого исследования являлись: изучение возможностей совершенствования технологии приготовления кваса с применением ультразвука; изучение влияния ультразвуковой обработки на физико-химические показатели готового напитка; интенсификация оборудования производства кваса.

Материалы и методы исследования: квас, изготовленный из сухого концентрата; квас, изготовленный по «классическому» рецепту; квас, изготовленный из концентрата квасного сусла; ультразвуковая установка.

Оценку качества контрольных и обработанных ультразвуком образцов проводили в лаборатории Техникума пищевой промышленности, г. Санкт-Петербург по общепринятым стандартным методикам в безалкогольной промышленности.

Нами были исследованы физико-химические показатели изготовленных по различным рецептурам образцов кваса в зависимости от разноразмерного воздействия ультразвука; органолептические показатели; активная кислотность продукта (рН) и количество сухих веществ.

Посредством органолептической оценки между образцами кваса «классического» (1), изготовленного из сухого концентрата (2) и изготовленного из концентрата квасного сусла (3) для дальнейшего исследования были выбраны два последних варианта, так как первый не прошел органолептическую оценку по внешнему виду и вкусо-ароматическим показателям.

Далее два выбранных образца подвергались обработке ультразвуком.

На рисунке 1 представлена лабораторная установка с ультразвуковым генератором.



Рисунок 1. Внешний вид экспериментальной установки для исследования влияния ультразвукового излучения на формирование органолептических и физико-химических показателей кваса

Figure 1. External view of the experimental setup to study the effect of ultrasonic radiation on the formation of organoleptic and physico-chemical parameters of kvass

В емкость экспериментальной установки помещали готовый напиток объемом 250 мл, с помощью зажима на штативе регулировали оптимальный уровень погружения насадки ультразвукового устройства марки «Волна» и обрабатывали жидкостную среду разной мощностью воздействия от $30 \pm 1,0$ до $90 \pm 1,0$ Вт, шагом 15 единиц в течение 60 секунд. Плотность звуковой энергии $15 \cdot 10^3$ – $20 \cdot 10^3$ кДж/м³.

Органолептические показатели исследуемых образцов кваса, изготовленного из сухого концентрата (СК)

Table 1.

Organoleptic characteristics of samples of the brew made from the dried concentrate (SC)

Органолептические свойства / Organoleptic characteristics						
Мощность, Вт Power, W	без обработки without treatment	30	45	60	75	90
Контроль Control	яркий хлебный bright bread	–	–	–	–	–
Образец СК Sample SC	–	умеренный хлебный moderate bread	Слабый горь- кий хлебный weak bitter bread	Умеренный хлебный moderate bread	Сильный горь- кий хлебный strong bitter bread	Ярко выраженный горький хлебный pronounced bitterbread

Таблица 1.

Органолептические показатели исследуемых образцов кваса, изготовленного из концентрата квасного сусла (ККС)

Table 1.

Organoleptic characteristics of samples of kvass, made from concentrate kvass wort (KKS)

Органолептические свойства / Organoleptic characteristics						
Мощность, Вт Power, W	без обработки without treatment	30	45	60	75	90
Контроль Control	яркий хлебный bright bread	–	–	–	–	–
Образец СК Sample SCC	–	умеренный хлебный moderate bread	слабый хлебный weak bread	слабый карамельный weak caramel	умеренный карамельный moderate caramel	ярко выраженный карамельный pronounced caramel

Как видно из таблицы 1 органолептические исследования показали, что контрольный образец имел ярко-выраженный хлебный вкус, а в образцах при обработке ультразвуком, начиная с 45 Вт, стал появляться слабый горьковатый привкус хлеба и при обработке 90 Вт перешел в сильный горький хлебный вкус, что недопустимо по нормам.

В таблице 2 показано, что контрольный образец, изготовленный из концентрата квасного сусла, также имел ярко-выраженный хлебный вкус, а начиная с обработки ультразвуком мощностью 60 Вт стал заметен приятный карамельный привкус и при обработке в 90 Вт продукт имел ярко-выраженный карамельный вкус. Такого эффекта в промышленном производстве кваса добиваются путем варки колеровочного сахарного сиропа в сироповарочных, колеровочных котлах.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Антуфьев В.Т., Демченко В.А., Казаков Ю.Р. Экспериментальный стенд питателя для оценки воздействия ультразвуковых колебаний на процесс истечения круп // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. 2015. № 2. С. 155–161.
- 2 Балюбаш В.А., Алешичев С.Е., Пастухов А.С. Формирование алгоритмов многоканального управления в процессах производства пищевых продуктов // Современная наука и инновации. 2016. № 2(14). С. 79–85.
- 3 Иванова М.А., Понедельченко А.А. Разработка экспериментальной ультразвуковой установки с керамическими мембранными элементами для обработки вина // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. 2015. № 1. С. 56–61.

Заключение

Благодаря применению ультразвука на производстве кваса дорогостоящие котлы могут быть заменены на более дешевое оборудование, в частности, ультразвуковую установку, что существенно сократит расходы производства.

Кислотность исследуемых образцов кваса повышалась в интервале мощности ультразвука от 45 до 60 Вт на 0,2 единицы, с последующим ее понижением до 4 единиц при мощности ультразвука 90 Вт, что не превышает показателей нормы, представленных в торговой сети.

В ходе эксперимента было установлено, что на количество сухих веществ готового кваса ультразвуковая обработка существенно не влияет.

- 4 Коротких Е.А., Востриков С.В., Новикова И.В. Хлебный квас на основе порошкообразного полисолодового экстракта / Пиво и напитки. 2011. № 4. С. 26–27.

- 5 Коротких Е.А., Новикова И.В., Агафонов Г.В., Хрипушин В.В. Квас специального назначения // Вестник ВГУИТ. 2013. № 2. С. 134–140.

- 6 Помозова В.А. Производство кваса и безалкогольных напитков. Учебное пособие. СПб: ГИОРД. 2006. 192 с.

- 7 Скиба Е.А., Шаврыкина Н.А., Ламберова М.Э. Основы промышленной микробиологии. Учебное пособие. Бийск: Алтайский гос. техн. ун-т, 2013. 110 с.

- 8 Смотраева И.В., Баланов П.Е., Третьяков Н.А. Применение ультразвука при переработке растительного сырья // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2014. № 37. С. 264–267.

9 Часовщиков А.Р., Помозова В.А. и др. Состав органических кислот напитков на зерновом сырье // Техника и технология пищевых производств. 2011. № 4. С. 1–5.

10 Шестаков С.Д., Красуля О.Н., Артемова Я.А., Тихомирова Н.А. Ультразвуковая сонохимическая водоподготовка // Молочная Промышленность. 2011. № 5. С. 39–43.

11 Berenguer M., Vegara S., Barrajón E., Saura D. et al. Physicochemical characterization of pomegranate wines fermented with three different *Saccharomyces cerevisiae* yeast strains // Food Chemistry. 2015. №190. P. 848–855.

12 Chandrapala J., Oliver C., Kentish S., Ashokkumar M. Ultrasonics in food processing – Food quality assurance and food safety // Food Science and Technology. 2012. № 26 (2). P. 88–98

REFERENCES

1 Antuf'ev V.T., Demchenko V.A., Kazakov Y.R. Experimental stand feeder to assess the impact of ultrasonic vibrations on the process of the expiration of the croup. *Nauchnyi zhurnal ITMO* [Scientific Journal ITMO. Series: Processes and devices of food manufactures] 2015, no. 2, pp. 155–161. (in Russian)

2 Balyubash V.A., Aleshichev S.E., Pastukhov A.S. Formation of a multi-channel control algorithms in food production processes. *Sovremennaya nauka I innovatsii* [Modern Science and Innovation] 2016, no. 2 (14), pp. 79–85. (in Russian)

3 Ivanova M.A., Ponedelchenko A.A., Development of an experimental ultrasonic device with ceramic membrane elements for processing wine. *Nauchnyi zhurnal ITMO* [Scientific Journal ITMO. Series: Processes and devices of food manufactures] 2015, no. 1, pp. 56–61. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Вера А. Демченко к.т.н, старший преподаватель, кафедры технологические машины и оборудования, Университет ИТМО, ул. Ломоносова д.9, г. Санкт-Петербург, Россия, dem8484@gmail.com

Анастасия С. Образцова магистрант, кафедра технологические машины и оборудования, Университет ИТМО, ул. Ломоносова д.9, г. Санкт-Петербург, Россия, nasta165921@mail.ru

Мария А. Иванова Зав. отделением 19.02.03 Технология бродильных производств и виноделия, учебный отдел, Техникум пищевой промышленности, Санкт-Петербургский государственный экономический университет, ул. Большая Морская, 8, Санкт-Петербург, Россия, tpp@unecon.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Вера А. Демченко написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

Анастасия С. Образцова обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперимент

Мария А. Иванова консультация в ходе исследования, корректировка текста рукописи

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 29.11.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 01.12.2016

4 Korotkikh E.A., Vostrikovs S.V., Novikova I.V. Bread kvass based poly-solod powdered extract. *Pivo i napitki* [Beer and beverages] 2011, no. 4, pp. 26–27. (in Russian)

5 Korotkikh E.A., Novikova I.V., Agafonov G.V., Khripushin V.V. Kvass special purpose. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET] 2013, no. 2, pp. 134–140. (in Russian)

6 Pomozova V.A. Proizvodstvo kvasa I bezalkogol'nykh napitkov [Production of kvass and soft drinks] Saint-Petersburg, GIOR, 2006. 192 p. (in Russian)

7 Skiba E.A., Shavrykina N.A., Lamberova M.E. Osnovy promyshlennoi mikrobiologii [Fundamentals of Industrial Microbiology] Biisk, Altai state tech. univ, 2013. 110 p. (in Russian)

8 Smotraeva I.V., Balanov P.E., Tretyakov N.A., The use of ultrasound in the processing of vegetable raw materials. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo aagrarnogo universiteta* [Proceedings of the Saint-Petersburg State Agrarian University] 2014, no. 37, pp. 264–267. (in Russian)

9 Chasovshchikov A.R., Pomozova V.A. et al. The composition of organic acids in the grain beverage raw materials. *Tekhnika I tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Engineering and technology of food production] 2011, no. 4, pp 1–5. (in Russian)

10 Shestakov S.D., Krasulia O.N., Artemova Ya.A., Tikhomirov N.A. Ultrasonic sonochemical water treatment. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy Industry] 2011, no. 5, pp. 39–43. (in Russian)

11 Berenguer M., Vegara S., Barrajón E., Saura D. et al. Physicochemical characterization of pomegranate wines fermented with three different *Saccharomyces cerevisiae* yeast strains. *Food Chemistry*, 2015, no. 190, pp. 848–855.

12 Chandrapala J., Oliver C., Kentish S., Ashokkumar M. Ultrasonics in food processing – Food quality assurance and food safety. *Food Science and Technology*, 2012, no. 26 (2), pp. 88–98.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Vera A. Demchenko candidate of technical sciences, senior lecturer, technological machines and equipment department, University ITMO, Lomonosov str., 9, St. Petersburg, Russia, dem8484@gmail.com

Anastasia S. Obratsova master student, technological machines and equipment department, University ITMO, Lomonosov str., 9, St. Petersburg, Russia, nasta165921@mail.ru

Maria A. Ivanova Head of the Division of 19.02.03 Fermentation Technology and Wine, educational department, College food industry, Saint Petersburg State University of Economics, Bolshaya Morskaya str, 8, St. Petersburg, Russia, tpp@unecon.ru

CONTRIBUTION

Vera A. Demchenko wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Anastasia S. Obratsova review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment

Maria A. Ivanova consultation during the study, correction of the manuscript text

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 11.29.2016

ACCEPTED 1.12.2016

Гидродинамические особенности осаждения частиц процесса декантации при рекуперации вторичных вод

Геннадий В. Калашников¹

kagen5@yandex.ru

Иван М. Атисков¹

nagi.soichero@mail.ru

¹ кафедра машин и аппаратов пищевых производств, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия

Реферат. Водное хозяйство является важной составной частью в производственной сфере каждого свеклосахарного завода. Оно по своей сложности и удельному водопотреблению не имеет аналогов среди других пищевых предприятий. При производительности свеклосахарного завода по свекле 9 тыс. т в сутки требуется для мойки свеклы большой удельный расход воды и необходимо около 60 тыс. т воды. В связи с этим большое внимание уделяется очистке транспортерно-моечных вод, что позволяет ее повторно использовать для мойки свеклы, а также выполнять более качественную очистку вторичных вод. На основе изучения технологии очистки вторичных вод проведен анализ исследования процесса гравитационного осаждения частиц при стесненном движении. Осаждение твердых частиц в суспензии под действием сил тяжести и центробежных сил, механическое перемешивание в жидких средах связано с движением твердых тел в жидкостях. При движении тела в жидкости возникает сопротивление, которое зависит от режима движения и формы обтекаемого тела. В процессах осаждения взвешенная частица перемещается в жидкости под действием различных сил: силы тяжести и подъемной (архимедовой) силы, направленной в сторону, обратную направлению силы тяжести, а также силы движения самой среды (суспензии) за счет механического перемешивания. На основе моделирования гравитационного осаждения частиц при стесненном движении в процессе очистки вторичных вод свеклосахарного производства и предложенной методике расчета определена скорость осаждения частиц в зависимости от наличия дисперсной фазы и переменного числа Рейнольдса при различном диаметре осаждаемых частиц. Выполнен анализ механизма гравитационного осаждения при стесненном движении и приведены результаты расчета в виде графиков изменения функции отношения скоростей при стесненном и свободном движении от доли дисперсной фазы при различных значениях числа Рейнольдса, которые позволяют определить скорость осаждения для различного диаметра частиц. На основе изучения технологических процессов очистки промышленных вод и осаждения при стесненном движении твердых частиц в жидкости определены направления рекуперации вторичных вод и предложена машинно-аппаратурная схема линии очистки транспортерно-моечных вод свеклосахарного производства. Разработана схема участка мойки свеклы и рекуперации вторичных вод на ОАО «Елань-Коленовский сахарный завод», которая предусматривает высокую степень очистки транспортерно-моечных вод.

Ключевые слова: транспортерно-моечная вода, осаждение частиц, скорость стесненного движения, свекла

Hydrodynamic properties of sedimentation particles of decantation process in recovery of secondary water

Gennadii V. Kalashnikov¹

kagen5@yandex.ru

Ivan M. Atiskov¹

nagi.soichero@mail.ru

¹ machines and equipment for food production department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia

Summary. The water management is the important component in industrial sphere of everyone sugar beet a factory. It on the complexity and specific water consumption has no analogues among other food enterprises. At productivity sugar beet a factory on a beet 9 thousand t in day is required for a washing of a beet the big specific charge of water and it is necessary nearby 60 thousand t waters. In this connection the big attention is given clearing of transporter-washing waters that allows to use repeatedly her for a washing of a beet, and also to carry out better clearing secondary waters. On the basis of studying technology of clearing of secondary waters it is carried out the analysis of research of process of gravitational sedimentation of particles at the constrained movement. Sedimentation of firm particles in suspensions under action of gravities and centrifugal forces, mechanical hashing in liquid environments is connected with movement of firm bodies in liquids. At movement of a body in a liquid there is a resistance which depends on a mode of movement and the form of a streamline body. In processes of sedimentation the weighed particle moves to liquids under action of various forces: gravities and elevating (ascending) forces directed aside, return to a direction of a gravity, and also force of movement of the environment (suspension) due to mechanical hashing. On the basis of modeling gravitational sedimentation of particles at the constrained movement during clearing secondary waters sugar beet manufactures and the offered design procedure speed of sedimentation of particles depending on presence of a disperse phase and Reynolds's variable number is certain at various diameters of besieged particles. It is analysed the mechanism of gravitational sedimentation at the constrained movement and results of calculation in the form of schedules of change of function of the attitude of speeds are resulted at the constrained and summary movement from a share of a disperse phase at Reynolds's various values which allow to define speed of sedimentation for various diameter of particles. On the basis of studying technological processes of clearing of process waters and sedimentation at the constrained movement of firm particles in a liquid directions recuperation secondary waters are certain and the machine-hardware scheme of a line of clearing of transporter-washing waters sugar beet manufactures is offered. The scheme of a site of a washing of a beet and recuperation secondary waters on JCS "Elan-Kolenovskiy sugar factory" which provides a high degree of clearing of transporter-washing waters is developed.

Keywords: transporter-washing water, sedimentation of particles, speed of the constrained movement, beet

Для цитирования

Калашников Г. В., Атисков И. М. Гидродинамические особенности осаждения частиц процесса декантации при рекуперации вторичных вод // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 22–26. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-22-26

For citation

Kalashnikov G. V., Atiskov I. M. Hydrodynamic properties of sedimentation particles decantation process in secondary recovery water. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 22–26. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-22-26

Введение

Для перерабатывающих производств агропромышленного комплекса важное значение имеет рекуперация отработанной воды, особенно в свеклосахарной отрасли, в которой только для мойки свеклы на одном предприятии при переработке 9 тыс. т свеклы затрачивается около 60 тыс. т воды в сутки. Актуальным является вопрос создания ресурсосберегающих технологий как при переработке сахарной свеклы, так и для других производств, связанных с переработкой пищевого растительного сырья в виде клубней и корнеплодов, а также охраны окружающей среды от сопутствующих загрязнений свеклосахарного производства, экономия расхода воды и ее очистка [1-2].

Известен обобщенный метод определения скорости стесненного движения сферических твердых и газовых частиц в жидкостях, базирующийся на вариационном принципе минимума интенсивности диссипации энергии [3].

Показано, что вариационный принцип минимума интенсивности диссипации энергии может с успехом использоваться для решения гидромеханических задач стесненного движения

фаз при всплывании микропузырьков, осаждении и псевдооживлении. Во всех случаях может быть учтено групповое движение частиц, вызывающее неравномерное распределение дисперсной фазы в аппарате.

В процессе декантации, по мере осаждения взвеси, повышается концентрация частиц в направлении от верхних к нижним слоям. Это способствует тому, что в локальной области сгущенной суспензии наблюдается стесненное осаждение частиц, сопровождающееся трением и взаимными столкновениями. При этом частицы более мелкие тормозят движение более крупных, а частицы больших размеров увлекают за собой частицы мелкой фракции, ускоряя их движение. В результате наблюдается тенденция к сближению скоростей осаждения частиц различных размеров; возникает коллективное, или флуктуационное осаждение частиц с близкими скоростями в каждом сечении аппарата [4].

При этом высота отдельных областей сгущенной суспензии изменяется во времени до момента полного расслоения неоднородной системы на осадок и осветленную жидкость. Это является следствием изменения скорости отстаивания $v_{ост}$ во времени τ (рисунок 1).

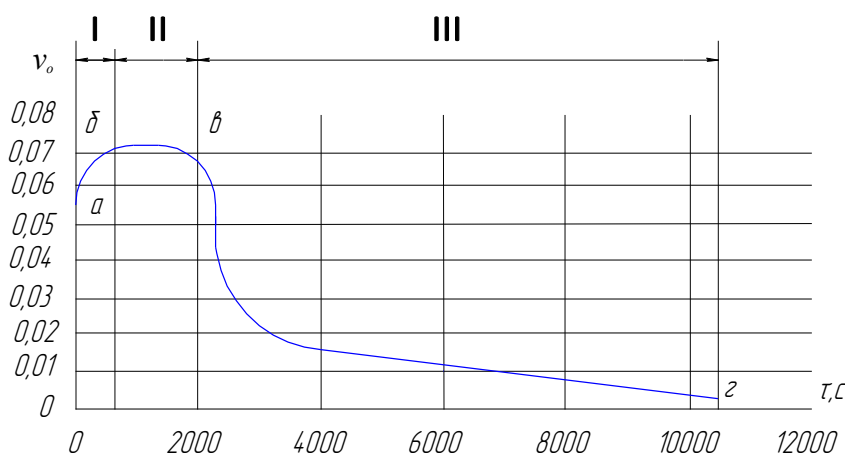


Рисунок 1. Зависимость скорости отстаивания частиц от времени

Figure 1. The dependence of the particles's sedimentation rate from the time

На первой стадии процесса декантации, в начале отстаивания, осаждаются преимущественно более крупные частицы, вызывающие наиболее интенсивное обратное движение жидкости. Однако по мере уменьшения концентрации этих частиц тормозящее влияние обратного тока жидкости ослабевает, и скорость отстаивания возрастает (отрезок ab на рисунок 1) до момента установления динамического равновесия между действующей силой и силой сопротивления жидкости. На второй стадии совместное осаждение частиц происходит с постоянной скоростью

(отрезок bc на рисунок 1). На завершающей третьей стадии процесса происходит уплотнение осадка, т. е. частицы располагаются близко друг к другу и вытеснение жидкости становится затруднительным. При этом процесс отстаивания протекает с уменьшающейся скоростью (отрезок cd на рисунок 1). Снижение скорости частиц при приближении к дну аппарата объясняется тормозящим действием жидкости, вытесняемой осаждающимися частицами и движущейся в обратном направлении.

Скорость стесненного движения частиц меньше скорости свободного их осаждения. Это объясняется тем, что при стесненном осаждении частицы испытывают не только большое сопротивление жидкости, но и добавочное сопротивление, обусловленное трением и соударением частиц.

Для поэтапного отстаивания коэффициент сопротивления в ламинарной области при движении сферических твердых частиц можно определить по формуле [5]

$$\lambda = \frac{24}{\text{Re}} \left(1 + \frac{3}{4} \text{Re} \right), \text{Re} < 0,4 \quad (1)$$

При $\text{Re} < 1$ погрешность составляет меньше 6% и

$$\text{Re} = \frac{vd}{(1-\varphi)\mathcal{G}} \quad (2)$$

где $\mathcal{G}$ – кинематическая вязкость, подаваемой суспензии в отстойник, $\text{м}^2/\text{с}$; d – диаметр частицы, м ; φ – средняя доля дисперсной фазы

Считаем, что частицы обладают сферической формой и перемещаются сверху вниз под действием гравитационной силы, направление которой образует с вертикальной осью Z , проходящей через центр сферы, некоторый угол β (рисунок 2). При этом имеет место не только вертикальное падение частиц со скоростью

$$v_z = -\frac{F}{6\pi a\mu} \left[1 + \frac{3a}{4l} (1 + \cos^2 \beta) \right], \quad (3)$$

но и горизонтальный дрейф в направлении оси X перпендикулярной Z со скоростью

$$v_x = \frac{F}{6\pi a\mu} \frac{3a}{4l} \sin \beta \cos \beta, \quad (4)$$

где a – радиус данной сферы, м ; F – гравитационная сила, Н ; μ – вязкость дисперсионной среды; l – расстояние между центрами сфер, м .

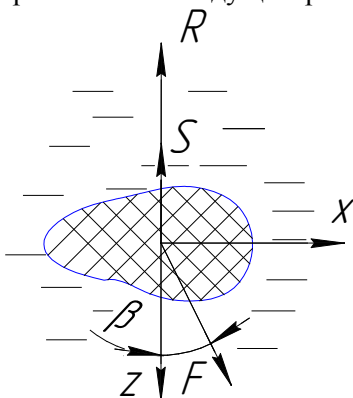


Рисунок 2. Схема к выводу уравнения осаждения частицы под действием силы тяжести

Figure 2. Output particle deposition equation by gravity (scheme)

Принимаем допущение, что когда размер взвешенных частиц много меньше размера аппарата, суспензию можно рассматривать в виде сплошной сферы со свойствами, отличными от свойств дисперсной фазы [4]. В общем случае данная среда по своим реологическим свойствам остается близкой к ньютоновской, но с несколько повышенной вязкостью по сравнению с дисперсионной средой. Рассмотрим эту вязкость в качестве эффективной вязкости μ_e , которую соотнесем с вязкостью дисперсионной среды μ в виде

$$\frac{\mu_e}{\mu} = \frac{\mu_e}{\mu}. \quad (5)$$

Данное соотношение представляет собой безразмерную эффективную вязкость

Величина μ_e в основном определяется значением объемной концентрации дисперсной фазы φ .

Хаппелем и Бреннером было показано, что эффективная вязкость может быть связана с отношением скоростей свободного осаждения одиночной частицы по закону Стокса и частиц в суспензии на основе использования величины корректирующего множителя в силе сопротивления λ .

Для безразмерной эффективной вязкости справедливо выражение вида

$$\frac{\mu_e}{\mu} = (1-\varphi)^m \lambda, \quad (6)$$

где $m = 2$ для двухскоростной модели, которая рассматривает систему как две взаимопроницающие сплошные фазы областей сгущенной суспензии со своими полями скорости.

Отношение скоростей стесненного и свободного движения в каждой из областей является некоторой функцией доли дисперсной фазы, что выражается уравнением [3]

$$\frac{v}{v_0} = f(\varphi) \quad (7)$$

Для определения скорости стесненного движения твердых и газовых частиц часто применяется эмпирическая формула, широко используемая в теории потока дрейфа

$$v = v_0 f(\varphi) \quad (8)$$

где v – скорость стесненного движения частиц дисперсной фазы, $\text{м}/\text{с}$; v_0 – скорость движения одиночной частицы, $\text{м}/\text{с}$; $f(\varphi)$ – эмпирическая функция; φ – средняя доля дисперсной фазы.

Функция $f(\varphi)$ имеет вид

$$f(\varphi) = (1-\varphi)^n \quad (9)$$

Формула для отношения скоростей стесненного и свободного движения частицы,

связывающей безразмерную эффективную вязкость $\bar{\mu}$ с долей твердых частиц в суспензии φ

$$f(\varphi) = (1 - \varphi)^2 \bar{\mu} = (1 - \varphi)^2 (1 + 2,5\varphi + 12,5\varphi^2)^{-1} \quad (10)$$

На основе физической модели осаждения частиц процесса декантации с учетом формул (1)–(10) для рекуперации вторичных вод свеклосахарного производства вычислены значения безразмерной эффективной вязкости $\bar{\mu}$ и функции $f(\varphi)$ (таблица 1).

Данные значения позволяют получить зависимости в виде графиков изменения функции $f(\varphi)$ от φ для процессов осаждения при различных значениях Рейнольдса.

На основе моделирования гравитационного осаждения частиц при стесненном движении в процессе очистки вторичных вод свеклосахарного производства и предложенной методики расчета определены по формулам (1)–(10) скорость осаждения и изменение функции $f(\varphi)$ в зависимости от доли дисперсной фазы и переменного числа Рейнольдса при различном диаметре частиц (рисунок 3).

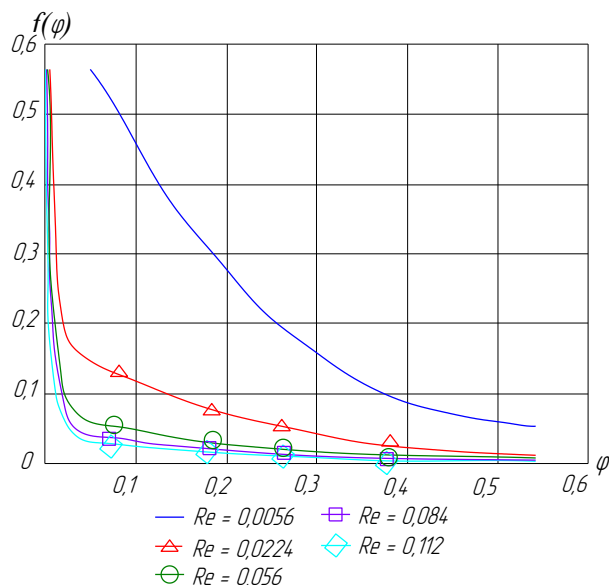


Рисунок 3. График изменения функции $f(\varphi)$ от средней доли дисперсной фазы φ для процесса осаждения при различных значениях Re

Figure 3. Schedule change functions $f(\varphi)$ of the dispersed phase φ average fraction for the precipitation process at various values of Re

Таблица 1.

Зависимости эффективной вязкости и скоростей от дисперсной фазы

Table 1.

Dependence of effective viscosity and velocity of the dispersed phase

Диаметр- частицы, мм The particle diameter, mm	Безразмерная эффективная вязкость $\bar{\mu}$ при различных значениях φ The dimensionless effective viscosity for φ different values				Отношение скоростей $f(\varphi)$ при различных значе- ниях объемной концентрации дисперсной фазы φ The speed ratio $f(\varphi)$ for different values of the vol- ume concentration φ dispersed phase			
	10	20	30	40	10	20	30	40
$d_{\min} = 0,05$	3486,24	2754,6	2109	1549,4	2824	1763	1033,4	558
$d_1 = 0,2$	898,3	709,8	543,4	399,2	728	454,3	266,3	144
$d_2 = 0,5$	362	285,8	218,8	161	293	183	107,2	58
$d_3 = 0,75$	246,24	195	149	109,4	199,5	124,8	73	39,4
$d_{\max} = 1$	188,2	148,7	114	83,6	152,4	95,2	55,86	30

Апробация модели с соотношениями (1)–(10) проведена для осаждения дисперсных частиц в производственных условиях ОАО «Елань-Коленовский сахарный завод» и показала адекватность полученных значений при ламинарном режиме гравитационного осаждения.

Полученные зависимости использованы для инженерного расчета модернизируемого оборудования процесса декантации при рекуперации вторичных вод свеклосахарного производства [6].

Заключение

Разработана эколого-ресурсосберегающая аппаратурно-технологическая схема линии рекуперации вторичных вод для комплексной технологии переработки сахарной свеклы и модернизация оборудования участка очистки транспортно-моечных вод свеклосахарного производства ОАО «Елань-Коленовский сахарный завод», предусматривающие повышение степени осаждения частиц [6], что способствует более качественной очистке транспортно-моечных вод и экономии воды при мойке сахарной свеклы.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Калашников Г.В., Назаретян Д.В. Безотходная технология производства сухого картофельного пюре // Вестник ВГУИТ. 2015. № 3 (65). С. 50–54.
- 2 Arjen Y. H. Assessing and Measuring Environmental Impact and Sustainability // Elsevier. 2015. P. 221–254
- 3 Трушин А.М., Дмитриев Е.А., Носырев М.А., Хусанов А.Е. и др. Обобщенный метод определения скорости ламинарного стесненного движения сферических твердых и газовых частиц в жидкостях // Теоретические основы химической технологии. 2013. Т. 47. № 6. С. 668–671
- 4 Стабников В.Н., Лысянский В.М., Попов В.Д. Процессы и аппараты пищевых производств. М.: Агропромиздат, 1985. 510 с.
- 5 Федоров Н.Е. Методы расчетов процессов и аппаратов пищевых производств. М.: ВНИИПП, 1966. 294 с.
- 6 Калашников Г.В., Атисков И.М. Модернизация линии рекуперации вторичных вод // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК-продукты здорового питания. 2016. № 5 (13). С. 77–80.
- 7 Rossier M. et al. Energy-efficient noble metal recovery by the use of acid-stable nanomagnets // Industrial & Engineering Chemistry Research. 2010. V. 49. №. 19. P. 9355-9362.
- 8 Mikhlin Y. et al. Ultrafine particles derived from mineral processing: A case study of the Pb–Zn sulfide ore with emphasis on lead-bearing colloids // Chemosphere. 2016. V. 147. P. 60-66.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Геннадий В. Калашников д. т. н., профессор, кафедра машин и аппаратов пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, kagen5@yandex.ru
Иван М. Атисков магистрант, кафедра машин и аппаратов пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, nagi.soichero@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Геннадий В. Калашников консультация в ходе исследования
Иван М. Атисков написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 26.10.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 19.11.2016

REFERENCES

- 1 Kalashnikov G.V., Nazaretyan D.V. Waste-free production technology of dry mashed potatoes. *Vestnik VGUIT* [Proceedings VSUET], 2015, no. 3, pp. 50–54. (in Russian)
- 2 Arjen Y. H. Assessing and Measuring Environmental Impact and Sustainability. Elsevier, 2015, pp. 221–254.
- 3 Trushin A.M., Dmitriev E.A., Nosyrev M.A., Khusanov A.E. et al. Generalized method for determining the speed of movement of the laminar constrained spherical solid particles and gases in liquids. *Teoreticheskie osnovy khimicheskoy tekhnologii* [Theoretical Foundations of Chemical Engineering] 2013, vol. 47, no. 6, pp. 668–671. (in Russian)
- 4 Stabnikov V. N., Lysyanskiy V. M., Popov V. D. *Protsessy i apparaty pishchevykh proizvodstv* [Processes and devices of food manufactures] Moscow, Agropromizdat, 1985. 510 p. (in Russian)
- 5 Fedorov N.E. *Metody raschetov protsessov i apparatov pishchevykh proizvodstv* [Methods of calculation of processes and equipment for food production] Moscow, VNIIPP, 1966. 294 p. (in Russian)
- 6 Kalashnikov G.V., Atiskov I.M. Modernization of the line of recovery of secondary waters. *Tekhnologii pishchevoi i pererabatyvayushchei promyshlennosti APK – produkty zdorovogo pitaniya* [Technologies of food and processing industry of agrarian and industrial complex products of healthy food] 2016, no. 5, pp. 77–80. (in Russian)
- 7 Rossier M. et al. Energy-efficient noble metal recovery by the use of acid-stable nanomagnets. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 2010, vol. 49, no. 19, pp. 9355-9362.
- 8 Mikhlin Y. et al. Ultrafine particles derived from mineral processing: A case study of the Pb–Zn sulfide ore with emphasis on lead-bearing colloids. *Chemosphere*, 2016, vol. 147, pp. 60-66.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Gennadii V. Kalashnikov doctor of technical sciences, professor, machines and equipment for food production department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, kagen5@yandex.ru
Ivan M. Atiskov master student, machines and equipment for food production department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, nagi.soichero@mail.ru

CONTRIBUTION

Gennadii V. Kalashnikov consultation during the study
Ivan M. Atiskov wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 10.26.2016

ACCEPTED 11.19.2015

Исследование состояния рабочих органов измельчающих машин на основании анализа вибраций

Сергей Т. Антипов	¹	ast@vsuet.ru
Андрей Н. Рязанов	¹	ryzanovan@mail.ru
Виталий Ю. Овсянников	¹	ows2003@mail.ru
Алексей В. Шаров	¹	sharov_alexsei@mail.ru

¹ кафедра машин и аппаратов пищевых производств, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, Россия

Реферат. Совершенствование технологии и техники, направленной на использование вторичного материального сырья, является актуальной задачей. Одной из важнейших операций при получении сырья для комбикормов является тонкое измельчение. В связи с этим в статье рассматривается измельчающее оборудование, позволяющее получить сырье более высокого качества с наименьшими энергозатратами. Предложены методы и средства технической диагностики, рассмотрен принцип определения мест (точек) установки датчиков измерения вибраций, а также выбор метода анализа вибрационного сигнала. Исследование состояния рабочих органов дезинтегратора осуществлялось в цехе ООО ПКФ «Луч 2000». Объектом исследования являлся дезинтегратор с диаметром роторов, составляющих 350 мм, каждый из которых имеет два ряда штифтов. В результате проведения эксперимента было выявлено, что рабочие органы измельчающей машины в результате работы подвержены неравномерному износу, а под действием многоциклового нагрузки возникают микротрещины и усталостные изломы. Методом спектрального анализа было выявлено появление гармоник с большими значениями виброскорости на частоте 126 Гц, а также кратных частотах, что позволяет с большой долей вероятности определять не только фактическое состояние рабочих органов, но и спрогнозировать тенденции развития дефекта. Исходя из анализа спектров, принимается решение о дальнейшем времени эксплуатации оборудования, что существенно снижает вероятность возникновения аварийной остановки оборудования и дорогостоящего ремонта. Данные исследования будут актуальны при использовании средств вибродиагностики на предприятиях, а также при проектировании, конструировании и подборе материалов для измельчающего оборудования

Ключевые слова: вибрации, техническая диагностика, штифт, виброскорость

Study on the status of the working bodies grinding machines based on vibration analysis

Sergei T. Antipov	¹	ast@vsuet.ru
Andrey N. Ryazanov	¹	ryzanovan@mail.ru
Vitaliy Yu. Owsyannikov	¹	ows2003@mail.ru
Aleksey V. Sharov	¹	sharov_alexsei@mail.ru

¹ food machines and equipment department, Voronezh state university of engineering technologies, 19, Revolution Av., Voronezh, 394036 Russia

Summary. Improvement of technology and engineering aimed at the use of secondary raw material is an important task. One of the most important operations in the preparation of raw materials for mixed feeds is fine grinding. In this regard, the article discusses the grinding equipment allowing to obtain raw materials of higher quality with the lower energy consumption. Methods and diagnostic tools were proposed, the principle of determining the locations (points) of installation of vibration measurement sensors as well as the choice of the vibration signal analysis method were considered. Investigation of the state of the disintegrator working bodies was carried out in the workshop of LLC PCF "Luch 2000". The object of study is a disintegrator with rotors diameter of 350 mm, each of them having two rows of pins. The result of the experiment revealed that during the operation the working bodies of grinding machines are exposed to uneven wear and under the action of multicycle load micro-cracks and fatigue fractures occur. The method of spectral analysis revealed the appearance of harmonics with large vibration at a frequency of 126 Hz, as well as multiple frequencies, allowing a high degree of probability to determine not only the actual state of the working bodies, but also to predict the defect development trend. Based on the analysis of the spectra, the decision on further time operation of the equipment is made, which significantly reduces the probability of an emergency stop of equipment and expensive repairs. The research data will be relevant when using vibration diagnostics tools in enterprises, as well as in the design, construction and choice of materials for grinding equipment

Keywords: vibration, technical diagnostics, pin, vibration speed

Введение

В соответствии с приоритетами развития нашего государства, обозначенными президентом России Владимиром Путиным в послании к федеральному собранию, в рамках обеспечения продовольственной безопасности и снабжения населения России здоровым питанием необходимо целесообразно подходить к вопросам переработки и утилизации вторичного материального сырья.

Немаловажный вклад при этом вносит мясоперерабатывающая отрасль, поставляющая огромное количество ценных вторичных ресурсов, представляющих собой питательную основу значительной части комбинированных кормов для домашних животных, скота и птицы.

Мясокостная мука, полученная из отходов мясоперерабатывающих технологических линий, является одним из перспективных видов сырья для создания комбикормов с прогнозируемыми

Для цитирования

Антипов С. Т., Рязанов А. Н., Овсянников В. Ю., Шаров А. В. Исследование состояния рабочих органов измельчающих машин на основании анализа вибраций // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 27–30. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-27-30

For citation

Antipov S.T., Ryazanov A.N., Owsyannikov V. Yu., Sharov A. V. A study on the status of the working bodies grinding machines based on vibration analysis. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 27–30. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-27-30

свойствами, вследствие высокого содержания в них ряда аминокислот, макро- и микроэлементов.

Сегодня при составлении комбикормов руководствуются измельченным мясокостным сырьем, полученным после силовых измельчителей костного сырья или молотковых дробилок, качество которого не всегда удовлетворяет необходимым нормам и требованиям.

Для получения измельченной мясокостной муки более высокого качества и снижения затрат на ее получение, необходимо использование наиболее перспективных агрегатов для измельчения, а также методов и средств их диагностирования, обеспечивающих повышение их надежности и долговечности [2].

Наиболее эффективными являются дробилки дезинтеграторного типа. Они обладают высокой производительностью, достаточно низкими энергозатратами, а также возможностью подбора оптимальных параметров работы посредством регулировки числа оборотов роторов, что позволяет получать измельчаемое сырье более высокого качества [1,4].

В процессе измельчения мясокостного сырья рабочие органы дезинтегратора (штифты) подвергаются многоцикловым нагрузкам и износу, вследствие чего в них развиваются различного вида дефекты (микротрещины, сколы и др.). Это приводит к разрушению штифтов, в результате чего оборудование выводится из строя, и ему требуется дорогостоящий ремонт. Для определения состояния нагружаемых элементов наиболее эффективным является диагностика на основе анализа вибрационных сигналов.

1.1 Материалы и методы

Исследование состояния рабочих органов дезинтегратора осуществлялось в цехе ООО ПКФ «Луч 2000». Объектом исследования являлся дезинтегратор с диаметром роторов, составляющих 350 мм, каждый из которых имеет два ряда штифтов. Изменение частоты вращения роторов осуществлялось с помощью частотного преобразователя, позволяющего плавно изменять обороты в диапазоне 100–3500 мин⁻¹. При определении основных параметров вибраций, таких как виброскорость v (м/с) и виброускорение a (м/с²), использовался прибор «ТОПАЗ-В» с датчиком вибрации общего назначения «РА-031», имеющим частотный диапазон 2–10000 Гц. Для определения состояния рабочих органов использовался метод частотного анализа, в результате использования которого были получены графики наложения большого количества возмущающих факторов

от подшипниковых опор и шкива. Для измерения параметров вибраций была определена исходная точка измерений – над подшипниковыми опорами 3 (рисунок 1).

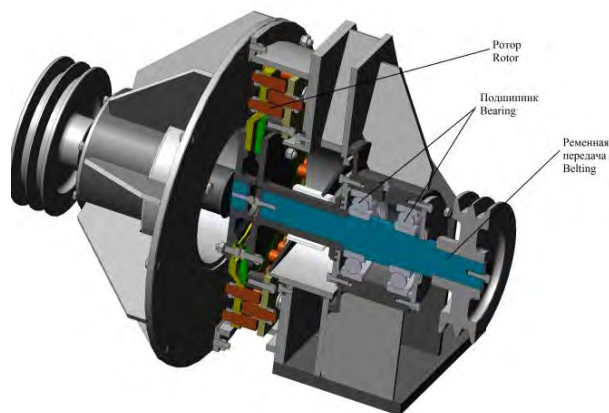


Рисунок 1. Схема источников вибраций

Figure 1. Schematic of vibration

В результате измерений были получены график временной реализации сигнала (рисунок 3), на котором явно выражено превышение значений параметров вибраций, а также спектр виброскорости (рисунок 4), на котором значение параметров вибраций превышено на 124 Гц и 160 Гц соответственно [5]. Это свидетельствует о явном изменении состояния рабочих органов, которое вызывает дисбаланс ротора. По результатам диагностирования было принято решение о разборке дезинтегратора и осмотре его рабочих органов.



Рисунок 2. Штифт с износом

Figure 2. Worn pin

При осмотре на штифтах были обнаружены следы износа (рисунок 2). Изношенные штифты были заменены и установлены на ротор, после была произведена балансировка и установка ротора в дезинтегратор. Затем были проведены повторные измерения параметров вибраций. Получены данные, на которых зафиксировано значительное снижение оставшихся вибраций как на временной реализации сигнала (рисунок 5), так и на спектре виброскорости (рисунок 6).

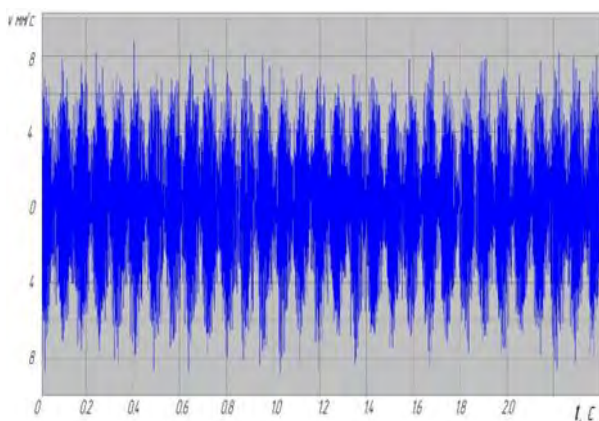


Рисунок 3. Временная реализация сигнала

Figure3. Temporary signal implementation

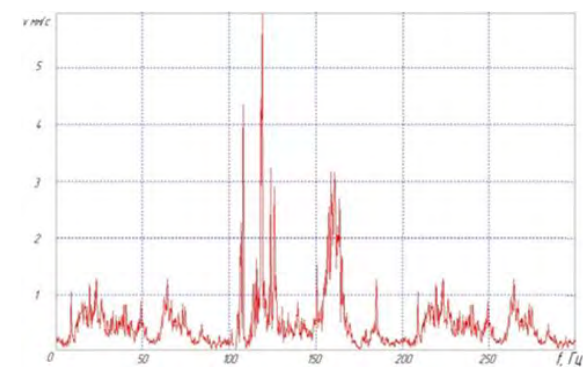


Рисунок4. Спектр виброскорости

Figure 4. Vibration spectrum

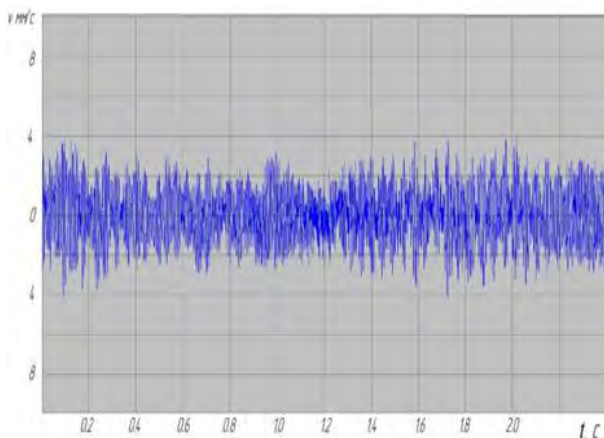


Рисунок 5. Временная реализация сигнала после проведения ремонта

Figure5. Temporary signal implementation after repairs

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Пеленко В.В., Зуев Н.А., Ольшевский Р.Г., Иваненко В.П. и др. Оценка зависимости производительности измельчителей мяса от их конструкции и физико-механических свойств сырья // Вестник Международной академии холода. 2015. № 1. С. 9–15.
- 2 Богомолова И.П., Рязанов А.Н., Самохвалов А.А., Шаров А.В. Управление ресурсосбережением на основе внедрения системы технической диагностики // Вестник

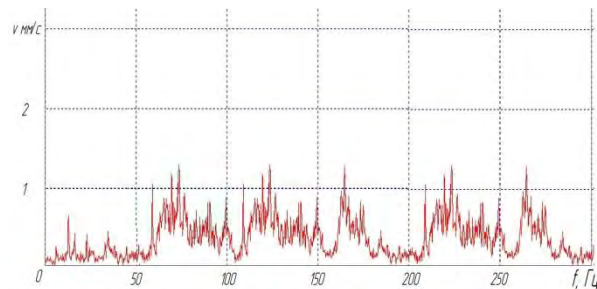


Рисунок 6. Спектр виброскорости после проведения ремонта

Figure6. The range of vibration after repairs

1.2 Результаты и обсуждения.

На основе результатов, полученных в итоге проведения экспериментов, можно сделать вывод о том, что применение средств и методов вибродиагностики является весьма эффективным способом обнаружения возникновения дефектов. Определение технического состояния рабочих органов дезинтегратора в процессе его работы является затруднительным ввиду большого количества возмущающих факторов. Однако разработка методов и средств диагностирования позволяет значительно повысить надежность и долговечность, а также оптимально подобрать режим работы дезинтегратора [6].

Заключение

Применение и разработка новых конструкций измельчающего оборудования позволяет существенно повысить эффективность переработки вторичных материальных ресурсов. При оптимальном подборе режимов работы оборудования удастся достичь высокого качества выходного сырья и снизить удельные энергозатраты.

Применение средств вибродиагностики измельчающего оборудования различных отраслей промышленности позволяет определить их фактическое состояние, что значительно снижает возможность возникновения аварийной остановки оборудования и простоя производства.

Результаты настоящей работы могут быть полезны при разработке систем непрерывного контроля состояния машин и агрегатов пищевых предприятий.

Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2013. № 4 (58). С. 304–306.

3 Новицкий В.О., Карпов В.И. Методология исследования и моделирования сложных систем управления для предприятий и компаний зернового сектора АПК // Информационные технологии. 2010. № 9. С. 50–52.

4 Антипов С.Т., Овсянников В.Ю., Шаров А.В. Режимы измельчения высушенного мясокостного сырья в дезинтеграторе // Хранение и переработка сельхозсырья. 2016. № 6. С. 23–28.

5 Wu H., Lou L., Chen C. – C., Hirche S. et al. Cloud-Based Networked Visual Servo Control // IEEE Transaction on Industrial Electronics. 2013. V. 60. P. 554–566.

6 Костюков В.Н., Тарасов Е.В. Исследование виброакустических характеристик подшипников качения // Главный энергетик. 2011. № 8. С 65–68.

REFERENCES

1 Pelenko V.V., Zuev N.A., Ol'shevskii R.G., Ivanenko V.P. et al. Evaluation meat grinders performance depending on their structure and physico-mechanical properties of raw materials. *Vestnik mezhdunarodnoi akademikhologii* [Proceedings of international academy of refrigeration] 2015, no. 1, pp. 9-15. (in Russian).

2 Bogomolova I.P., Ryazanov A.N., Samokhvalov A.A., Sharov A.V. Resource saving management through the introduction of technical diagnostics.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Сергей Т. Антипов д. т. н., профессор, проректор по научной и инновационной деятельности, кафедра машин и аппаратов пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, ast@vsuet.ru

Андрей Н. Рязанов к. т. н., доцент, кафедра машин и аппаратов пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, ryzanovan@mail.ru

Виталий Ю. Овсянников к. т. н., доцент, кафедра машин и аппаратов пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, ows2003@mail.ru

Алексей В. Шаров аспирант, кафедра машин и аппаратов пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, sharov_alexei@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Сергей Т. Антипов предложил методику проведения эксперимента и организовал производственные испытания

Андрей Н. Рязанов консультация в ходе исследования

Виталий Ю. Овсянников консультация в ходе исследования

Алексей В. Шаров написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 22.10.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 11.11.2016

Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2013, no. 4, pp. 304–306. (in Russian)

3 Novitskii V.O., Karpov V.I. The methodology of the study and simulation of complex control systems for enterprises and the agricultural sector grain companies. *Informatsionnyie tehnologii* [Information technology] 2010, no. 9, pp. 50–52 (in Russian).

4 Antipov S.T., Ovsyannikov V. Yu., Sharov A.V. Modes Crushing Dried Raw Meat and Bones in a Desintegrator. *Kranenie i pererabotka sel'khozsr'ya* [Storage and processing of farm products] 2016, no. 6, pp. 23–28 (in Russian).

5 Wu H., Lou L., Chen C. – C., Hirche S. et al. Cloud-Based Networked Visual Servo Control. *IEEE Transaction on Industrial Electronics*. 2013, vol. 60, pp. 554–566.

6 Kostyukov V.N., Tarasov E.V. Studies of vibroacoustic characteristics of rolling bearings. *Glavnyi energetik*. [Head Energy], 2011, no. 8, pp. 65–68. (in Russian).

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Sergei T. Antipov doctor of technical sciences, professor, vice-rector for research and innovation, food machines and equipment department, Voronezh state university of engineering technologies, 19, Revolution Av., Voronezh, 394036 Russia, ast@vsuet.ru

Andrey N. Ryazanov candidate of technical sciences, assistant professor, food machines and equipment department, Voronezh state university of engineering technologies, 19, Revolution Av., Voronezh, 394036 Russia, ryzanovan@mail.ru

Vitaliy Yu. Owsyannikov candidate of technical sciences, assistant professor, food machines and equipment department, Voronezh state university of engineering technologies, 19, Revolution Av., Voronezh, 394036 Russia, ows2003@mail.ru

Aleksey V. Sharov graduate student, food machines and equipment department, Voronezh state university of engineering technologies, 19, Revolution Av., Voronezh, 394036 Russia, sharov_alexei@mail.ru

CONTRIBUTION

Sergei T. Antipov proposed a method of experiment and organized production testing

Andrey N. Ryazanov consultation during the study

Vitaliy Yu. Owsyannikov consultation during the study

Aleksey V. Sharov wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 10.22.2016

ACCEPTED 11.11.2016

Исследование форм связи влаги в хлебопекарных дрожжах методом термогравиметрического анализа

Сергей В. Лавров	¹	ya-serglavrov@yandex.ru
Дмитрий С. Кононов	¹	d_s_kononov@yandex.ru
Игорь А. Саранов	²	mr.saranov@mail.ru
Наталья Н. Лобачева	³	naloni@mail.ru

¹ кафедра физики, теплотехники и теплоэнергетики, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

² кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

³ кафедра иностранных языков, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Реферат. Метод термогравиметрии представляет собой один из немногих абсолютных методов анализа, что делает его одним из наиболее точных методов. В данном исследовании проведен термогравиметрический анализ хлебопекарных дрожжей (*Saccharomyces cerevisiae*), позволяющий определить температурные зоны, которые соответствуют влагоудалению с различной энергией связи, а также прогнозировать режимные параметры процесса влагоудаления и выбрать наиболее эффективный способ их дегидратации. Исследования проводились в лаборатории центра коллективного пользования «Контроль и управление энергоэффективных проектов» ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий» на приборе синхронного термического анализа модели STA 449 F3 (NETZSCH, Германия). Прибор фиксирует изменение массы вещества и различие теплового потока в тигле, содержащем образец, и тиглем содержащем эталон исследуемого вещества. Принцип работы анализатора основан на непрерывной регистрации зависимости изменения массы материала от времени или температуры при его нагревании в соответствии с выбранной температурной программой в заданной газовой атмосфере. Одновременно регистрируется выделение или поглощение тепла образцом, обусловленное фазовыми переходами или химическими реакциями. Исследования проводили при следующих режимах: давление – атмосферное, максимальная температура 588 К, скорость изменения температуры 5 К/мин. Опыты проводились в алюминиевых тиглях с общей массой навески 12 мг. Для обработки полученных кривых TG и DTG использовалось программное обеспечение NETZSCH Proteus. Проведенный анализ полученных данных позволил выделить периоды дегидратации воды и преобразования сухих веществ при термическом воздействии на хлебопекарные дрожжи, а также выявить температурные зоны, которые соответствуют высвобождению влаги с различной формой и энергией связи.

Ключевые слова: хлебопекарные дрожжи, влага, термогравиметрический анализ

The research of moisture forms in the baking yeast by the thermogravimetric analysis method

Sergey V. Lavrov	¹	ya-serglavrov@yandex.ru
Dmitry S. Kononov	¹	d_s_kononov@yandex.ru
Igor A. Saranov	²	mr.saranov@mail.ru
Natalia N. Lobacheva	³	naloni@mail.ru

¹ physics, heat engineering and heat power engineering department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia

² bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia

³ foreign languages department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Summary. The thermogravimetry method is one of the few absolute methods of analysis, that makes it one of the most accurate methods. In this research, thermogravimetric analysis of baking yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) was carried out. It allowed to identify temperature zones, which correspond to dripping with various link energy, as well as to predict operating parameters of the process of dehumidification and to choose their most effective dehydration method. The studies were conducted in the laboratory of the collective use center "Control and management of energy efficient projects" of the "Voronezh state university of engineering technologies" on the simultaneous thermal analysis device STA 449 F3 model (NETZSCH, Germany). The device records the change in a substance mass and the difference of the heat flow inside the crucible containing the sample and the crucible containing the standard analyte. The analyzer's working principle is based on continuous recording of the dependence of the material mass on time or temperature and its being heated to the selected temperature program in a specified gas atmosphere. The release or absorption of heat by the sample due to phase transitions or chemical reactions is recorded simultaneously. The study was performed in the following modes: the pressure is atmospheric, the maximum temperature is 588 K, the rate of temperature change is 5 K/min. The experiments were performed in aluminum crucibles with a total weight of 12 mg. The software NETZSCH Proteus was used for processing of the obtained TG and DTG curves. The analysis of the obtained data allowed to identify periods of water dehydration and solids transformation by thermal effect on baking yeast, and to identify temperature zones, which correspond to the release of moisture with different link form and energy.

Keywords: baking yeast, moisture, thermogravimetric analysis

Для цитирования

Лавров С. В., Кононов Д. С., Саранов И. А., Лобачева Н. Н. Исследование форм связи влаги в хлебопекарных дрожжах методом термогравиметрического анализа // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 31–35. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-31-35

For citation

Lavrov S. V., Kononov D. S., Saranov I. A., Lobacheva N. N. The research of moisture forms in the baking yeast by the thermogravimetric analysis method. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 31–35. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-31-35

Введение

Для более эффективного ведения процесса сушки хлебопекарных дрожжей и подбора рациональных температурных режимов необходимо знать характер связи влаги с материалом с определением интервалов температур, на которых происходит структурное изменение продукта. В основе данной работы лежит метод термогравиметрического анализа, который позволяет выявить данные о механизме влагоудаления, установить температурные интервалы, а также количество влаги, удаляемой из материала [1–10]. Исследования проводились на приборе синхронного термического анализа модели STA 449 F3 Jupiter (NETZSCH, Германия) (рисунки 1, 2) с держателем образца типа S в алюминиевом тигле с проколотой крышкой, измерения проводились в среде азота класса 5,0 (расход активного газа 50 мл/мин, защитного – 20 мл/мин).



Рисунок 1. Прибор синхронного термического анализа модели STA 449 F3 Jupiter

Figure 1. Simultaneous thermal analysis device STA 449 F3 model Jupiter

Принцип работы термического анализатора основан на непрерывной регистрации зависимости изменения массы материала от времени или температуры при его нагревании в соответствии с выбранной температурной программой в заданной газовой атмосфере [1, 2, 5]. Одновременно регистрируется выделение

или поглощение тепла образцом, обусловленное фазовыми переходами или химическими реакциями [3]. Исследования проводили при следующих режимах: давление – атмосферное, максимальная температура 588 К, скорость изменения температуры 5 К/мин. Опыты проводились в алюминиевых тиглях с общей массой навески 12 мг.

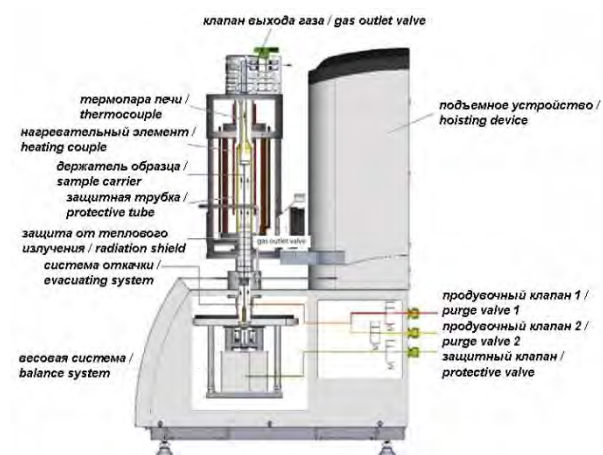


Рисунок 2. Внутреннее устройство прибора синхронного термического анализа модели STA 449 F3 Jupiter

Figure 2. The internal structure of the device simultaneous thermal analysis model STA 449 F3 Jupiter

На рисунке 3 показаны результаты, полученные в ходе выполнения термогравиметрического анализа: кривая изменения массы материала ТГ, кривая скорости изменения массы ДТГ. Как видно на кривой ТГ, в процессе нагрева материала наблюдается монотонное уменьшение массы образца, что связано с потерей влаги. С целью получения зависимости степени изменения массы материала (степени превращения) α от температуры используется часть кривой изменения массы ТГ, соответствующей процессу дегидратации.

Степень изменения массы α рассчитывается как отношение изменения массы материала Δm к общему количеству влаги, которая находится в материале $\Delta m_{\text{общ}}$:

$$\alpha = \frac{\Delta m}{\Delta m_{\text{общ}}} \quad (1)$$

Полученная зависимость имеет S-образный вид (рисунок 4), отражающий сложный характер взаимодействия влаги и сухих веществ в материале, и предполагает на разных участках полученной кривой различие в скорости дегидратации.

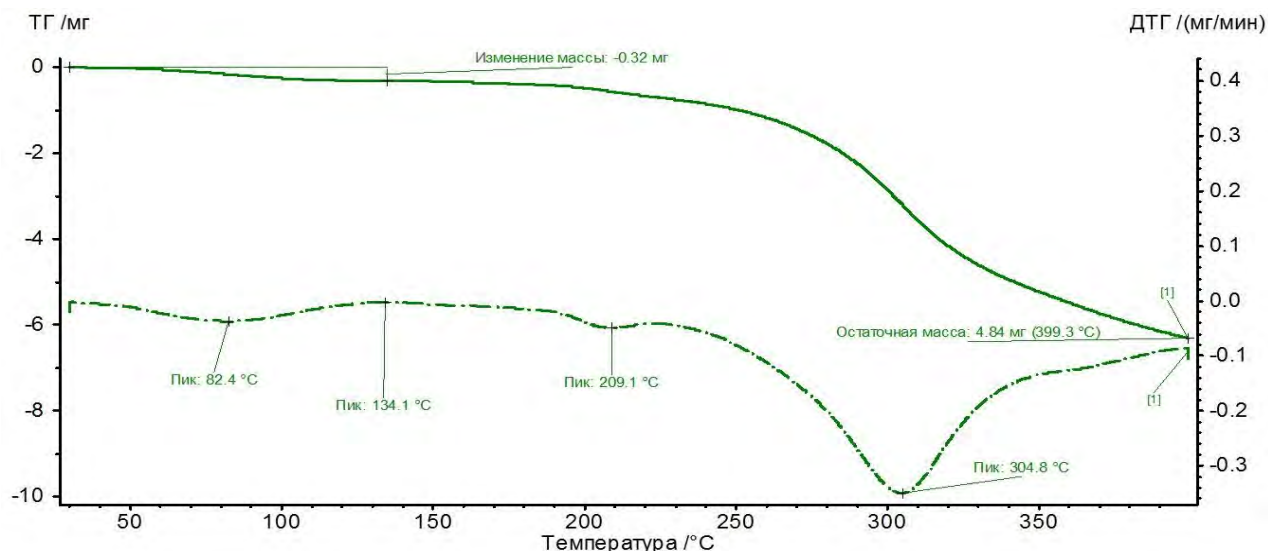


Рисунок 3. Экспериментальные зависимости изменения массы образца ТГ и скорости изменения массы ДТГ
Figure 3. Experimental dependences of the mass change of the sample TG and the rate of mass DTG change

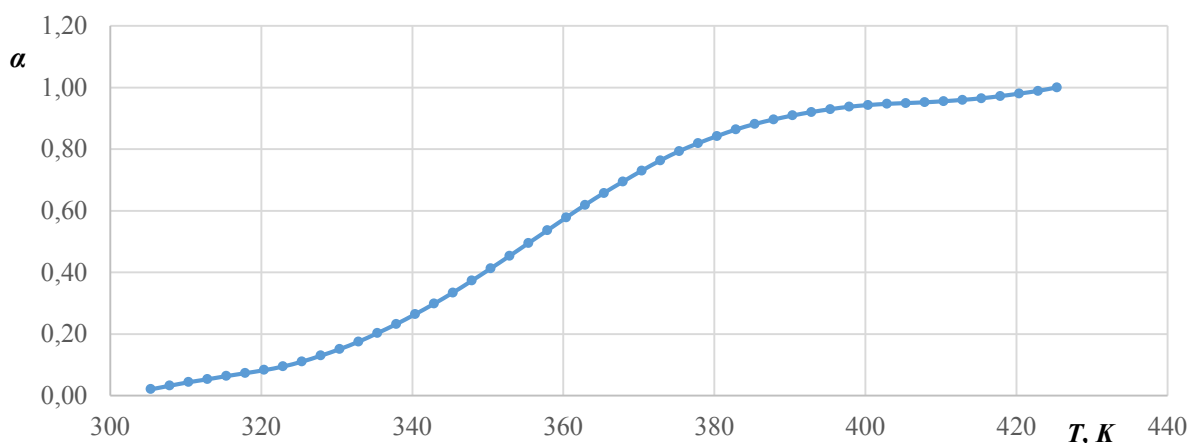


Рисунок 4. Зависимость степени изменения массы α от температуры T материала при нагревании со скоростью 5 К/мин
Figure 4. The dependence of mass α change degree on the temperature T of the material being heated with at 5K/min speed

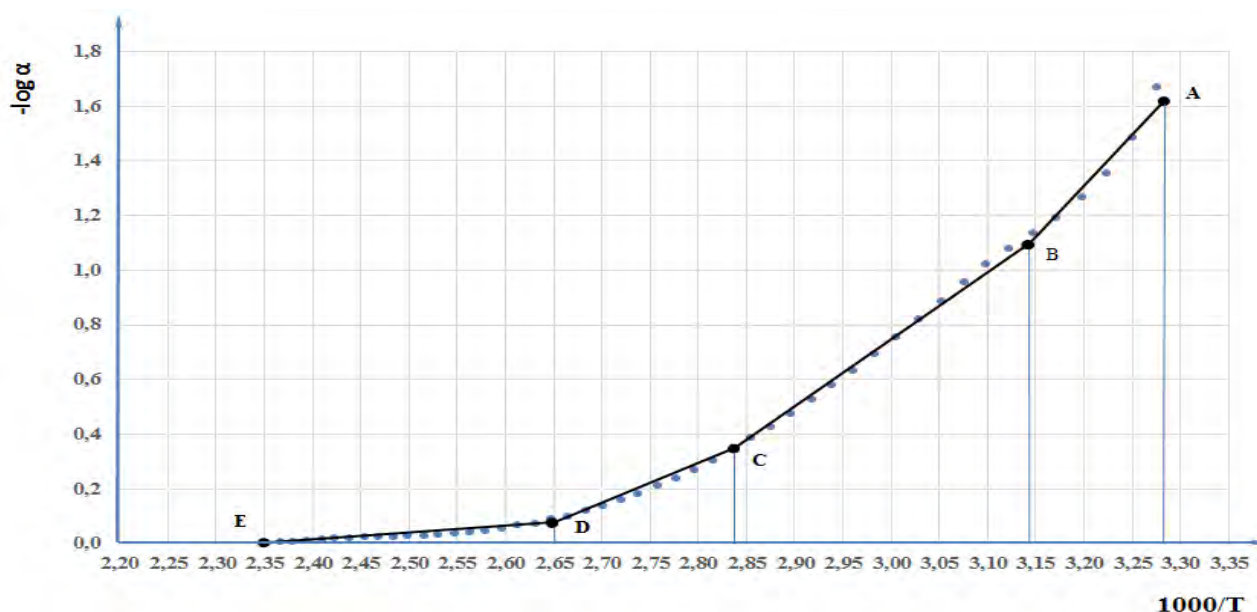


Рисунок 5. Зависимость $(-\lg \alpha)$ от величины $10^3/T$ при нагревании со скоростью подъёма температуры 10 К/мин
Figure 5. The dependence of $(-\lg \alpha)$ on the value of $10^3/T$ being heated with a rate of temperature rise of 10 K/min

Для установления более четких интервалов температур и получения более подробного механизма удаления влаги, а также количества влаги удаляемой из материала используется кривая зависимости ($-\lg \alpha$) от величины $10^3/T$ (рисунок 5).

На рисунке 5 видно, что удаление влаги из хлебопекарных дрожжей происходит ступенчато. Рассмотрим более подробно каждый из участков. На I этапе (участок АВ – интервал температур 303–318 К) происходит нагрев материала и удаление физико-механически связанной влаги, имеющей невысокую энергию связи влаги с материалом. На II этапе (участок ВС – интервал температур 318–353 К), удаляется осмотически связанная влага. III этап (участок ВС – интервал температур 353–378 К) характеризуется освобождением адсорбционно-связанной

влаги. При дальнейшем увеличении температуры начинается удаление химически-связанной (полиадсорбционной и моноадсорбционной) влаги, происходит деструкция материала с выделением газообразных составляющих.

Заключение

Проведенный термический анализ позволил нам определить температурные зоны удаления влаги из материала с различной формой и энергией связи, а также зоны превращения сухих веществ при повышении температуры, что позволит в дальнейшем прогнозировать режимные параметры процесса удаления влаги из материала и выбирать наиболее эффективные способы их обезвоживания.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Шахов С.В., Вострикова А.Г., Ефременко Д.О. Дериватографический способ анализа видов связи влаги с материалом // Евразийский Союз Ученых (ЕСУ). 2014. № 6. Ч. 3. С. 114–116.
- 2 Лошилов С.А., Коробейничев О.П., Масленников Д.А., Котова Ю.В. и др. Обработка экспериментальных данных термогравиметрии на основе интегральных оценок изменения скоростей реакции с ростом температуры // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 6. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=1079> (дата обращения 11.11.2016).
- 3 Каминский В.А., Эпштейн С.А., Широкин Д.Л., Тимашев С.Ф. Определение параметров кинетики разложения сложных веществ по данным термогравиметрии // Журнал физической химии. 2011. Т. 85. № 4. С. 637–643.
- 4 Галимуллин И.Н., Башкирцева Н.Ю., Лебедев Н.А. Анализ морфологической структуры и термогравиметрия стабилизирующей добавки // Вестник технологического университета. 2015. Т. 18. № 13. С. 14–16.
- 5 Глотова И.А., Литовкин А.Н., Артёмов Е.С., Ермолова А.В. и др. Исследование процессов дегидратации биополимерных систем в составе птицепродуктов // Научный журнал КубГАУ. 2016. № 121 (07).
- 6 Антипов С.Т., Журавлев А.В., Казарцев Д.А., Мордасов А.Г. и др. Инновационное развитие техники пищевых технологий. СПб.: Лань, 2016. 660 с. URL: <http://e.lanbook.com/book/74680>
- 7 Staszczuk P. Thermogravimetry Q-TG studies of surface properties of lunar nanoparticles // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry. 2011. № 106. P. 853–857.
- 8 Kumar S., Krishnamurthy N. Thermogravimetry studies on ilmenite nitridation // Processing and Application of Ceramics. 2014. № 8(4). P. 179–183.
- 9 Huang X., Rein G. Smouldering Combustion of Soil Organic Matter: Inverse Modelling of the Thermal and Oxidative Degradation Kinetics // Proceedings of the ECM 2013. Sweden, 2013. P. 1–6.
- 10 Банницына Т.Е., Канарский А.В., Щербakov А.В., Чеботарь В.К., Кипрушкина Е.И. Дрожжи в современной биотехнологии // Вестник Международной академии холода. 2016. № 1. С. 24–29.

REFERENCES

- 1 Shakhov S.V., Vostrikova, A. G., Efremenko D.O. Derivatographic method of analysis of the Association of moisture with a material. *Evrasiiskii soyuz uchenykh* [Eurasian Union of Scientists] 2014, no. 6, part 3, pp. 114–116. (in Russian)
- 2 Loshilov S. A., Korobeinichev O. P., Maslennikov D. A., Kotov Yu. V. et al. Analysis of the experimental data of thermogravimetry on the basis of the integral estimates of velocity change of reaction with increasing temperature. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education] 2013, no. 6. Available at: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=1079> 2 (in Russian)
- 3 Kaminskii V. A., Epstein, S. A., Sirotin D.L., Timashev S. F. Determination of the parameters of the kinetics of decomposition of complex substances according to thermogravimetry. *Zhurnal fizicheskoi khimii* [Journal of physical chemistry] 2011, vol. 85, no. 4, pp. 637–643. (in Russian)
- 4 Galimullin I. N., Bashkirtseva N. Yu., Lebedev N.A. Analysis of the morphological structure and thermogravimetry stabilizing additives. *Vestnik tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of technological university] 2015, vol. 18, no. 13, pp. 14–16. (in Russian)
- 5 Glotova I. A., Litovkin, A. N., Artemov E. S., Ermolova A. V. et al. Study of the processes of dehydration of biopolymer systems consisting of poultry products. *Nauchnyi zhurnal KubGAU* [Scientific journal of KubSAU] 2016, no. 121 (07). (in Russian)
- 6 Antipov S. T., Zhuravlev A.V., Kazartsev D. A., Mordasov A. G. et al. Innovatsionnoe razvitie tekhniki pishchevykh tekhnologii [Innovative development of technology of food technology] Saint-Petersburg, Lan', 2016. 660 p. Available at: <http://e.lanbook.com/book/74680> (in Russian)
- 7 Staszczuk P. Thermogravimetry Q-TG studies of surface properties of lunar nanoparticles. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 2011, no. 106, pp. 853–857.
- 8 Kumar S., Krishnamurthy N. Thermogravimetry studies on ilmenite nitridation. *Processing and Application of Ceramics*. 2014, no. 8(4), pp. 179–183.
- 9 Huang X., Rein G. Smouldering Combustion of Soil Organic Matter: Inverse Modelling of the Thermal and Oxidative Degradation Kinetics. *Proceedings of the ECM 2013. Sweden*, 2013. pp. 1–6.
- 10 Bannitsyna T.E., Kanarskij A.V., Shcherbakov A.V., Chebotar V. K., Kiprushkina E. I. Yeast in modern biotechnology. *Vestnik Mezhdunarodnoj akademii holoda*. [Journal of the International Academy of Refrigeration] 2016, no. 1, pp. 24–29. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Сергей В. Лавров к.т.н., доцент, кафедра физики, теплотехники и теплоэнергетики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, ya-serglavrov@yandex.ru

Дмитрий С. Кононов инженер, кафедра физики, теплотехники и теплоэнергетики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, d_s_kononov@yandex.ru

Игорь А. Саранов аспирант, кафедра технологии хлебопечкарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, mr.saranov@mail.ru

Наталья Н. Лобачева к.т.н., доцент, кафедра иностранных языков, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, nalon@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Сергей В. Лавров обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провёл эксперимент, выполнил расчёты

Дмитрий С. Кононов написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

Игорь А. Саранов консультация в ходе исследования

Наталья Н. Лобачева консультация в ходе исследования

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 01.11.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 22.11.2016

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Sergey V. Lavrov candidate of technical sciences, associate professor, physics, heat engineering and heat power engineering department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia, ya-serglavrov@yandex.ru

Dmitry S. Kononov engineer, physics, heat engineering and heat power engineering department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia, d_s_kononov@yandex.ru

Igor A. Saranov graduate student, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, mr.saranov@mail.ru

Natalia N. Lobacheva candidate of technical sciences, associate professor, foreign languages department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, nalon@mail.ru

CONTRIBUTION

Sergey V. Lavrov review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

Dmitry S. Kononov wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Igor A. Saranov consultation during the study

Natalia N. Lobacheva consultation during the study

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 11.1.2016

ACCEPTED 11.22.2016

Изучение влияния внешних условий на процесс хранения зерна

Ольга А. Орловцева¹ starosta1981@inbox.ru
Наталья А. Игнатенко¹ makarova_natasha94@mail.ru
Наталья Л. Клейменова¹ klesha78@list.ru

¹ кафедра управления качеством и машиностроительных технологий, Воронеж. гос. ун-т инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Реферат. Высокое качество зерна – залог его сохранности, снижения потерь и издержек при хранении. Пшеница является основным источником питания человека. Элементы, содержащиеся в пшенице, выполняют основную роль в жизнедеятельности человека. Сохранение качества зерна является актуальной задачей. Одной из трудоемких операций в данном процессе является правильное размещение партий пшеницы в зернохранилище и своевременный контроль за основными параметрами (влажность и температура). В связи с этим рассмотрены методы определения интенсивности дыхания зерна, метод определения влажности и температуры зерна пшеницы. Влажность определяли с помощью электровлажномера. Для измерения температуры зерна пшеницы использовали ртутный термометр. При анализе энергии дыхания зерна пшеницы в зависимости от влажности было получено, что на интенсивность дыхания в большей мере оказывает влияние повышение влажности, чем повышение температуры. В качестве объектов исследования использовали пшеницу сортов: Гордеевская 432 и Мультирум 321. По результатам, полученным в ходе исследования, построены графики зависимости дыхательной активности зерна от влажности. По данным графиков сделали вывод, что резкое увеличение энергии дыхания зерна пшеницы возникает при увеличении влажности до значения более 15 %. Также выявлено, что наряду с дыханием в сильно влажном зерне проявляется жизнедеятельность вредных микроорганизмов, под влиянием которых зерно гниет и становится затхлым. Таким образом, хорошо организованное наблюдение и умелый, правильный анализ полученных данных позволяют приблизить к максимальному снижению трат сухого вещества и, следовательно, достижению низкой удачи веса зерна при хранении.

Ключевые слова: зерно, процесс хранения, температура, влажность, показатель, дыхание пшеницы

The influence of external conditions on the grain storage process

Olga A. Orlovtsseva¹ starosta1981@inbox.ru
Natal'ya A. Ignatenko¹ makarova_natasha94@mail.ru
Natal'ya L. Kleimenova¹ klesha78@list.ru

¹ department of quality management and engineering technology, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia

Summary. High quality grain - a pledge of his safety, reduce losses and the costs of storage. Wheat is the main source of human nutrition. Elements contained in wheat perform a fundamental role in human life. Storing grain quality is an urgent task. One of the labor-intensive operations in this process is the correct placement of parties in wheat granary and timely monitoring of key parameters (humidity and temperature). In this regard, we consider methods for determining the intensity of the grain breathing method for determining the moisture content and temperature of the grain of wheat. Humidity was determined by electrical hygrometer. To measure the temperature of wheat used mercury thermometer. In analyzing the breathing wheat energy depending on the humidity it was found that the intensity of respiration increasingly affects humidity increase than an increase in temperature. As objects of study used wheat varieties: Hordeiforme 432 and Multiroom 321. According to the results obtained in the study plot the respiratory activity of the grain from moisture. According to the schedules we concluded that the sharp increase in wheat breathing energy occurs with increasing moisture content to a value of more than 15%. Just found out that in addition to breathing in highly humid grain appears vital functions of harmful microorganisms, which under the influence of grain rots and becomes stale. Thus, ho-well-organized and skilled observation, the correct analysis of the obtained data allow to bring the maximum reduction in spending of dry matter and therefore achieve lower grain weight loss during storage.

Keywords: grain, storage process, temperature, humidity, indicator, breathing wheat

Введение

Зерно – важнейший продукт, производимый в сельском хозяйстве. Он является основой для выработки большого количества различной продукции, такой как мука, крупа, комбикорма и др. Помимо этого зерно является главным фактором для успешного развития отраслей животноводства и птицеводства.

Одним из приоритетных направлений, определенных правительством РФ в течение уже нескольких лет является увеличение производства зерновых культур. Наряду с этим особое внимание должно быть уделено таким аспектам как улучшение сохранности и повышение качества данного продукта.

Одним из основных аспектов зернопереработки является процесс его хранения. Главная задача этого этапа – обеспечить сохранность зерновых культур с точки зрения минимизации их потерь повышение качественных характеристик при наименьших затратах труда и средств.

Существенные и обязательные мероприятия для снижения потерь зерна и семян при хранении и повышении их устойчивости к высокой влажности и температуре зерновой массы – правильное размещение партий в хранилищах.

Для цитирования

Орловцева О. А., Игнатенко Н. А., Клейменова Н.Л. Изучение влияния внешних условий на процесс хранения зерна // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 36–40. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-36-40

For citation

Orlovtsseva O.A., Ignatenko N.A., Kleimenova N.L. The influence of external conditions on the grain storage process. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 36–40. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-36-40

Необходимость систематического управления зерновыми массами при хранении обусловлена их свойствами, а также происходящими в них процессами.

Грамотно организованный сбор информации о качестве зерна пшеницы и своевременный анализ полученных данных позволяют разработать ряд предупреждающих мер для предотвращения нежелательных явлений, что ведет к минимизации затрат при консервации качественного состояния партии зерна или реализации ее без потерь.

Основными характеристиками при хранении являются температура зерновой массы, ее влажность [1], а также загрязненность. В связи с этим, целью исследования было изучить динамику изменения данных параметров. В работе применяли простыми, но и достаточно надежные методы.

1.1 Материалы и методы

Объектом исследования являлась твердая яровая пшеница двух сортов: пшеница Гордеформе 432 и пшеница Мультирум 321.

Влажность определяли экспресс-методом с помощью электровлагомера. Данный метод основан на электропроводности зерна, которая зависит от содержания в нем влаги (при низкой влажности зерно проявляет свойства диэлектрика, а при высокой становится полупроводником).

Измерение влажности осуществляли на приборе ЦВ3-3. В нем зерно попадает в пространство между электродами, по которому пропускается электрический ток. Уже через 3–5 минут на цифровом табло прибора сразу показывается влажность зерна в процентах [2].

Для измерения температуры зерна пшеницы использовали ртутный термометр. Термометр при помощи штанги погружали в зерновую насыпь на разную глубину. Обычно принято измерять температуру зерновой массы на глубине 0,5–1,5–2,5 м при высоте насыпи до 3 м и далее через каждый метр – при высоте насыпи, превышающей 3 м. Для удобства наблюдений и контроля результатов определений всю поверхность зерновой насыпи условно поделили на секции (квадраты) площадью по 100 м² каждая. В пределах каждой секции вводили термостанги в насыпь в пяти точках, причем точки 1, 2, 4 и 5 должны отстоять от краев площадки на 2–3 м. В каждой точке температуру проверяли на трех уровнях глубины.

Метод определения интенсивности дыхания зерна.

1. На решётку поместили 50 г. пшеницы и положили в эксикатор. Необходимо использовать образцы с разными показателями влажности.

2. По стеклянной трубке, которая вставлена в крышку эксикатора, влить 50 мл 0,1 Н раствора Ва(ОН)₂ с 2–3 каплями раствора фенолфталеина.

3. Закрыть резиновый наконечник трубки зажимом, проверить герметичность установки и оставить на 1 час.

4. По истечении 1 часа титровать раствор барита непосредственно в эксикаторе, приливая по каплям 0,1 Н раствор НС1 из бюретки по стеклянной трубке, пока не исчезнет слабо-розовая окраска.

5. Зафиксировать количество израсходованного раствора соляной кислоты по бюретке с точностью до 0,1 мл.

6. Одновременно провести холостой опыт, то есть без продукции, используя один из эксикаторов.

Количество СО₂ в мл, вычисляется:

$$CO_2 = \frac{U \cdot 2,2}{M \cdot \Xi}, \quad (1)$$

где U – количество 0,1 Н раствора барита, связанного с углекислым газом, мл; M – масса продукции, кг; Ξ – экспозиция опыта, час.

Количество 0,1 Н раствора барита в мл, связанного с углекислым газом определяли по формуле:

$$U = 50 - (U_1 T_1 - U_2 T_2), \quad (2)$$

где U₁ – количество барита, внесенное в эксикаторы перед опытом, мл; T₁ – поправка к титру 0,1 Н раствора Ва(ОН)₂; T₂ – количество 0,1 Н раствора соляной кислоты, пошедшее на титрование прямого опыта, мл; T₂ – поправки к титру 0,1 Н раствора НС1; U₂ – количество 0,1 Н раствора соляной кислоты, пошедшее на титрование холостого опыта, мл [3].

1.2 Изучение влияния температуры и влажности на качество зерна при хранении

При разложении белков пшеницы образуются продукты распада входящих в состав белковой молекулы аминокислот жирного и ароматического ряда. В зависимости от температуры и влажности окружающей среды всхожесть зерна может увеличиваться или уменьшаться.

Ниже приведены предельные соотношения между влажностью зерна пшеницы и температурой (таблица 1).

Таблица 1.

Предельные соотношения между влажностью зерна пшеницы и температурой

Table 1.

The limit of the ratio between moisture content of wheat and temperature

Температура, °C Temperature, °C	-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Содержание воды, % The water content, %	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	5	3	1	0

Таким образом, при $(-10)^\circ\text{C}$ зерно может потерять влагу не ниже 18%, при $(+20)^\circ\text{C}$ влажность его может понизиться до 12%. Всю влагу зерно может потерять лишь при 110°C .

Отдачу либо поглощение влаги из окружающего воздуха и изменение содержания воды в разных слоях хранящегося зерна вызывает нарушение соотношения между температурой и процентным содержанием воды пшеницы. Если зерно влажностью 16% оставлено на хранение при температуре 15°C , то влажность его может снижаться до 13%; внутренние слои будут высыхать и отдавать воду окружающему воздуху, обогащая его парами воды.

При соприкосновении воздуха зернохранилища с холодными стенами и крышей помещения или более холодными струями воздуха может произойти конденсация паров, которые в виде росы осадут на верхние слои зерна пшеницы и вызовет в них сначала усиленное дыхание, затем прорастание, а при высокой влажности – порчу. Отсюда видно, что вода перемещается в зерне вследствие внутренних процессов, которые происходят при дыхании пшеницы, и под воздействием внешних условий окружающей среды.

Кроме того, возможно увлажнение зерна вследствие его гигроскопичности и адсорбции воды на зерне. Гигроскопичность пшеницы связана с наличием химических соединений активно притягивающих водяные пары и затем постепенно их связывающих. Адсорбция вызывается поверхностными силами на оболочках зерна. Вследствие расхода вещества зерна на дыхание вес хранящегося зерна уменьшается.

Если пшеницу сохраняют при низких температурах, то ее дыхание практически полностью прекращается.

Вследствие биохимических процессов, которые происходят при хранении, идет расход части органического вещества зерна непосредственно на дыхание с выделением углекислоты

и воды, причем доля имеющейся воды снова поглощается пшеницей.

Так как зерно – плохой проводник тепла, то при сильном дыхании зерна наблюдается значительное повышение температуры. Последнее в свою очередь увеличивает интенсивность дыхания и вызывает дальнейшее повышение температуры. Одновременно начинается процесс прорастания зерна [4].

Из-за интенсивного дыхания происходит процесс траты органического вещества, который может продолжаться без дальнейшего поступления тепла и влаги. Наряду с дыханием в сильно влажном зерне проявляется жизнедеятельность вредных микроорганизмов, под влиянием которых зерно гниет и становится затхлым (рисунок 1).



Рисунок 1. Пораженная вредными микроорганизмами пшеница

Figure 1. Wheat affected by harmful microorganisms

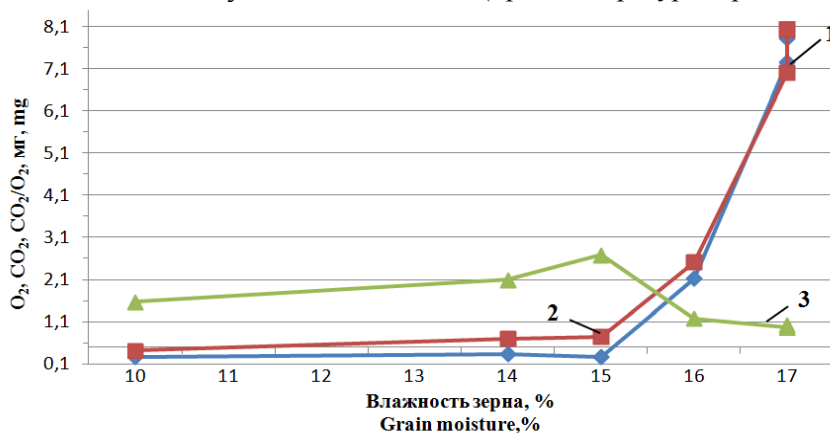
1.3 Исследование процесса дыхания зерна при хранении

Наиболее значимыми факторами, которые определяют энергию дыхания зерна являются его температура и влажность.

Интенсивность дыхания пшеницы значительно возрастает при повышенных показателях влажности и температуры [5].

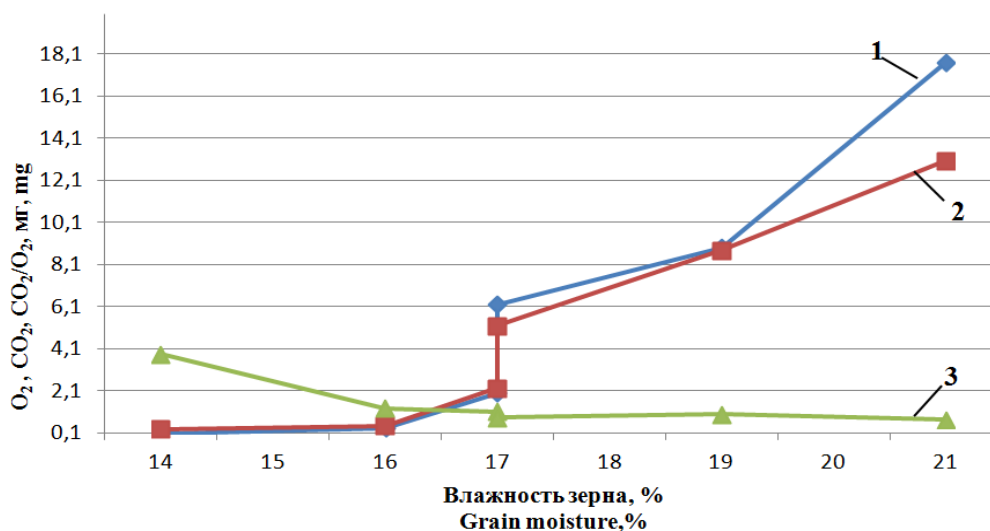
При снижении влажности до воздушно сухого состояния (10–12 %) дыхание почти полностью прекращается.

На рисунках 2 и 3 приведены показатели дыхания для пшеницы различной влажности (при температуре зерна 25°C).



1 – поглощают O_2 , мг (absorb O_2 , mg); 2 – выделяют CO_2 , мг (recovered CO_2 , mg); 3 – дыхательный коэффициент CO_2/O_2 , мг (respiratory ratio CO_2/O_2 , mg).

Рисунок 2. Изменение дыхательной активности зерна в зависимости от влажности (Пшеница Гордеиформе 432)
Figure 2. The change in respiratory activity of the grain depending on the moisture content (Wheat, Hordiforme 432)



1 – поглощают O₂, мг (absorb O₂, mg); 2 – выделяют CO₂, мг (recovered CO₂, mg); 3 – дыхательный коэффициент CO₂/O₂, мг (respiratory ratio CO₂/O₂, mg).

Рисунок 3. Изменение дыхательной активности зерна в зависимости от влажности (Пшеница Мультирум 321)
Figure 3. The change in respiratory activity of the grain depending on the moisture content (Wheat Multirum 321)

По данным рисунков 2 и 3 можно сделать вывод, что резкое увеличение энергии дыхания зерна пшеницы возникает при увеличении влажности до значения более 15%. Вода, содержащаяся в пшенице, при данной влажности, вероятно, прочно связана с коллоидами зерна и поэтому не может явиться растворителем

и водной средой, которая необходима для протекания биохимических реакций [6].

Энергия дыхания резко возрастает при повышении температуры и влажности, что доказывают данные таблицы 2, в которой представлено количество миллиграмм CO₂, выделяемое при хранении 1 кг пшеницы в сутки.

Таблица 2.

Энергия дыхания зерна пшеницы в зависимости от влажности

Table 2.

The energy of respiration of wheat grain depending on moisture

Влажность, % Humidity, %	Выделение CO ₂ , мг, при различной температуре / The release of CO ₂ (mg) at the temperature				
	15	18	30	40	52
10–12	0,35	0,35	0,41	0,50	1,0
14–15	1,40	1,40	7,50	20–40	249
19–20	3,59	125–359	400–450	480–590	600–670
33	700,00	2000	2500	3500	4000

Из таблицы 2 видно, что на интенсивность дыхания в большей мере оказывает влияние повышение влажности, чем повышение температуры, хотя увеличение температуры вызывает увеличение энергии дыхания.

Заключение

Таким образом, на основании вышеизложенного можно сделать вывод, что зерно пшеницы нужно хранить с доступом воздуха. Осуществить это можно или с помощью активного

вентиляции зерновых масс, или при помощи перекидок зерна с места на место, в результате чего воздух межзерновых пространств обогащается кислородом, в результате этого будет снижена влажность и температура зерновой массы.

В результате можно сказать, что правильно организованное хранение зерна должно быть направлено к максимальному снижению трат сухого вещества и, следовательно, достижению возможно низкой убыли веса зерна в процессе хранения [7].

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Вобликов Е.М. Зернохранилища и технологии элеваторной промышленности. М.: Лань, 2005. С. 156–167.
- 2 ГОСТ 13586.5–2015. Зерно. Метод определения влажности. М.: Стандартинформ, 2016. 13 с.
- 3 Чернышева Е.В., Алексеев Ю.В., Гречко О.И. Хранение и переработка зерна. 2011. № 12. С. 11–25.
- 4 Васильев А.Н., Будников Д.А. Хранение и переработка сельскохозяйственного сырья. 2012. 216 с.
- 5 Казаков Е.Д., Кретович В.Л. Биохимия зерна и продуктов его переработки М.: Колос, 1980. 286 с.
- 6 Нечаев А.П., Траубенберг С.Е., Кочеткова А.А. и др. Пищевая химия. СПб.: ГИОРД, 2007. 640 с.
- 7 Макарова Н.А., Орловцева О.А. Совершенствование элементов метрологического обеспечения зернохранилищ // Межвузовская научно-практическая конференция курсантов и слушателей. 2015. С. 137–141.
- 8 Кретова Ю.И. Применение инновационных решений в повышении качества продукции пищевой промышленности // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. 2013. Т. 1. № 1. С. 28–42.

REFERENCES

- 1 Voblikov E.M. Zernokhranilishcha i tekhnologii elevatornoi promyshlennosti [Granaries and technology elevator industry] Moscow, Lan', 2005, pp. 156–167. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Ольга А. Орловцева к. т. н., доцент, кафедра управления качеством и машиностроительных технологий, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, starosta1981@inbox.ru

Наталья А. Игнатенко студент, кафедра управления качеством и машиностроительных технологий, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, makarova_natasha94@mail.ru

Наталья Л. Клейменова к. т. н., доцент, кафедра управления качеством и машиностроительных технологий, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, klesha78@list.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Ольга А. Орловцева предложила методику проведения эксперимента

Наталья А. Игнатенко написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

Наталья Л. Клейменова консультация в ходе исследования

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 28.10.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 19.11.2016

- 2 GOST 13586.5–2015 Zerno. Metod opredeleniya vlazhnosti [State standard 13586.5–2015 Grain. Method of determining humidity] Moscow, Standartinform, 2016, 13 p. (in Russian)
- 3 Chernysheva E.V., Alekseev Yu.V., Grechko O.I. *Khranenie i pererabotka zerna* [Storage and processing of grain] 2011, no. 12, pp. 11–25. (in Russian)
- 4 Vasiliev A.N., Budnikov D.A. *Khranenie i pererabotka sel'skokhozyaistvennogo syr'ya* [Storage modification and processing of agricultural raw materials] 2012, 216 p. (in Russian)
- 5 Kazakov E.D., Kretovich V.L. *Biokhimiya zerna i produktov ego pererabotki* [Biochemistry of grain and products of its processing] Moscow, Kolos, 1980, 286 p. (in Russian)
- 6 Nechaev A.P., Traubenberg S.E., Kochetkova A.A. et al. *Pishchevaya khimiya* [Food chemistry] Saint-Petersburg, 2007, 640 p. (in Russian)
- 7 Makarova N.A., Orlovtsseva O.A. Development of elements of metrological support of silos. *Mezhvuzovskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya kursantov i slushatelei* [Interuniversity scientific-practical conference of cadets and students] 2015, pp. 137–141. (in Russian)
- 8 Kretova Yu.I. The use of innovative solutions for improving the quality of food products. *Vestnik YUzhno-Uralskogo gosudarstvennogo universiteta Seriya Pishchevye i biotekhnologii*. [Bulletin of South Ural State University. Series: Food and Biotechnology], 2013, vol. 1, no. 1, pp. 28–42.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Olga A. Orlovtsseva candidate of technical sciences, assistant professor, quality management and engineering technology department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, starosta1981@inbox.ru

Natal'ya A. Ignatenko student, quality management and engineering technology department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, makarova_natasha94@mail.ru

Natal'ya L. Kleimenova candidate of technical sciences, assistant professor, quality management and engineering technology department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, klesha78@list.ru

CONTRIBUTION

Olga A. Orlovtsseva proposed a scheme of the experiment

Natal'ya A. Ignatenko wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Natal'ya L. Kleimenova consultation during the study

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 10.28.2016

ACCEPTED 11.19.2016

Исследование влияния технологических параметров на шумовые характеристики машины для измельчения мяса

Антон К. Пильненко¹ pilnenko_a@mail.ru
Игорь Н. Заплетников¹ oblagn@kaf.donnuet.education
Олег Д. Квилинский¹ kvilinskiy93@mail.ru

¹ кафедра оборудования пищевых производств, Донецкий национальный ун-т экономики и торговли им. М. Туган-Барановского, ул. Шорса, 31, г. Донецк, 283050 Украина

Реферат. Шумовая характеристика (ШХ) машин является одним из основных показателей её качества и конкурентоспособности на мировых рынках. Поэтому научно-технические работы по улучшению этих характеристик являются актуальными и современными. Исследовательская работа направлена на изучение процесса возникновения в технологическом оборудовании акустических явлений. Были применены экспериментальные методы исследования ШХ машины измельчения мяса и рыбы. С целью получения сопоставимых результатов экспериментальных значений ШХ была выбрана методика определения и аппаратура, соответствующая международным стандартам ИСО «Акустика» с учетом акустических свойств окружающего пространства. Установлены ШХ машины для измельчения мяса и рыбы в условиях эксплуатации в различных режимах. Максимальное значение по характеристике А уровня звуковой мощности (УЗМ) машины получено при работе на холостом ходу 79,7 дБА. При работе машины с продуктом происходит снижение УЗМ по характеристике А на 7,3 дБА, на низких частотах на 2-4 дБ, на средних на 10-6 дБ и на высоких на 5-7 дБ. Данные, полученные экспериментальным путем, позволили установить превышение предельно допустимых значений уровня звуковой мощности на средних частотах на 2 дБ. Дана оценка влияния составных частей машины на ее ШХ в зависимости от переменных технологических факторов – модуля упругости продукта и усилия на толкателе. Получены многофакторные уравнения влияния переменных факторов на ШХ машины. Значимыми факторами являются модуль упругости и усилие на толкателе. При увеличении модуля упругости УЗМ машины снижается, а при увеличении усилия на толкателе УЗМ машины возрастает. Также было установлено отрицательное влияние составных частей конструкции машины на УЗМ. Следует увеличить жесткость конструкции машины.

Ключевые слова: машина измельчения мяса, шумовая характеристика, уровень звуковой мощности, измельчение, многофакторная модель

Research of influence of technological parameters on the noise characteristics of the machine for grinding meat

Anton K. Pil'nenko¹ pilnenko_a@mail.ru
Igor' N. Zapletnikov¹ oblagn@kaf.donnuet.education
Oleg D. Kvilinskii¹ kvilinskiy93@mail.ru

¹ equipment food production department, Donetsk national university of economics and trade named after Mikhail Tugan-Baranovsky, Shchorsa str., 31, Donetsk, 83050, Ukraine

Summary. Noise characteristics (NC) machine is one of the main indicators of its quality and competitiveness on the world markets. Scientific and technical work to improve the noise characteristics are relevant and modern. Work focuses on the study of the emergence of the technological equipment of acoustic phenomena. Was selected method of determination and equipment, according to the international standards ISO "Acoustics" taking into account the acoustic properties of the surrounding space. Been established NC machines for grinding meat and fish under operating conditions the in various modes. The maximum value for the characteristic A sound power level (SPL) machines produced at idling 79,7 dBA. When the machine comes with the product decline USM on the characteristics A 7.3 dB. It was found exceeding the maximum allowable sound power level at medium frequencies on 2 dB. Impact the components of machines on its NC depending on variables technological factors - the module of elasticity of the product and the effort on the pushrod. Increase modulus of elasticity SPL machines decreases and increase efforts on the pusher Machines USM increases. It was found negative impact construction machines part sat USM. Should be increased rigidity design of the machine.

Keywords: grinding meat machine, noise performance, noise level, shredding, multifactor model

Введение

Машины для измельчения мяса (МИМ) применяются на предприятиях питания: столовых, кафе, ресторанах, торговых и кулинарных предприятиях, а также предприятий пищевой промышленности и в быту. В зависимости от назначения и области применения они различаются по технологическим функциям – производительности, степени измельчения;

по конструктивным – габаритами, рабочим органом, приводным механизмом, корпусом, способом установки; по электрическим – установленной мощностью привода, подводимым напряжением. Как показали результаты предыдущих исследований ШХ МИМ [1], наиболее существенное влияние на них оказывают конструктивные факторы. Особенно это касается приводного механизма. В качестве приводного

Для цитирования

Пильненко А.К., Заплетников И.Н., Квилинский О.Д. Исследование влияния технологических параметров на шумовые характеристики машины для измельчения мяса // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 41–48. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-41-48

For citation

Pilnenko A.K., Zapletnikov I.N., Kvilinskiy O.D. Research of influence of technological parameters on the noise characteristics of the machine for grinding meat. *Vestnik VSUET [Proceedings of VSUET]*. 2016. no. 4. pp. 41–48. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-41-48

механизма используют зубчатые или червячные передачи, а также клиноременные. Наибольший уровень шума излучают прямозубые и косозубые передачи. Несмотря на это обстоятельство, производители машин МИМ отдают предпочтение применению зубчатых передач из-за высокой надежности при измельчении мяса и рыбы, а также меньшему энергопотреблению, чем у червячных передач.

На предприятиях общественного питания нашли широкое применение машины МИМ небольших габаритов, производительностью от 80 до 500 кг/ч, с зубчатым приводом, корпусом из алюминиевых сплавов, устанавливаемых на технологическом столе на амортизаторах или жестко.

Машины МИМ серийно выпускаются для стран СНГ Барановичским заводом торгового машиностроения (Республика Беларусь), а также итальянскими, хорватскими, немецкими, французскими и др. зарубежными фирмами. На рынок эти машины поступают сертифицированными, в т. ч. по шумовым характеристикам. Вместе с тем установлено, что ШХ машин в процессе эксплуатации «деградируют» вплоть до «шумового отказа», когда излучаемая машиной звуковая мощность превышает предельно допустимые нормы по шуму (ПДШХ). Нарушение санитарно-гигиенических норм по шуму отрицательно сказывается на здоровье трудящихся предприятий питания, а при применении этих машин в быту и на здоровье не только взрослых, но и детей [2]. Следует отметить, что в нормативно-технической литературе сведения о ШХ машин отсутствуют, даже при работе без нагрузки.

Превышение машинами санитарно-гигиенических норм в процессе эксплуатации серийно выпускаемых и сертифицированных машин необходимо периодически контролировать. Санитарные службы городов и других местностей этой работой не занимаются.

Поэтому целью данной работы является установление ШХ машины МИМ в различных режимах: при работе с нагрузкой и без, установление влияния на ШХ машины ее отдельных составляющих, влияния вида продукта, остроты ножей и усилия на толкателе.

1.1 Методические предпосылки

Измерения проводились в лаборатории виброакустики кафедры оборудования пищевых производств ДонНУЭТ в реверберационной камере объемом 70 м³ в соответствии со стандартом ИСО 3743-1-94; 3743-2-94. Расхождение между внешним шумом и источником звука составило более 10 дБ (дБА) как в октавных полосах частот, так и по скорректированному по А уровню звука [3]. Измерения уровней звукового давления (УЗД) проводилось аттестованным шумомером 1-го класса «Ассистент» (Россия) в октавных

полосах частот и уровню звука. Микрофон устанавливался на измерительном расстоянии 1 м. Записанные шумомером УЗД пересчитывались на уровни звуковой мощности (УЗМ).

В качестве исследуемого образца использовалась машина Koncar MEM 12E (рисунок 1) хорватского производства. Эти машины достаточно широко применяются на предприятиях общественного питания и в быту в странах СНГ и Европе [4]. Конструкцию профессиональных мясорубок Koncar отличает простота и отличные прочностные характеристики. Корпус и шнек изготовлены из высококачественной нержавеющей стали, все модели комплектуются односторонним ножом и решеткой Ø4 мм. Производительность машины – 100 кг/ч, установленная мощность электродвигателя – 250 Вт, ток переменный, напряжением 220 В, масса – 11 кг, число оборотов рабочего органа – 280 об/мин, габариты – 420 × 250 × 250 мм. Машина устанавливается на технологическом столе на специальных резиновых амортизаторах, приводной механизм – зубчатая передача. Машина предназначена для измельчения свежего и дефростированного мяса и рыбы. В качестве объекта исследований использовалось два сорта говяжьего мяса: мякоть и мякоть с повышенным содержанием соединительной ткани, а также дефростированное филе семги. Подача продукта в машину производится оператором толкателем вручную [4, 5]. В качестве рабочего органа используются ножи скользящего резания и ножевая решетка, подача продукта к рабочему органу осуществляется шнеком. Прижатие ножа к ножевой решетке выполняется натяжной гайкой. ШХ машины и нагрузка на привод зависят от усилия затяжки этой гайки, которая выполняется вручную оператором. Машина была подготовлена и эксплуатировалась в полном соответствии с руководством по эксплуатации.

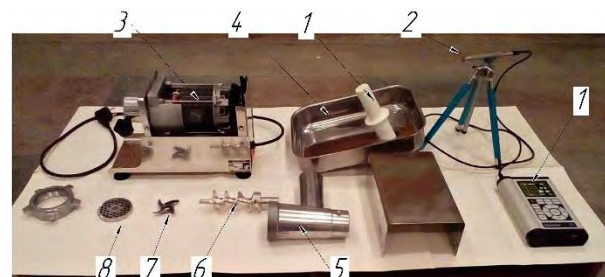


Рисунок 1. Исследование влияния составных частей конструкции машины на ШХ: 1 – шумомер «Ассистент» (Россия); 2 – микрофон; 3 – машина МИМ Koncar; 4 – загрузочный лоток; 5 – корпус камеры; 6 – шнек; 7 – нож; 8 – ножевая решетка

Figure 1. Research of influence of components design of the machine on the NC: 1 – Sound Level Meter "Assistant" (Russia); 2 – microphone; 3 – machine Koncar; 4 – loading tray; 5 – casing camera; 6 – screw; 7 – knife; 8 – knife lattice

1.2 Обоснование и выбор пределов изменения входных факторов

Для определения основных факторов, влияющих на процесс измельчения мяса, были проведены предварительные экспериментальные исследования[1].

Излучаемые уровни звуковой мощности машины МИМ Консар при работе без нагрузки и с нагрузкой в октавных полосах приведены в таблице 1 и на рисунке 2.

В процессе эксперимента для фиксированной величины подачи использовались тарированные грузы различной массы, но такой, которая обеспечивала бы подачу продукта в машину: 2,95 и 1,48 кг. Грузы выполнены в виде дисков с центральным отверстием. Диаметр отверстий позволял надевать грузы на ручку толкателя.

Корректированный по А уровню звуковой мощности составляют: при работе без нагрузки – 79,7 дБА, при работе с нагрузкой –

при измельчении рыбы – 72,7 дБА. Изменения составили -7,3 дБА.

Уравнения регрессии измельчения УЗМ в октавных полосах частот в зависимости от частоты имеют вид (рисунк 2):

– без нагрузки:

$$Lp_1 = 37,2 + 0,1x^3 - 3,15x^2 + 20,2x. \quad (1)$$

– с нагрузкой при резании мяса:

$$Lp_2 = 39,15 + 0,07x^3 - 2,7x^2 + 17,8x \quad (2)$$

– с нагрузкой при резании рыбы:

$$Lp_3 = 39,1 + 0,08x^3 - 2,5x^2 + 15,9x \quad (3)$$

Анализ ШХ машины в октавных полосах частот показал, что наиболее высокий уровень излучения при работе без нагрузки приходится на средние частоты, прежде всего на частотах 1000 Гц и составляет 77,1 дБ. Превышение ПДШХ – 2,1 дБ. На остальных частотах превышения ПДШХ не обнаружено.

Таблица 1.

Уровни звуковой мощности машины при измельчения

Table 1.

Sound power levels of machinery when working

	Уровни звуковой мощности, Lp дБ, в октавных полосах частот, Гц Sound power level, Lp dB, octave frequency, Hz								УЗМ по А, дБА SPL by A, dBA
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
ПДШХ LANC	94	87	82	78	75	73	71	70	80
УЗМ машины без продукта на холостом ходу (XX) SPL at idle move	55,1	66	71,6	76,2	77,1	68,2	62,4	55,7	79,7
УЗМ машины при измельчении мяса SPL machinery grinding the meat	53,8	66,2	68,9	70,3	71,9	64,6	55,2	46,4	74,1
УЗМ машины при измельчении мяса с повышенным содержанием соединительной ткани SPL machinery grinding the meat with connective tissue	58	65,5	68,5	68,7	70,3	63,9	54,4	45,8	72,7
УЗМ машины при измельчении рыбы SPL machinery grinding a fish	52,7	61,8	67,2	65,3	70,3	62,7	54,9	50,1	72,4
Влияние продукта наУЗМ The impact of the product on the SPL	-2,4	-4,2	-4,4	-10,9	-6,8	-5,5	-7,5	-5,6	-7,3

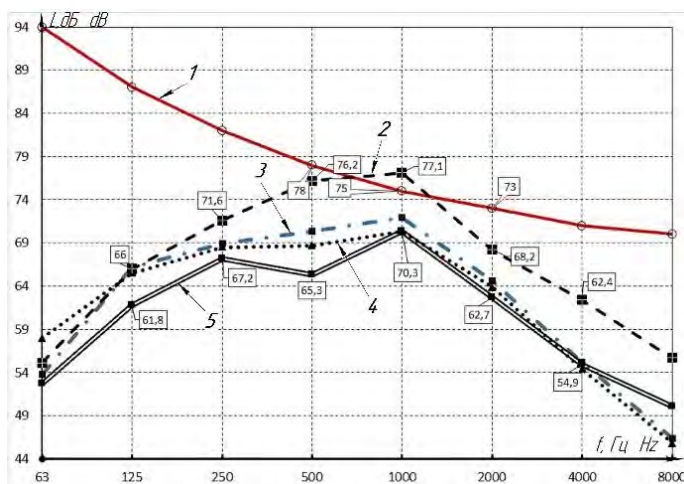


Рисунок 2. Уровни звуковой мощности машины МИМ Консар, дБ: 1 – ПДШХ; 2 – УЗМ машины МИМ на XX; 3 – УЗМ при измельчении мяса с мякотью; 4 – УЗМ машины при измельчении мяса с повышенным содержанием соединительной ткани; 5 – УЗМ машины при измельчении рыбы

Figure 2. Sound power levels of machinery MGM, dB: 1 – LANC; 2 – SPL at idle move; 3 – SPL machinery grinding the meat; 4 – SPL machinery grinding the meat with connective tissue; 5 – SPL machinery grinding a fish

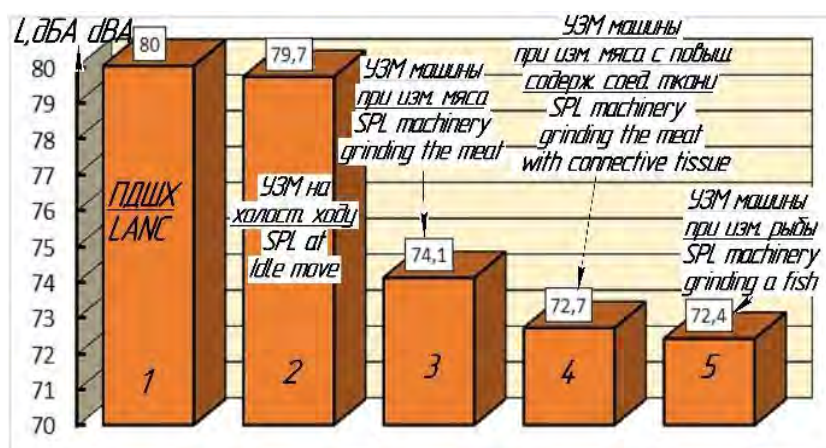


Рисунок 3. Корректированные по А уровни звуковой мощности, дБА: 1 – ПДШХ; 2 – УЗМ машины МИМ на ХХ; 3 – УЗМ машины при измельчении мяса; 4 – УЗМ машины при измельчении мяса с повышенным содержанием соединительной ткани; 5 – УЗМ машины при измельчении рыбы

Figure 3. Corrected by A sound power levels, dBA: SPL at idle move; 3 – SPL machinery grinding the meat; 4 – SPL machinery grinding the meat with connective tissue; 5 – SPL machinery grinding a fish

Сравнение ШХ машины МИМ Консар с нагрузкой и без нее показало, что при работе без нагрузки уровень шума выше, чем под нагрузкой на низких частотах, на средних частотах – выше на 4 дБ, на высоких – на 5–7 дБ и по L_{pA} – на 7,3 дБА. Эти данные свидетельствуют о наличии ударных нагрузок в машине. Снижение УЗМ машины под нагрузкой, в отличие от других технологических машин пищевых производств, происходит в результате смазки рабочего органа мясным соком, который выделяется при продавливании мяса шнеком через ножевую решетку. Аналогичный результат наблюдается и в машинах МИМ других конструкций [1, 3].

По результатам однофакторных экспериментов и анализа литературных источников выделены для дальнейшего исследования следующие факторы [6, 7]: модуль упругости продукта – E , кПа; усилие на толкателе F , Н; острота ножа, α , рад.

1.3 Результаты экспериментальных исследований

Влияние составных частей конструкции машины на ШХ методом отсоединения отдельных элементов, приведен на рисунке 4.

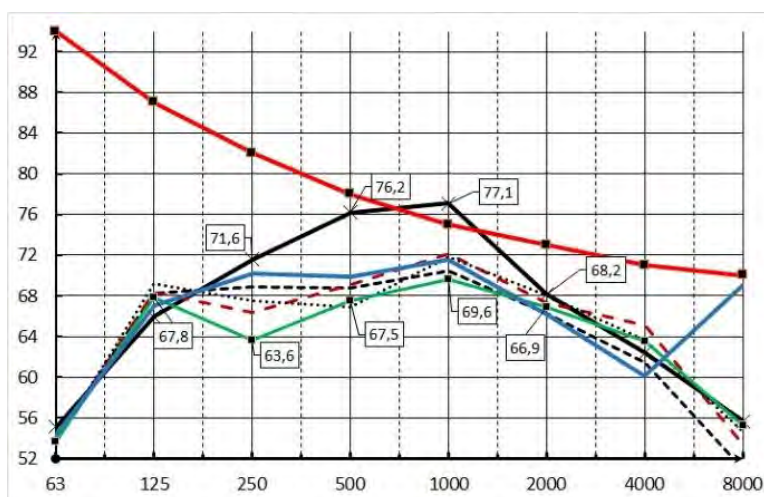


Рисунок 4. Уровни звуковой мощности составных частей конструкции машины, дБ: 1 – Предельно допустимая шумовая характеристика (ПДШХ); 2 – ШХ машины МИМ; 3 – ШХ машины МИМ без лотка загрузки; 4 – ШХ машины МИМ без лотка и ножевого блока; 5 – ШХ машины МИМ без лотка, ножевого блока и шнека; 6 – ШХ машины МИМ без лотка, ножевого блока, шнека и рабочей камеры; 7 – ШХ привода машины МИМ

Figure 4. Sound power level machinery components, dB: 1 – LANC; 2 – SPL at idle move; 3 – SPL without loading the tray; 4 – SPL without loading the tray and knife; 5 – SPL without loading the tray, knife, auger and camera; 6 – SPL without loading the tray, knife, auger and camera; 7 – SPL machinery gearbox

Анализ результатов этих исследований показал, что наличие лотка ухудшает ШХ машины на 1–5 дБ на низких частотах, на 5 дБ на средних частотах и 1–5 дБ на высоких частотах. Ухудшаются ШХ машины от вибрации лотка на частотах 250, 500, 1000 и 4000 Гц. Для снижения влияния конструкции лотка на ШХ машины целесообразно увеличить жесткость лотка путем его ребрения.

Наличие ножа с решеткой оказывает существенное влияние на ШХ машины в октав-

ных полосах частот, в пределах 1–2 дБ. Наличие шнека в машине также незначительно влияет на ШХ машины, хотя наблюдается и ухудшение ШХ на 3 дБ на частоте 4000 Гц. Рабочая камера машины, в которой размещены шнек, нож и ножевая решетка, натяжная гайка также, практически, не оказывает влияния на ШХ машины. Наиболее значительный вклад в ШХ машины оказывает ШХ зубчатого редуктора и электродвигателя. Значения ШХ составных частей машины приведены в таблице 2.

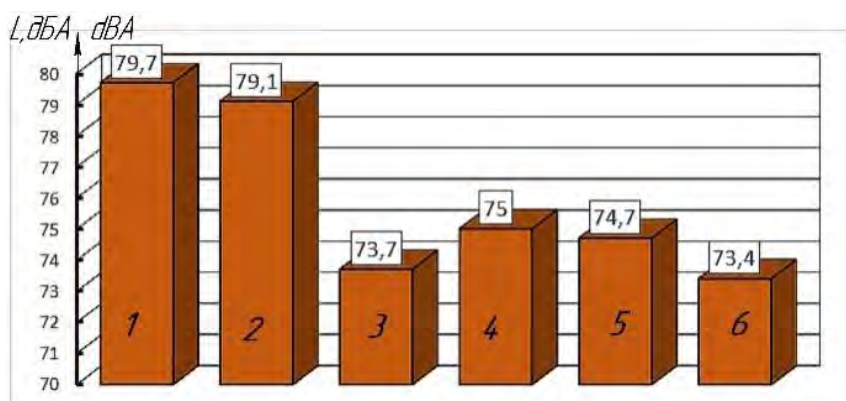


Рисунок 5. Корректированные по А уровни звуковой мощности составных частей конструкции машины, дБА: 1 – УЗМ машины на ХХ; 2 – УЗМ машины МИМ без лотка загрузки; 3 – УЗМ машины МИМ без лотка и ножевого блока; 4 – УЗМ машины МИМ без лотка, ножевого блока и шнека; 5 – УЗМ машины МИМ без лотка, ножевого блока, шнека и рабочей камеры; 6 – УЗМ привода машины

Figure 5. Corrected by A sound power levels machinery components, dBA: 1 – SPL at idle move; 2 – SPL without loading the tray; 3 – SPL without loading the tray and knife; 4 – SPL without loading the tray, knife and auger; 5 – SPL without loading the tray, knife, auger and camera; 6 – SPL machinery gearbox

Таблица 2.

Уровни звуковой мощности составных частей конструкции машины

Table 2.

Уровни звуковой мощности составных частей конструкции машины

	Уровни звуковой мощности, Lp дБ, в октавных полосах частот, Гц Sound power level, Lp dB, octave frequency, Hz								УЗМ по А, дБА SPL by A, dBA
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
УЗМ машины на ХХ SPL at idle move	55,1	66,0	71,6	76,2	77,1	68,2	62,4	55,7	79,7
УЗМ без лотка загрузки SPL without loading the tray	54,4	67,1	70,2	69,9	71,6	66,2	60,1	69,0	79,1
УЗМ без лотка и ножа SPL without loading the tray and knife	53,9	68,3	68,9	68,8	70,5	66,3	61,4	51,0	73,7
УЗМ без лотка, ножа и шнека SPL without loading the tray, knife and auger	53,9	68,4	66,4	69,1	72,1	67,3	65,1	53,4	75,0
УЗМ без лотка, ножа, шнека и камеры SPL without loading the tray, knife, auger and camera	53,9	68,4	66,4	69,1	72,1	67,3	65,1	53,4	75,0
УЗМ привода машины SPL machinery gearbox	53,7	67,8	63,6	67,5	69,6	66,9	63,5	55,3	73,4
Влияние составных частей конструкции машины на УЗМ, ΔLк Effect design components machinery on SPL	-1,4	1,8	-8	-8,7	-7,5	-1,3	1,1	-0,4	-6,3

1.4 Моделирование результатов исследования.

С целью получения информации о влиянии ряда производственных факторов на ШХ машины МИМ и получения многофакторных моделей этих процессов проведен активный эксперимент по методу Бокса-Уилсона вида 2^3 . В качестве целевой функции принимались значения ШХ в виде УЗМ в октавных полосах частот и по характеристике А. Независимым переменными

факторами были приняты: вид продукта, усилие на толкателе и острота ножа. Уровни и интервалы варьирования приведены в таблице 3. Матрица планирования эксперимента и значения функции отклика в октавных полосах частот и по характеристике А приведены в таблице 4. В результате соответствующей обработки данных [8–10] получены значимые адекватные регрессионные модели в кодированных переменных.

Таблица 3.

Пределы изменения входных факторов

Table 3.

Range of input factors variation

Уровни Levels		Пределы изменения факторов Range of input factors variation		
		Модуль упругости продукта, X_1 , кПа Elastic modulus product, X_1 , kPa	Усилие на толкателе, X_2 , Н Effort on the pusher, X_2 , N	Острота ножа, X_3 , рад Acuity knife, X_3 , deg
Основной Center point	0	16	22,15	1,02
Верхний High level	+1	26	29,5	1,57
Нижний Low level	-1	8	14,8	0,51
Интервал варьирования The interval of variation	Δi	8	14,7	0,51

Таблица 4.

Матрица планирования эксперимента

Table 4.

Experiment planning matrix

№	Факторы Factors			Значения функции отклика по уровню звуковой мощности, дБ The response function by sound power level, dB								
	X_1	X_2	X_3	Lp ₆₃ , дБ dB	Lp ₁₂₅ , дБ dB	Lp ₂₅₀ , дБ dB	Lp ₅₀₀ , дБ dB	Lp ₁₀₀₀ , дБ dB	Lp ₂₀₀₀ , дБ dB	Lp ₄₀₀₀ , дБ dB	Lp ₈₀₀₀ , дБ dB	Lp, дБ AdBA
1	+	+	+	60,8	56,2	66,1	66,3	68,8	63,1	55,3	49,4	71,5
2	+	-	-	57,0	64,1	67,4	67,3	69,8	63,2	54,8	48,4	72,2
3	+	+	-	53,8	66,2	68,9	70,3	71,9	64,6	55,2	46,4	74,1
4	-	-	-	51,5	62,8	67,7	66,9	69,9	62,5	54	48,3	72,1
5	-	+	+	54,0	62,3	67,3	66,8	72,0	65,2	56,2	48,8	74,0
6	-	-	+	53,5	62,8	67,1	66,6	71,7	64,5	55,8	48,5	73,6
7	+	-	+	62,3	58,9	67,7	66,7	70	63	55,4	49,1	72,3
8	-	+	-	52,7	61,8	67,2	65,3	70,3	62,7	54,9	50,1	72,4

После проверки коэффициентов регрессии и адекватности модели исследуемого процесса получено многофакторное регрессионное

Для низких частот:

$$Y_1(x_1, x_2, x_3) = 61,9 - 0,54 \cdot x_1 - 0,26 \cdot x_2 - 1,8 \cdot x_3 + 0,1 \cdot x_1 \cdot x_2 - 1,96 \cdot x_1 x_3 - 0,54 \cdot x_2 x_3 - 0,7 \cdot x_1 x_2 x_3 \quad (4)$$

Для средних частот:

$$Y_2(x_1, x_2, x_3) = 70,6 - 0,425 \cdot x_1 + 0,2 \cdot x_2 + 0,025 x_1 x_2 - 0,8 \cdot x_1 x_3 - 0,43 \cdot x_2 x_3 - 0,4 x_1 x_2 x_3 \quad (5)$$

Для высоких частот:

$$Y_3(x_1, x_2, x_3) = 48,6 - 0,3 \cdot x_1 + 0,33 \cdot x_3 - 0,475 \cdot x_1 x_2 + 0,6 \cdot x_1 x_3 + 0,1 \cdot x_2 x_3 + 0,48 \cdot x_1 x_2 x_3 \quad (6)$$

По скорректированному уровню А:

$$Y_{pA}(x_1, x_2, x_3) = 72,78 - 0,25 x_1 + 0,225 x_2 + 0,05 x_1 x_2 - 0,7 \cdot x_1 x_3 - 0,325 \cdot x_2 x_3 - 0,35 x_1 x_2 x_3 \quad (7)$$

уравнение зависимости ШХ от переменных факторов в кодированных переменных (4–7).

Для получения уравнения (7) в натуральных переменных использованы зависимости:

$$x_1 = \frac{E - 16}{8}; x_2 = \frac{F - 22,15}{14,7}; x_3 = \frac{\alpha - 1,02}{0,51} \quad (8)$$

Уравнение в натуральных переменных имеет вид:

$$L_{pa}(E, F, \alpha) = 71,3 + 0,002E - 0,043F + 1,8\alpha + 0,006 \cdot E \cdot F - 0,042 \cdot E \cdot \alpha + 0,05F \cdot \alpha - 0,006E \cdot F \cdot \alpha \quad (9)$$

Величины коэффициентов регрессии позволяют оценить степень влияния переменных факторов на функцию отклика – ШХ машины.

Модуль упругости продукта оказывает наибольшее влияние на ШХ на средних частотах, с его увеличением снижается УЗМ.

Влияние усилия на толкателе также невелико в исследуемом диапазоне. С увеличением усилия на толкателе ШХ возрастают, кроме низких частот, где наблюдается обратная картина. Следует заметить, что верхний интервал варьирования усилия на толкателе ограничивается эргономическими требованиями к усилиям оператора при работе с машиной.

Острота ножа влияет на функцию отклика лишь на низких и высоких частотах, на средних частотах для машин МИМ – влияние незначительно.

Парное взаимодействие факторов X_1X_3 , X_2X_3 приводит к уменьшению величины ШХ машины на средних, высоких частотах и характеристике А. Изменение функции отклика УЗМ по А от модуля упругости и усилия на толкателе приведено на рисунке 6. Определена зона оптимума для ШХ машины

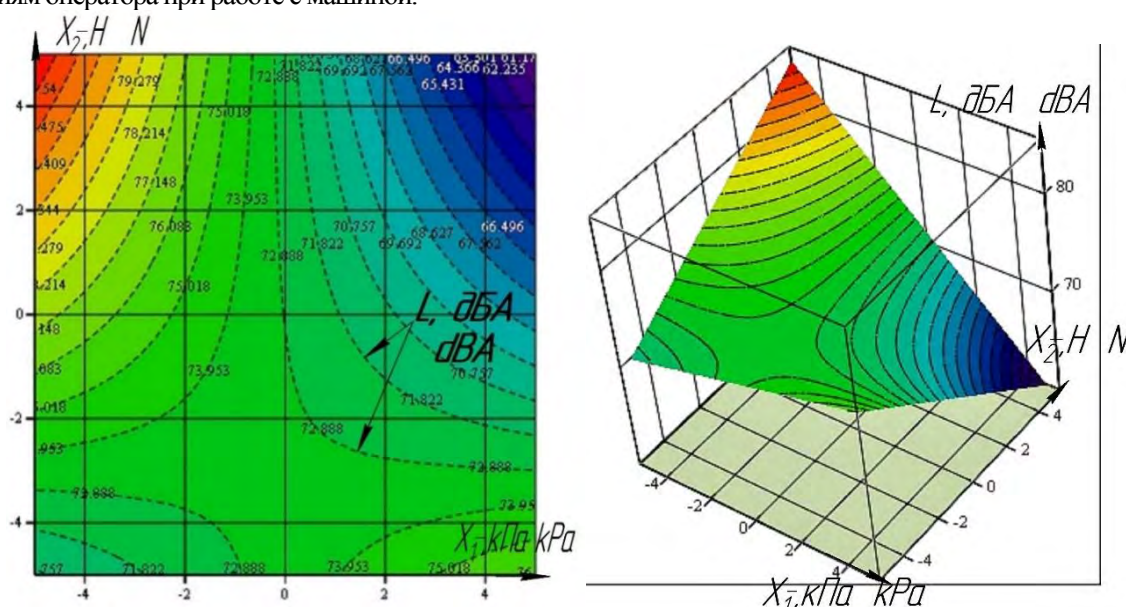


Рисунок 6. График кривых равных значений (а) и поверхности отклика (б) зависимости уровня звуковой мощности L_{pa} , дБА от: модуля упругости продукта X_1 , кПа и усилия на толкателе X_2 , Н

Figure 6. Control plot (a) and the response surface (b) depending sound power level L_{pa} , dBA of: elastic modulus product X_1 , kPa and force at the pusher, X_2 , N

Закключение

Проведенные исследования показали, что излучаемые уровни звуковой мощности машины для измельчения мяса Kopcar MEM 12е хорватской фирмы в условиях эксплуатации при работе без нагрузки приближено к ПДШХ и на частоте 1000 Гц превышает – на 2 дБ. При работе машины под нагрузкой ее ШХ, на низких октавных полосах частот ниже, чем без нагрузки, а на средних и высоких частотах выше, вследствие наличия ударных процессов.

Методом отсоединения машины на составные части установлено, что вибрация лотка ухудшает

ШХ машины. Следует увеличить жёсткость его конструкции. Основным источником шума в машине является зубчатый редуктор.

По результатам факторного эксперимента вида 2^3 установлено, что возрастание УЗМ связано с усилием на толкателе, а также с затуплением ножа. Это явление сказывается на низких частотах. Улучшается ШХ машины при обработке продукта с более высоким модулем упругости.

Дальнейшие исследования предусматривают получение многофакторных моделей в натуральных переменных и апробация методов улучшения ШХ МИМ

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Заплетников И.Н. Виброакустика оборудования пищевых производств. Харьков: НТМТ, 2015. 542 с.
- 2 Иванов Н.И. Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом. М.: Лотос, 2013. 432 с.
- 3 Zapletnikov I.N., Gordienko A.V., Kirichenko V.A., Pilnenko A.K. Noise characteristics of universal kitchen vegetable cutter // The advanced science journal. 2014. № 7. P. 19–22.
- 4 Ботов М.И., Кирпичников В.П. Оборудование предприятий общественного питания. М.: Академия, 2010. 496 с.
- 5 Антипов С.Т., Васильев А.М., Дворецкий С.И., Ковалевский В.И. и др. Проектирование, конструирование и расчет техники пищевых технологий. СПб, 2013. 910 с.
- 6 Пеленко В.В., Арет В.А., Кайка А.Х., Тарабановский Ф.Б., и др. Разработка математической модели процесса измельчения мясного сырья в волчках // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. 2013. №2.
- 7 Пеленко В.В., Зуев Н.А., Ольшевский Р.Г., Иваненко В. П. и др. Оценка зависимости производительности измельчителей мяса от их конструкции и физико-механических свойств сырья // Вестник Международной академии холода. 2015. № 1. С. 9-15
- 8 Алексеев Г.В., Башева Е.П., Дерканосова А.А. Возможные направления компьютерного моделирования и проектирования технологических машин и оборудования пищевых производств // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2015. №4. С. 22-27.
- 9 Saravacos G., Kostaropoulos A. Handbook of food processing equipment. Switzerland: Springer International Publishing, 2016. 775 p.
- 10 Toldrá F. Handbook of meat processing. USA: Blackwell Publ., 2010. 561 p.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Антон К. Пильненко к.т.н., доцент, кафедра оборудования пищевых производств, Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского, ул. Щорса 31, г. Донецк, 83050, Украина, pilnenko_a@mail.ru

Игорь Н. Заплетников д.т.н., профессор, кафедра оборудования пищевых производств, Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского, ул. Щорса 31, г. Донецк, 83050, Украина, obladn@kaf.donnunet.education

Олег Д. Квилинский магистр, кафедра оборудования пищевых производств, Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского, ул. Щорса 31, г. Донецк, 83050, Украина, kvilinskiy93@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Антон К. Пильненко написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

Игорь Н. Заплетников консультация в ходе исследования

Олег Д. Квилинский предложил методику проведения эксперимента и организовал производственные испытания

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 31.10.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 29.11.2016

REFERENCES

- 1 Zapletnikov I.N., Vibroakustika oborudovaniia pishchevykh proizvodstv [Vibroacoustics of food production equipment]. Kharkov, NTMT, 2015. 542 p. (in Russian)
- 2 Ivanov N.I. Inzhenernaia akustika Teoriia i praktika borby s shumom [Engineering acoustics. Theory and practice of noise control]. Moscow, Lotos, 2013. 432 p. (in Russian)
- 3 Zapletnikov I.N., Gordienko A.V., Kirichenko V.A., Pilnenko A.K. Noise characteristics of universal kitchen vegetable cutter. The advanced science journal, USA, 2014, issue 7, p. 19–22.
- 4 Botov M.I., Kirpichnikov V.P., Oborudovanie predpriatii obshchestvennogo pitaniia [Catering equipment] Moscow, Akademiya, 2010. 496 p. (in Russian)
- 5 Antipov S.T., Vasiliev A.M., Dvoretzskii S.I., Kovalevskii V.I. et al. Proektirovanie, konstruirovaniye i raschet tehniki pishchevykh tehnologiy. [Design, construction and calculation of food technology equipment]. Saint-Petersburg, 2013. 910 p. (in Russian)
- 6 Pelenko V.V., Aret V.A., Kaika A.Kh., Tarabanovsky F.B. et al. Development of a mathematical model of the process of grinding of raw meat in gyroscope. *Nauchnyi zhurnal NIU ITMO* [Scientific Journal ITMO. Series: Processes and devices of food manufactures] 2013, no. 2. (in Russian)
- 7 Pelenko V.V., Zuev N.A., Ol'shevskii R.G., Ivanenko V.P. et al. Evaluation according to the pro-meat grinders productivity of their construction and the physical and mechanical properties of raw materials. *Vestnik Mezhdunarodnoi akademii kholoda* [Journal of the International Academy of Refrigeration] 2015, no. 1, pp. 9-15 (in Russian)
- 8 Alekseev G.V., Basheva E.P., Derkanosova A.A. Possible areas of computer modeling and design of technological machines and equipment for food production. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of Voronezh State University of Engineering Technology] 2015, no. 4, pp. 22-27. (in Russian)
- 9 Saravacos G., Kostaropoulos A. Handbook of food processing equipment. Switzerland: Springer International Publishing, 2016. 775 p.
- 10 Toldrá F. Handbook of meat processing. USA, Blackwell Publ., 2010. 561 p.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Anton K. Pil'nenko candidate of technical sciences, Department of equipment food production, Donetsk national university of economics and trade named after Mikhail Tugan-Baranovsky, Shchorsa str., 31, Donetsk, 83050, Ukraine, pilnenko_a@mail.ru

Igor' N. Zapletnikov doctor of technical sciences, professor, Department of equipment food production, Donetsk national university of economics and trade named after Mikhail Tugan-Baranovsky, Shchorsa str., 31, Donetsk, 83050, Ukraine, obladn@kaf.donnunet.education

Oleg D. Kvilinskii master, Department of equipment food production, Donetsk national university of economics and trade named after Mikhail Tugan-Baranovsky, Shchorsa str., 31, Donetsk, 83050, Ukraine, kvilinskiy93@mail.ru

CONTRIBUTION

Anton K. Pil'nenko wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Igor' N. Zapletnikov consultation during the study

Oleg D. Kvilinskii proposed a scheme of the experiment and organized production trials

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 10.31.2015

ACCEPTED 11.29.2016

Математическая модель агломерации твёрдой дисперсной фазы в циклоне с жидкостно-капельным орошением

Игорь А. Саранов	¹	mr.saranov@mail.ru
Газибег О. Магомедов	¹	mgazibeg@mail.ru
Виктор И. Рязских	²	kaf.prmath@yandex.ru
Сергей В. Шахов	³	s_shahov@mail.ru

¹ кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

² кафедра прикладной математики и механики, Воронеж. гос. техн. ун-т, Московский проспект, 14, г. Воронеж, 394026, Россия

³ кафедра машин и аппаратов пищевых производств, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Реферат. В работе рассмотрен процесс получения порошков с агломерированной структурой при распылительной сушке жидких пищевых и химических сред. Развитием этого направления служит метод, основанный на столкновении в циклонной камере диспергируемых жидких частиц и закрученного потока частиц уже высушенных, возвращаемых из системы отделения высокодисперсной фракции от отработанного теплоносителя. Таким образом, твёрдые частицы сталкиваются с каплями жидкости, смачиваясь при этом, за счёт этого при дальнейшем столкновении сухой частицы со смоченным участком другой сухой частицы образуется пространственная структура. Повторение такого процесса приводит к укрупнению частиц и к получению их агломератов или гранул. Для построения адекватной модели процесса агломерирования использование фундаментальных уравнений переноса импульса и массы затруднительно, поэтому для построения модели было решено применить принцип кинетических превращений при химических реакциях. Для учёта нанесения тонких плёнок жидкости на частицу и образования агломератов предлагается использовать кинетические коэффициенты, а при наложении гидродинамики идеального вытеснения задача записывается в виде Коши. Решение данной задачи происходит численным методом Эйлера по конечностно-разностной схеме. Качественный анализ результатов расчёта показывает, что эффективные режимы агломерации возможны в том случае, если кинетический коэффициент образования агломератов выше кинетического коэффициента образования плёнки на частицах, а также концентрация частиц твёрдой фракции должна быть выше концентрации частиц жидкой фракции, что в условиях стандартных распылительных сушилок с возвратом высокодисперсной фракции осуществить невозможно без разработки специальных узлов агломерации для сушильных установок

Ключевые слова: распылительная сушка, агломерация, гранулирование, инстант-продукты, моделирование, флуктуация

Mathematical model of the agglomeration of solid disperse phase in the cyclone with a liquid-drip irrigation

Igor A. Saranov	¹	mr.saranov@mail.ru
Gazibeg O. Magomedov	¹	mgazibeg@mail.ru
Viktor I. Ryazhskikh	²	kaf.prmath@yandex.ru
Sergey V. Shahov	³	s_shahov@mail.ru

¹ bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

² department of applied mathematics and mechanics, Voronezh state technical university, Moscow Av., 14, Voronezh, 394026, Russia

³ machinery and equipment for food production department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia

Summary. The paper concerns a process for producing an agglomerated structure powder by spray drying of liquid food and chemical environments. The development of this direction is the method based on collision in the cyclone chamber dispersible liquid particles and previously dried up particles of swirling stream, returned from the separation system of finely fraction from spent heat medium. Thus, the solid particles collide with droplets of liquid wetting at the same time, due to this with further dry the particles collision with the moistened portion of another dry particles the spatial structure is formed. Repeating of this process leads to enlargement of particles and to the obtaining of their agglomerates or granules. To build an adequate model of the process of agglomeration the use of the fundamental momentum and mass transfer equations is difficult, therefore, to build the model, it was decided to apply the principle of kinetic transformations in chemical reactions. To registrate the application of thin liquid films on the particle and the formation of agglomerates use the kinetic coefficients is proposed, and upon application of hydrodynamics of ideal displacement the task is written in the form of Cauchy. The solution to this task is done with numerical Euler method for end-difference scheme. Qualitative analysis of the calculation results shows that effective modes of agglomeration are possible if the kinetic coefficient and the agglomerates formation is higher than the kinetic coefficient of film formation on the particles, and the concentration of particles of solid fractions should be higher than the concentration of the liquid fraction particles, which in the conditions of standard spray dryers with return highly dispersed fraction can not be implemented without the development of special agglomeration units for drying plants.

Keywords: spray drying, agglomeration, granulation, instant-foods, modeling, fluctuation

Для цитирования

Саранов И.А., Магомедов Г.О., Рязских В.И., Шахов С.В. Математическая модель агломерации твёрдой дисперсной фазы в циклоне с жидкостно-капельным орошением // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 49–55. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-49-55

For citation

Saranov I. A., Magomedov G. O., Ryazhskikh V. I., Shahov S. V. Mathematical model of the agglomeration of solid disperse phase in the cyclone with a liquid-drip irrigation. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 49–55. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-49-55

Введение

Современные тенденции получения пищевых порошков доказали целесообразность использования многостадийных распылительных сушильных установок с возвратом высушенной высокодисперсной фракции из циклона (далее твердые частицы) в область диспергирования с целью получения агломерированных частиц (рисунок 1) и последующим их досушиванием [1-3].

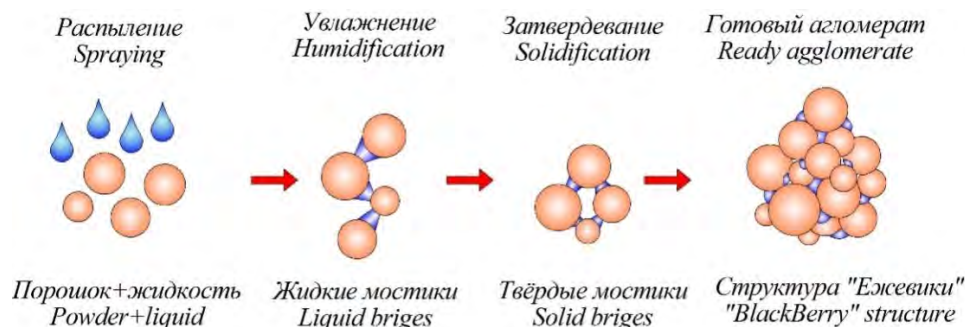


Рисунок 1. Схема образования агломератов увлажнением сухих частиц

Figure 1. Scheme of formation of agglomerates during wetting of dry particles

Физическая модель получения быстрорастворимых порошков показана на схеме (рисунок 2), которая предполагает, что твёрдые частицы в виде газозвеси подаются в кольцевой зазор коллектора 4 где газозвесь закручивается и, проходя через равные по площади щелевые зазоры между лопатками 5, рассекается на равные потоки, образуя вихрь во внутренней части коллектора 4 направленный к его оси. Для механической агломерации суспензия продукта с помощью распылителя 3 диспергируется внутри коллектора 4, непосредственно в уже упомянутый вихрь газозвеси для столкновения диспергированных частиц жидкой фракции продукта и сухих твердых частиц из газозвеси. Газодинамика коллектора 6 организована таким образом, что достигается высокая интенсивность образования агломератов и исключение контакта диспергированных влажных частиц с внутренней поверхностью коллектора, образованной лопатками 5. При дальнейшем движении влажных высокодисперсных частиц и агломератов предполагается удаление избытка растворителя конвективной сушкой в конической 6 и цилиндрической 7 частях сушильной камеры и дальнейшее отделение сухих твердых частиц для последующего агломерирования [5].

В [6] отмечается, что получены результаты по локальному взаимодействию частиц, а также математическое описание формирования агломератов в масштабах аппарата в целом практически отсутствует.

Отсутствие корректного теоретического обоснования схем агломерации в масштабах установок делает невозможным рациональный выбор технологических режимов и конструкторских

Разработка эффективных технологических схем производства быстрорастворимых порошкообразных пищевых материалов требует не только разработки нового оборудования, способного интенсифицировать процессы сушки и агломерирования [3, 4], но, и теоретического обоснования происходящих при этом массообменных процессов.

решений, а уже накопленный опыт реализации подобных схем [7] позволяет сделать вывод об актуальности проблемы.

Для анализа предложенной схемы рассмотрим циклонную камеру для агломерации твёрдых частиц, поступающих с тангенциальным вводом газовой несущей среды и с орошением закрученного потока дисперсной жидкостью распыливающей форсункой (рисунок 2). Картина агломерации в этом случае такова: твёрдые частицы сталкиваются с каплями жидкости, смачиваясь при этом; твёрдые частицы с плёнкой жидкости на поверхности в силу турбулентных пульсаций дисперсионной среды при соприкосновении удерживаются силами поверхностного натяжения жидкости. Многократное повторение такого процесса приводит к укрупнению частиц и к получению их агломератов.

Для теоретического описания физической картины использование фундаментальных уравнений переноса импульса (уравнение Навье-Стокса) и массы (уравнение конвективной диффузии) затруднительно по причине неясности в постановке условий на границе раздела твердых и жидких частиц в флуктуирующем турбулентном потоке несущей газовой среды [8, 9].

Поэтому для построения модели совокупных процессов в циклонной камере применим принцип аналогичный с химическими превращениями в рамках кинетических превращений. Будем обозначать твёрдые частицы, поступающие в циклонную камеру, через субстанцию А, а распыливаемые форсункой капли раствора через субстанцию В. Соединение субстанций А и В приводит к образованию новой субстанции S (твёрдые частицы с плёнкой на поверхности):

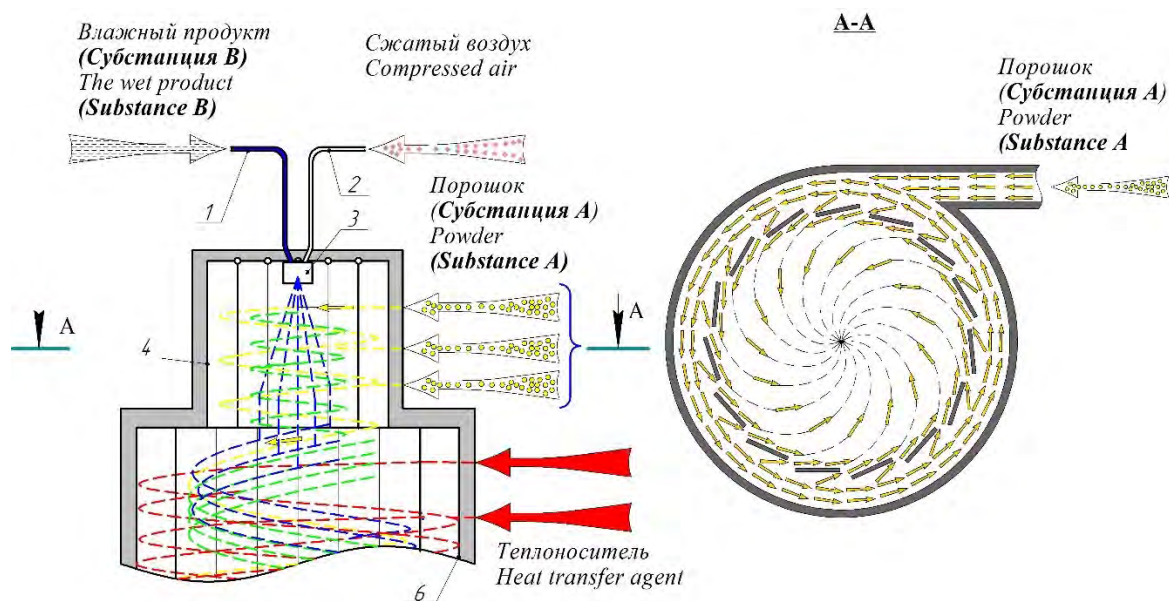
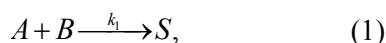


Рисунок 2. Схема агломерации в башне распылительной сушилки: 1 – патрубок подачи жидкого продукта, 2 – линия подачи сжатого воздуха, 3 – пневматическая форсунка, 4 – коллектор, 5 – лопатки, 6 – коническая часть сушильной камеры, 7 – цилиндрическая часть сушильной камеры

Figure 2. Agglomeration scheme in the tower spray dryer: 1 – supply of the liquid product nozzle, 2 – the compressed air line 3 – pneumatic nozzle, 4 – collector, 5 – vane, 6 – a conical part of the drying chamber, 7 – the cylindrical part of the drying chamber



Причём кинетика этого процесса определяется кинетическим коэффициентом k_1 . Превращение по соотношению (1) описывается системой уравнений гетерогенной химической реакции со стохастическим единичным эквивалентом, т. е.:

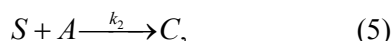
$$\frac{dC_A(t)}{dt} = -k_1 C_A(t) C_B(t); \quad (2)$$

$$\frac{dC_B(t)}{dt} = -k_1 C_A(t) C_B(t); \quad (3)$$

$$\frac{dC_S(t)}{dt} = -k_1 C_A(t) C_B(t); \quad (4)$$

где t – текущее время; $C_A(t)$, $C_B(t)$, $C_S(t)$ – концентрации субстанций соответственно A , B и S .

Процесс образования агломератов, которые обозначим через субстанцию C , протекает по схеме соединения:



где k_2 – кинетический коэффициент, характеризующий скорость протекания этого процесса. В соответствии с (5) запишем:

$$\frac{dC_S(t)}{dt} = -k_2 C_A(t) C_S(t); \quad (6)$$

$$\frac{dC_A(t)}{dt} = -k_2 C_A(t) C_S(t); \quad (7)$$

$$\frac{dC_C(t)}{dt} = k_2 C_A(t) C_S(t); \quad (8)$$

$$\frac{dC_A(t)}{dt} = -2C_A(t) [k_1 C_B(t) + k_2 C_S(t)]; \quad (9)$$

$$\frac{dC_B(t)}{dt} = -k_1 C_A(t) C_B(t); \quad (10)$$

$$\frac{dC_S(t)}{dt} = -2C_A(t) [k_1 C_B(t) + k_2 C_S(t)]; \quad (11)$$

$$\frac{dC_C(t)}{dt} = k_2 C_A(t) C_S(t); \quad (12)$$

Свяжем полученную систему кинетических уравнений (9)–(12) с гидродинамикой в циклонной камере исходя из того, что вращающийся поток можно представить как поток идеального вытеснения, т. е. использовать соотношение $u = z/t$ где z – координата в направлении закрученного потока, u – скорость потока; тогда система (9)–(12) запишется в виде задачи Коши:

$$u \frac{dC_A(z)}{dz} = -2C_A(z) [k_1 C_B(z) + k_2 C_S(z)]; \quad (13)$$

$$u \frac{dC_B(z)}{dz} = -k_1 C_A(z) C_B(z); \quad (14)$$

$$u \frac{dC_S(z)}{dz} = 2C_A(z) [k_1 C_B(z) - k_2 C_S(z)]; \quad (15)$$

$$u \frac{dC_C(z)}{dz} = k_2 C_A(z) C_S(z); \quad (16)$$

с начальными условиями:

$$C_A(0) = C_A^0; C_B(0) = C_B^0; \quad (17)$$

$$C_S(0) = C_C(0) = 0; \quad (18)$$

Для анализа математической модели (13)–(18) запишем её в безразмерном виде, сократив при этом число определяющих параметров:

$$\frac{dX_A(Z)}{dZ} = -2X_A(Z)[X_B(Z) + K \cdot X_C(Z)]; \quad (19)$$

$$\frac{dX_B(Z)}{dZ} = -X_A(Z)X_B(Z); \quad (20)$$

$$\frac{dX_S(Z)}{dZ} = 2X_A(Z)[X_B(Z) - K \cdot X_C(Z)]; \quad (21)$$

$$\frac{dX_C(Z)}{dZ} = K \cdot X_A(Z)X_S(Z); \quad (22)$$

с начальными условиями:

$$X_A(0) = 1, X_B(0) = \xi; \quad (23)$$

$$X_S(0) = X_C(0) = 0; \quad (24)$$

где:

$$Z = z k_1 C_A^0 / u, X_A(Z) = C_A(z) / C_A^0,$$

$$X_B(Z) = C_B(z) / C_A^0, X_S(Z) = C_S(z) / C_A^0,$$

$$X_C(Z) = C_C(z) / C_A^0, \xi = C_B^0 / C_A^0, K = k_2 / k_1;$$

Система (19)–(24) относится к классу нелинейных и может быть проинтегрирована только численно, например, простейшим явным методом Эйлера по конечностно-разностной схеме:

$$X_A^{i+1} = X_A^i - 2X_A^i(X_B^i + K \cdot X_C^i)\Delta Z; \quad (25)$$

$$X_B^{i+1} = X_B^i - X_A^i X_B^i \Delta Z; \quad (26)$$

$$X_S^{i+1} = X_S^i + 2X_A^i(X_B^i - K \cdot X_C^i)\Delta Z; \quad (27)$$

$$X_C^{i+1} = X_C^i + K \cdot X_A^i X_S^i \Delta Z; \quad (28)$$

$$X_A^0 = 1; X_B^0 = \xi; X_S^0 = 0; X_C^0 = 0; i = 0, 1, \dots; \quad (29)$$

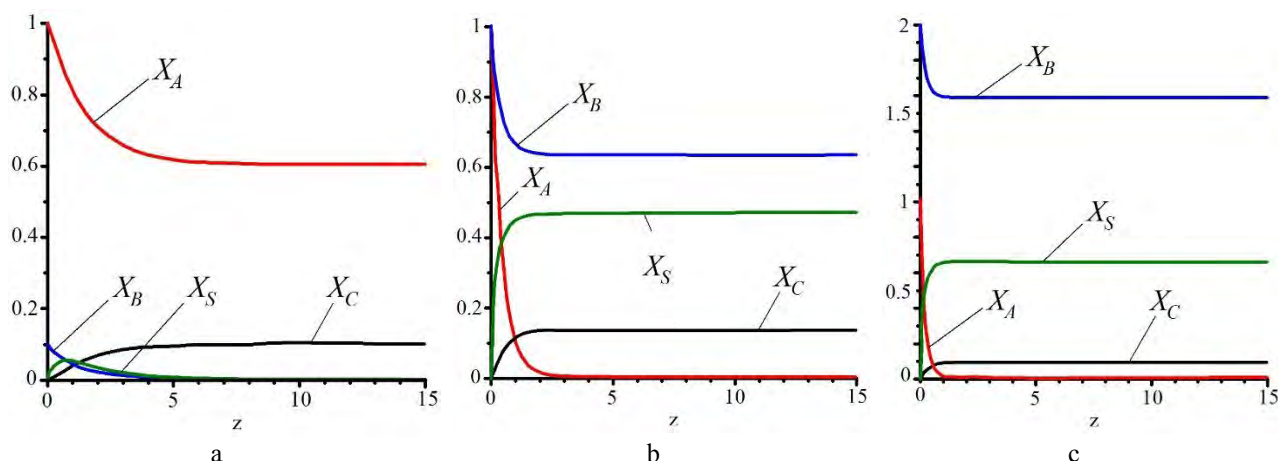


Рисунок 3. Кинетика процесса агломерации при $K=1$ и различных значениях ξ : а – 0,1; б – 1,0; в – 2,0;

Figure 3. The kinetics of the sintering process at $K=1$ and different values of ξ : а – 0,1; б – 1,0; в – 2,0;

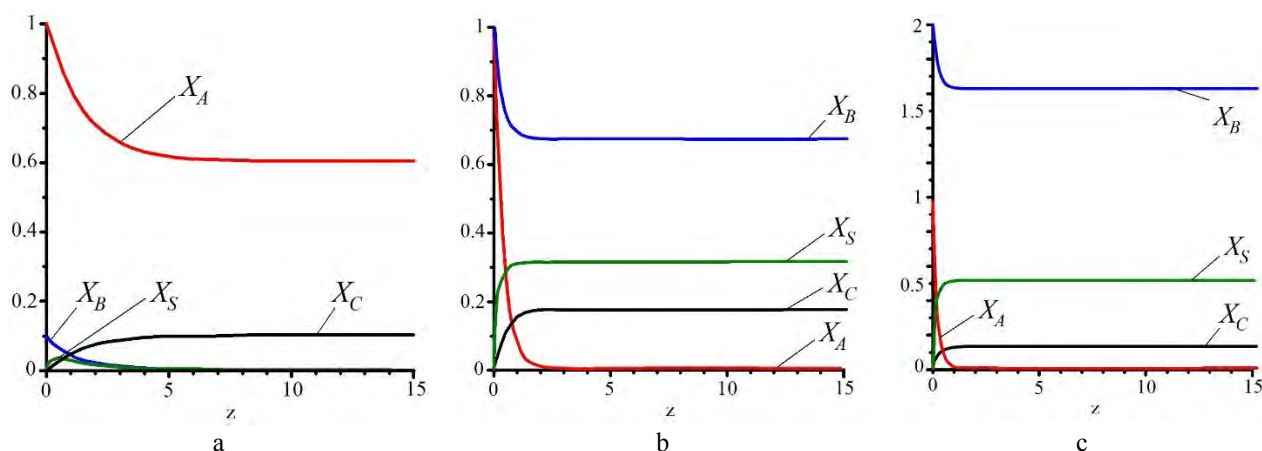


Рисунок 4. Кинетика процесса агломерации при $K=2$ и различных значениях ξ : а – 0,1; б – 1,0; в – 2,0;

Figure 4. The kinetics of the sintering process at $K=2$ and different values of ξ : а – 0,1; б – 1,0; в – 2,0;

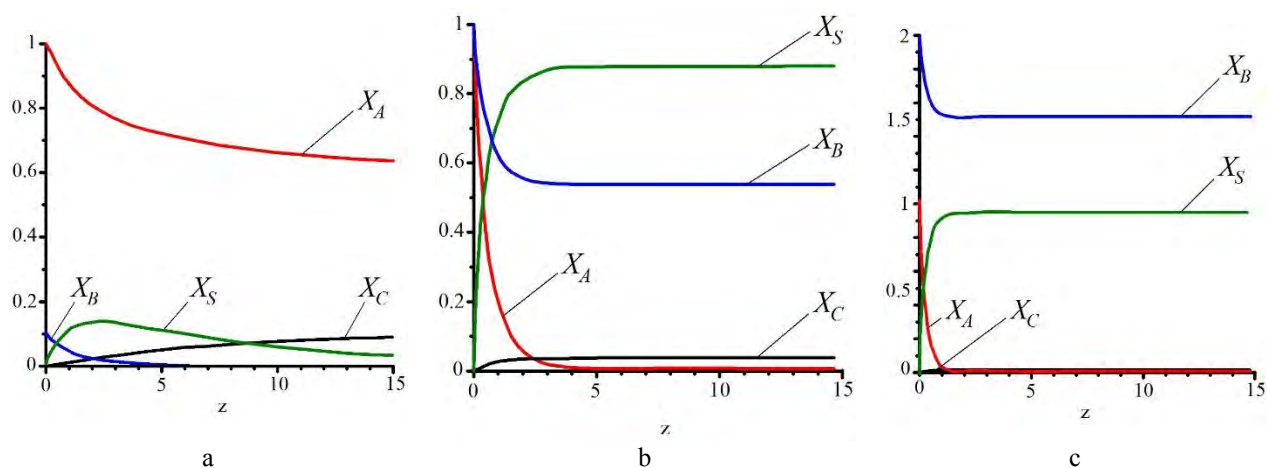


Рисунок 5. Кинетика процесса агломерации при $K=0,1$ и различных значениях ζ : а – 0,1; б – 1,0; в – 2,0;

Figure 5. The kinetics of the sintering process at $K=0,1$ and different values of ζ : а – 0,1; б – 1,0; в – 2,0;

Реализация численного эксперимента выполнена в кодах математического пакета MAPLE – 15.

Расчёты показывают, что при равенстве кинетических коэффициентов процессов образования плёнки на частицах и агломерации наибольший выход агломерированных частиц наблюдается в случае одинаковых величин концентраций твёрдых частиц в газозвеси и капель на выходе из орошающей форсунки (рисунок 3). Причём, величины агломератов достигали $\approx 15\%$, при значительном количестве мелких частиц $\approx 45\%$, но не с эффективным использованием капель раствора. Следует заметить, что затравочные частицы практически отработаны.

Если превалирует процесс агломерации над процессом создания плёнки на твёрдых частицах в циклонной камере (рисунок 4), то по-прежнему равенство концентраций твёрдых частиц и капель является наилучшим режимом в смысле получения максимального количества агломератов, при этом картина с остальными фракциями остаётся практически такой же, как и в случае, когда $K=1$.

Если наоборот, процесс нанесения плёнки на частицы является лимитирующим, по сравнению с их агломерацией (рисунок 5), то ситуация с образованием агломератов хуже, по сравнению с предыдущими вариантами развития процесса.

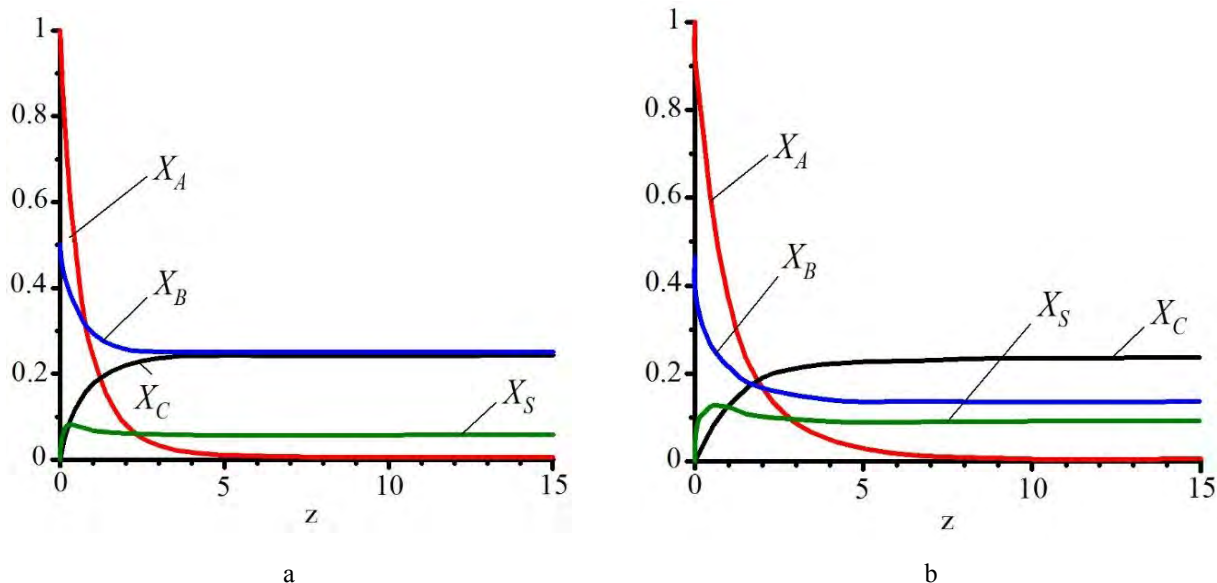


Рисунок 6. Вариант эффективных режимов агломерации: а – $K=5$; $\zeta=0,5$; б – $K=2$; $\zeta=0,4$

Figure 6. Alternative modes of effective agglomeration: а – $K=5$; $\zeta=0,5$; б – $K=2$; $\zeta=0,4$

Качественный анализ процесса агломерации показывает, что существуют эффективные режимы, но в области, когда $k_2 > k_1$ и $C_A^0 > C_B^0$. Однако на практике реализация такого режима вызовет затруднения по причине первичности процесса образования плёнки на частицах (рисунок 6). Выход из данной ситуации заключается в разработке специальных узлов в распылительных сушилках, увеличивающих вероятность столкновения частиц за счёт

увеличения времени нахождения твердых и жидких частиц в зоне агломерации.

Заключение

Представленная математическая модель кинетики процесса агломерации позволяет определить области рациональных режимов и спрогнозировать концентрацию частиц по «интегральной» фракционности на выходе из циклонной камеры.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Вестергаард В. Технология производства сухого молока. Выпаривание и распылительная сушка. Копенгаген, Niro A/S, 304 с.
- 2 Sommerfeld M., Stbing S. Lagrangian modelling of agglomeration for applications to spray drying // International ERCOFTAC Symposium on Engineering Turbulence Modeling and Measurements (ETMM 9), Thessaloniki, Greece. 2012.
- 3 Цветков Ф.Ф., Григорьев Б.А. Тепло-массообмен. М.: Издательский дом МЭИ, 2011. 562 с
- 4 Волков К., Емельянов В. Вычислительные технологии в задачах механики жидкости и газа. М.: Физматлит, 2016.
- 5 Пат. 2570536 РФ, МПК F26B17/10(2006.01), 3/12 (2006.01) Установка для сушки и агломерации пищевых сред / Г.О. Магомедов, М.Г. Магомедов, С.В. Шахов, И.А. Саранов, С.С. Мурусидзе, (РФ), заявитель и патентообладатель Воронеж. гос. ун-т. инж. техн. № 014135829/06; заявл. 02.09.2014; опубл. 10.12.2015 Бюл. № 34.
- 6 Pawar S.K. Multiphase flow in a spray dryer: experimental and computational study. Eindhoven: Technische Universiteit Eindhoven, 2014.
- 7 Винокуров В. М. Математическое моделирование химико-технологических процессов. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Моделирование химико-технологических процессов» для студентов направления 240100 «Химическая технология». Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2013.
- 8 Демидович Б. П., Марон И. А., Шувалова Э. З. Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения. Рипол Классик, 2013.
- 9 Карышев А. К., Жинов А. А., Шевелев Д. В. Конденсация пара в струйной турбулентной зоне смешения теплообменного аппарата // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. №. 2-2. С. 40-46.

REFERENCES

- 1 Vestergaard V. Technology of production of dried milk. Evaporation and spray drying. Copenhagen, Niro A/S, 304 p.
- 2 Sommerfeld M., Stbing S. Lagrangian modelling of agglomeration for applications to spray drying. International ERCOFTAC Symposium on Engineering Turbulence Modeling and Measurements (ETMM 9), Thessaloniki, Greece. 2012.
- 3 Tsvetkov F. F., Grigoriev B. A. Teplo-masssoobmen [Heat-mass exchange] Moscow, MPEI, 2011. 562 p. (in Russian)
- 4 Volkov K., Emelyanov V. Vychislitel'nye tekhnologii v zdachakh mekhaniki zhidkosti I gaza [Computational technologies in problems of mechanics of liquid and gas] Moscow, Fizmatlit, 2016. (in Russian)
- 5 Magomedov G. O., Magomedov M. G., Shakhov S. V., Saranov I. A. et al. Ustanovka dlya sushki I aglomeratsii pishchevykh sred [Installation for drying and agglomeration in food environments] Patent RF, no. 2570536, 2015. (in Russian)
- 6 Pawar S.K. Multiphase flow in a spray dryer: experimental and computational study. Eindhoven, Technische Universiteit Eindhoven, 2014.
- 7 Vinokurov V. M. Matematicheskoe modelirovanie khimiko-tekhnologicheskikh protsessov [Mathematical modeling of chemical processes guidelines for laboratory works on discipline "Modeling of chemical-technological processes" for students of direction 240100 "Chemical technology"] Barnaul, AltGTU, 2013. (in Russian)
- 8 Demidovich B. P., Maron I. A., Shuvalova E. Z. Chislennyye metody Analiza. Priblizhenie funktsii, differentsial'nye I integral'nye uravneniya [Numerical methods of analysis. Approximation of functions, differential and integral equations] Ripol Klassik, 2013. (in Russian)
- 9 Karasev A. K., Zhinov A. A., Shevelev D. V. Condensation of steam jet in a turbulent zone of mixing heat exchanger, Aktual'nye problem gumanitarnykh I estestvennykh nauk [Actual problems of humanitarian and natural sciences] 2016, no. 2-2, pp. 40-46. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Игорь А. Саранов аспирант, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр. Революции 19, Воронеж, 394036, Россия, mr.saranov@mail.ru

Газибег О. Магомедов д. т. н., профессор, заведующий кафедрой, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр. Революции 19, Воронеж, 394036, Россия, mgazibeg@mail.ru

Виктор И. Рязжских д.т.н., профессор, заведующий кафедрой, кафедра прикладной математики и механики, Воронежский государственный технический, Московский проспект, 14, г. Воронеж, 394026, kaf.prmath@yandex.ru

Сергей В. Шахов д.т.н., профессор, кафедра машин и аппаратов пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, s_shahov@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Игорь А. Саранов написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

Газибег О. Магомедов предложил методику проведения эксперимента и организовал производственные испытания

Виктор И. Рязжских консультация в ходе исследования

Сергей В. Шахов предложил методику проведения эксперимента и организовал производственные испытания

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 14.10.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 01.12.2016

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Igor A. Saranov graduate student, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, mr.saranov@mail.ru

Gazibeg O. Magomedov doctor of technical science, professor, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, mgazibeg@mail.ru

Viktor I. Ryazhskikh doctor of technical sciences, professor, head of department, department of applied mathematics and mechanics, Voronezh state technical university, Moscow Av., 14, Voronezh, 394026, Russia, kaf.prmath@yandex.ru

Sergey V. Shahov doctor of technical science, professor, machinery and equipment for food production department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia, s_shahov@mail.ru

CONTRIBUTION

Igor A. Saranov wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Gazibeg O. Magomedov review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

Viktor I. Ryazhskikh consultation during the study

Sergey V. Shahov review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 10.14.2016

ACCEPTED 12.1.2016

Модель тепловой нагрузки при динамической абразивной обработке пищевых материалов

Геннадий В. Алексеев	¹	gva2003@mail.ru
Борис А. Вороненко	²	boris_voronenko@mail.ru
Денис В. Харитонов	³	denis.kharitonov1@yandex.ru
Анна Г. Лей	¹	anna.leu@mail.ru

¹ кафедра процессов и аппаратов пищевых производств, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, ул. Ломоносова, 9, Санкт-Петербург, Россия

² кафедра технологических машин и оборудования, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, ул. Ломоносова, 9, Санкт-Петербург, Россия, Россия

³ кафедра продуктов питания животного происхождения, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Реферат. Современный этап совершенствования пищевых производств обусловлен напряженной борьбой за их экономическую эффективность, что определяется в значительной мере максимальной эффективностью использования сельскохозяйственного сырья. В то же самое время проблемы с неблагоприятными экологическими условиями, сопровождающими жизнь нашего общества, требуют от принимаемой человеком пищи всемерного воздействия по оздоровлению организма. Для решения этой проблемы исследователи самых разных стран объединяют свои усилия по решению затронутых вопросов. Совершенствование и развитие технологий должно опираться на исследование существующих. В основу исследований могут лечь математические модели продуктов питания и соответствующих процессов, создаваемые в разных исследовательских организациях. Разработка качественных, востребованных, конкурентоспособных продуктов – это цель каждого современного производителя, выбирающего для себя наиболее простой, результативный и экономически оправданный путь решения данной задачи. Современные изыскания в теории и практике контроля качества и анализа позволяют применять принципиально новые методы при определении возможных негативных изменений в продуктах питания произошедших в них, в частности, при тепловой обработке. Данные методы, кроме традиционных органолептических и сенсорных составляющих, учитывают еще и комплекс аналитических моделей, для позиционирования нежелательных температурных режимов для обработки продукта в целевой группе потребителей (например для целей лечебно-профилактического питания).

Ключевые слова: аналитические модели, тепловая обработка в динамическом режиме, обеспечение расчетных режимов при абразивной обработке конфигурированием рабочих органов

Model of the heat load under dynamic abrasive processing of food material

Gennadii V. Alekseev	¹	gva2003@mail.ru
Boris A. Voronenko	²	boris_voronenko@mail.ru
Denis V. Kharitonov	³	denis.kharitonov1@yandex.ru
Anna G. Leu	¹	anna.leu@mail.ru

¹ processes and devices of food manufactures department, Saint Petersburg national exploratory university information technology, mechanical engineers and optometrists, Lomonosov str., 9, Saint Petersburg, Russia

² technological machines and equipment department, Saint Petersburg national exploratory university information technology, mechanical engineers and optometrists, Lomonosov str., 9, Saint Petersburg, Russia

³ foodstuffs of animal origin department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Summary. The modern stage of the improvement food production is conditioned by tense fight for their cost-performance that is defined in significant measure by maximum efficiency of the use agricultural cheese. At the same time problems with disadvantage ecological condition, accompanying life our society, require from taken person of the food different influences on recovery of the organism. For decision of this problem to researchers most different countries unite their own efforts on decision of the touched questions. The improvement and development technology must rest in study existing. In base of the studies can lie the mathematical product models of the feeding and corresponding to processes created in different exploratory organization. The development qualitative, claimed, competitive products – a purpose of each modern producer, choosing for itself most idle time, effective and economic justified way of the decision given problems. Modern prospecting in theories and practical person of the checking quality and analysis allow to use in principal new methods at determination of the possible negative changes to product of the feeding happened in them, in particular, under heat processing. The given methods, except traditional touch component, take into account else and complex of the analytical models of the models, for positioning undesirable warm-up mode for processing the product in target group of the consumers (for instance for integer medical-preventive feeding).

Keywords: analytical models, heat processing in dynamic mode, providing calculated modes for abrasive processing by configuring working bodies

Для цитирования

Алексеев Г. В., Вороненко Б. А., Харитонов Д. В., Лей А. Г. Модель тепловой нагрузки при динамической абразивной обработке пищевых материалов // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 56–60. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-56-60

For citation

Alekseev G. V., Voronenko B. A., Kharitonov D. V., Leu A. G. Model of the heat load under dynamic abrasive processing food material. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 56–60. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-56-60

Введение

Значительная часть оборудования в пищевой промышленности использует абразивное воздействие (например, шелушение зерна и его помол). В этом случае объект изначально предполагается непрерывно контактирующим с рабочим органом. Последние исследования в области обработки пищевых продуктов одним из путей повышения энергосбережения является дискретный подвод энергии, то есть прерывистый контакт обрабатываемого объекта с абразивом. Предполагая, что технически организация такого процесса возможна, следует решить вопрос о технологических параметрах процесса [1–4]. В рассматриваемом случае определяющими показателями эффективности такой организации технологического процесса, по-видимому, будут более полное использование перерабатываемого сырья (снижение количества отходов) и сохранение его пищевой ценности (витаминов, нативных свойств клейковины и др.).

Если первый вопрос существенно зависит от конструкции рабочих органов и технологических режимов и может быть решен только опытным путем, то для решения второго (соблюдения определенного температурного режима) можно провести некоторые аналитические и численные оценки [5].

Рассмотрение траекторий перемещения обрабатываемого пищевого продукта свидетельствует о том, что он может в частности подвергаться кратковременному статическому нагреву в разных точках поверхности от абразивного контакта или от нагретых родственных объектов [6, 7].

Постановка задачи

Описанная физическая модель может быть соответственно формализована в виде тепловой аналитической задачи о теплопередаче шару [9].

Классическая постановка тепловой задачи в этом случае может быть записана в виде:

$$u_t = \alpha^2 u_{xx}, 0 \leq x \leq \infty, 0 \leq t \leq \infty \quad (1)$$

$$\text{с НУ: } u(x, 0) = u_0, 0 \leq x \leq \infty \quad (2)$$

$$\text{и ГУ: } u_x(0, t) - u(0, t) = 0, 0 \leq t \leq \infty. \quad (3)$$

Для нахождения решения данной краевой задачи будем использовать преобразование Лапласа по переменной t (отметим, что здесь можно выполнять преобразование по переменной x , т. к. ее диапазон изменения $[0, \infty]$).

Найдем образы частных производных, входящих в уравнение (1):

$$L[u_t] = \int_0^\infty u_t(x, t) e^{-st} dt = u(x, t) e^{-st} \Big|_0^\infty +$$

$$s \int_0^\infty u(x, t) e^{-st} dt = sU(x, s) - u(x, 0),$$

$$L[u_x] = \int_0^\infty u_x e^{-st} dt = \frac{\partial}{\partial x} U(x, s),$$

$$L[u_{xx}] = \int_0^\infty u_{xx} e^{-st} dt = \frac{\partial^2}{\partial x^2} U(x, s),$$

Подставляя полученные выражения в (1), получаем обыкновенное дифференциальное уравнение:

$$sU(x) - u_0 = \frac{d^2 U}{dx^2}, 0 \leq x \leq \infty. \quad (4)$$

Начальные для уравнения (4), получаем преобразованием (2):

$$\frac{dU}{dx}(0) = U(0).$$

Дифференциальное уравнение (4) является обыкновенным дифференциальным уравнением второго порядка. Для нахождения решения краевой задачи для данного уравнения необходимо задать еще одно условие, которое достаточно очевидно из физических соображений: при $x \rightarrow +\infty$.

Общее решение уравнения (4) есть сумма общего решения однородного уравнения:

$$\frac{d^2 U}{dx^2} - sU(x) = 0$$

и частного решения неоднородного уравнения u_0/s :

$$U(x) = c_1 e^{\sqrt{s}x} + c_2 e^{-\sqrt{s}x} + \frac{u_0}{s} \quad U(x) \rightarrow 0. \quad (5)$$

Из физических соображений ясно, что константа $c_1 \equiv 0$. Из граничных условий для уравнения (4) следует, что константа c_2 является решением уравнения $-c_2 \sqrt{s} = c_2 + \frac{u_0}{s}$, полученного подстановкой (5) в (4),

$$c_2 = -\frac{u_0}{s(\sqrt{s} + 1)}. \quad (6)$$

Подставляя полученное значение (6) в (5), получаем окончательное выражение для $U(x)$:

$$U(x) = u_0 \left(1 - \frac{1}{s(\sqrt{s} + 1)} \right). \quad (7)$$

Для определения температурного поля $u(x, t)$ необходимо вычислить следующий интеграл:

$$u(x, t) = L^{-1}[U(x, s)] = \int_{c-i\infty}^{c+i\infty} U(s) e^{st} ds = \int_{c-i\infty}^{c+i\infty} \left(\frac{1}{s} - \frac{1}{s(\sqrt{s} + 1)} \right) e^{st} ds, \quad (8)$$

используя для этого, например, методы функций комплексного переменного.

Результат его вычисления известен и приводится в справочниках по специальным функциям:

$$u(x, t) = u_0 - u_0 \left[\operatorname{erfc} \left(\frac{x}{2\sqrt{t}} \right) + \operatorname{erfc} \left(\sqrt{t} + \frac{x}{2\sqrt{t}} \right) e^{x^2/t} \right], \quad (9)$$

где $\operatorname{erfc}(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_x^\infty e^{-\xi^2} d\xi$ – функция, дополни-

тельная к интегралу вероятностей. Выражение (9) является решением краевой задачи уравнений в частных производных (1).

Если в качестве модели обрабатываемого объекта выбрать сферу, на которую периодически подаются тепловые импульсы от трения ее об абразивные участки рабочих органов технологического оборудования, то тепловой процесс, возникающий при снятии кожуры овощей или же оболочки зерновых, может быть описан известным уравнением теплопроводности для тела сферической формы [8–11]

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = a \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial u}{\partial r} \right)$$

или

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = a \left(\frac{\partial^2 t}{\partial r^2} + \frac{2}{r} \frac{\partial t}{\partial r} \right) \quad (10)$$

$$(0 < r < R, \tau > 0,$$

где $t(r, \tau)$ – температура; τ – время; r – радиус обрабатываемого продукта (например, картофеля); R – радиус рабочей камеры машины (радиус пружины для картофелеочистительной машины

непрерывного действия); a – коэффициент температуропроводности.

Начальная температура процесса постоянная [12]:

$$t(r, 0) = t_0 = \text{const} \quad (11)$$

Граничными условиями, при которых протекает процесс, являются граничные условия первого рода:

$$t(R, \tau) = \begin{cases} t_1 = t_{\min} & \text{для } 0 < \tau < \tau_1; \\ t_2 = t_{\text{mp}} = t_{\max} & \text{для } \tau_1 < \tau < \tau_2 \quad (t_1 > t_2); \end{cases} \quad (12)$$

условие симметрии – граничное условие второго рода:

$$\frac{\partial t(0, \tau)}{\partial r} = 0 \quad (13)$$

и условие физической ограниченности температуры в центре шара:

$$t(0, \tau) < \infty \quad (14)$$

Период:

$$T = \tau_2 (0 < \tau_2 < T), \Delta\tau = \tau_2 - \tau_1 \quad (15)$$

Число циклов:

$$N = \frac{2\pi R}{L}, \quad (16)$$

где L – длина части внешней окружности клубня, которую абразив проходит за период T .

Поставленная краевая задача решена методом интегрального преобразования Лапласа, и распределение полей температуры в теле получено в следующем безразмерном виде:

$$\begin{aligned} T(X, Fo) = & 1 - \frac{Fo_1}{Fo_2} + \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{2(1 - e^{-(n\pi)^2 Fo_2 (1 - \frac{Fo_1}{Fo_2})})}{1 - e^{-(n\pi)^2 Fo_2}} \cdot \frac{\sin(n\pi X)}{\pi n X} \cdot e^{-(n\pi)^2 Fo_1} - \\ & - \sum_{m=1}^{\infty} \frac{(P_1 \cos(\frac{2\pi m}{F_{0_2}} (Fo - \frac{F_{0_1}}{2})) + P_2 \sin(\frac{2\pi m}{F_{0_2}} (Fo - \frac{F_{0_1}}{2}))) \sin(\pi m \frac{F_{0_1}}{F_{0_2}})}{ch(2 \sqrt{\frac{\pi m}{F_{0_2}}}) - \cos(2 \sqrt{\frac{\pi m}{F_{0_2}}})} \cdot \frac{\pi m X}{\pi m X}; \end{aligned} \quad (17)$$

$$\begin{aligned} P_1 = & sh \sqrt{\frac{\pi m}{F_{0_2}}} \cos \sqrt{\frac{\pi m}{F_{0_2}}} sh(\sqrt{\frac{\pi m}{F_{0_2}}} X) \cos(\sqrt{\frac{\pi m}{F_{0_2}}} X) + ch \sqrt{\frac{\pi m}{F_{0_2}}} \sin \sqrt{\frac{\pi m}{F_{0_2}}} ch(\sqrt{\frac{\pi m}{F_{0_2}}} X) \sin(\sqrt{\frac{\pi m}{F_{0_2}}} X); \\ P_2 = & ch \sqrt{\frac{\pi m}{F_{0_2}}} \sin \sqrt{\frac{\pi m}{F_{0_2}}} sh(\sqrt{\frac{\pi m}{F_{0_2}}} X) \cos(\sqrt{\frac{\pi m}{F_{0_2}}} X) - sh \sqrt{\frac{\pi m}{F_{0_2}}} \cos \sqrt{\frac{\pi m}{F_{0_2}}} ch(\sqrt{\frac{\pi m}{F_{0_2}}} X) \sin(\sqrt{\frac{\pi m}{F_{0_2}}} X), \end{aligned}$$

где $T(X, Fo) = (t(r, \tau) - t_1) / (t_2 - t_1)$ – безразмерная относительная температура, $0 < T < 1$; $X = r/R$ – безразмерная координата;

$Fo = a\tau/R^2$ – число Фурье (критерий гомохронности поля потенциала теплопереноса); $Fo_i = \alpha\tau_i/R^2$ ($i=1,2$).

Обсуждение результатов

Аналитическое решение рассмотренной модели в виде сформулированной выше краевой задачи теплопроводности дает возможность прогнозировать и управлять температурным полем обрабатываемого продукта, моделируемого телом сферической формы (клубня картофеля, зерна злаков), предотвращая перегрев продукта, и тем самым влияя на его качество.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Темершин Д.Д., Карпов М.О., Леу А.Г. Резервы ресурсосбережения по получению крахмала при переработке растительного сырья // "Инновационные технологии нового тысячелетия" сборник статей Международной научно-практической конференции: в 2-х частях. 2016. С. 119–121.
- 2 Cahill D.G. et al. // Appl. Phys. Rev. 2014. V. 1. № 1. P. 011305 (1–44)
- 3 Карпов М.О., Леу А.Г. Связь ресурсосбережения с экологичностью пищевых производств // Научная мысль XXI века: конвергенция знаний. Материалы Международной научно-практической конференции НИЦ "Поволжская научная корпорация". 2016. С. 157–159.
- 4 Холявин И.И., Кравцова Е.В., Леу А.Г. Математическое моделирование возможностей ресурсосбережения // Интеграция науки, общества, производства и промышленности" Сборник статей Международной научно-практической конференции. 2016. С. 52–54.
- 5 Cahill D.G. et al. // J. Appl. Phys. 2003. V. 93. № 2. P. 793–818
- 6 Фролова Л.Н., Василенко В.Н., Драган И.В., Дерканосова А.А. и др. Эксергетический анализ линии комплексной двухступенчатой переработки масличных культур // Вестник Международной академии холода. 2015. № 4. С. 78–84.
- 7 Шевцов А.А., Дерканосова А.А., Коротаева А.А., Дятлова С.А. Кинетические закономерности и оптимизация процесса сушки жома красного клевера // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2013. № 4 (58). С. 41–46.
- 8 Лыков А.В., Михайлов Ю.А. Теория тепло- и массопереноса. М. – Л.: Госэнергоиздат, 1963. 536 с.
- 9 Алексеев Г.В., Мосина Н.А. Абразивная обработка картофеля и овощей с дискретным энергоподводом: монография. Саратов, 2013
- 10 Ma Y. // Appl. Phys. Lett. 2012. V. 101. P. 211905 (1–4)
- 11 Maldovan M. // J. Appl. Phys. 2011. V. 110. P. 034308 (1–6)
- 12 Арет В.А., Алексеев Г.В., Верболоз Е.И., Кондратов А.В. Возможности управления процессом измельчения путем изменения структурно-механических свойств пищевой смеси // Известия Санкт-Петербургского государственного университета низкотемпературных и пищевых технологий. 2008. № 4. С. 54–58
- 13 Буянов О.Н., Буянова И.В. Расчет тепловой нагрузки на модули скороморозильного аппарата комбинированного типа // Вестник Международной академии холода. 2016. № 2. С. 63–66.

Полученное решение позволяет решить обратную задачу по нахождению времени, необходимого для достижения нужной температуры в любой точке обрабатываемого тела.

Задав время τ_1 , можно определить интервалы $[\tau_1, \tau_2]$, за которое температура тела достигает своей верхней границы, т. е. оптимальное соотношение периодов $[0, \tau_1]$ и $[0, \tau_2]$, что дает возможность минимизировать расход энергии на поддержание соответствующего режима.

REFERENCES

- 1 Temershin D.D., Karpov M.O., Leu A.G. On reception of the starch at conversion vegetable cheese. In collection. Innovatsionnye tekhnologii novogo tysyacheletiya [Innovation technologies of the new millennium. The Collection article International scientifically-practical conference: in 2-h parts] 2016. pp. 119–121. (in Russian)
- 2 Cahill D.G et al. Appl. Phys. Rev., 2014, vol. 1, no. 1, pp. 011 305 (1–44)
- 3 The Karpov M.O., Leu A.G. The Relationship with ecological capacity food production. Nauchnaya mysl' XXI veka: konvergentsiya znanii [In collection: Scientific thought XXI age: knowledges Material International scientifically-practical conference Face Downwards "Povolzhskaya scientific corporation"] 2016, pp. 157–159. (in Russian)
- 4 Kholyavin I.I., Kravtsova E.V., Leu A.G. The Mathematical modeling of the possibilities. Integratsiya nauki, obshchestva, proizvodstva i promyshlennosti [In collection: "Integration of the science, society, production and industry". The Collection article International scientifically-practical conference] 2016, pp. 52–54. (in Russian)
- 5 Cahill D.G et al. J. Appl. Phys., 2003, vol. 93, no. 2, pp. 793–818
- 6 Frolova L.N., Vasilenko V.N., Dragan I.V., Derkanosova A.A. et al. Exergic line analysis of complex two-step processing of oilseeds. Vestnik Mezhdunarodnoi akademii kholoda [Proceedings of the International Academy of Refrigeration] 2015, no. 4, pp. 78–84. (in Russian)
- 7 Shevtsov A.A., Derkanosova A.A., Korotaeva A.A., Dyatlova S.A. Kinetic laws and optimization of process of drying the pulp of red clover. Vestnik VGUET [Proceedings of Voronezh State University of Engineering Technology] 2013, no. 4 (58), pp. 41–46. (in Russian)
- 8 Lykov A.V., Mikhailov Yu.A. Teoriya teplo- i massopereenosa [Theory heat – and mass- transfer] Moscow, Gosenergoizdat, 1963. 536 p. (in Russian)
- 9 Alekseev G.V., Mosina N.A. Abrazivnaya obrabotka ovoshchei i kartofelya s diskretnym energopodvodom [Abrasive processing the potatoes and with discrete energy] Saratov, 2013 (in Russian)
- 10 Ma Y. Appl. Phys. Lett., 2012, vol. 101, pp. 211 905 (1–4)
- 11 Maldovan M. J. Appl. Phys., 2011, vol. 110, pp. 034 308 (1–6)
- 12 Aret V.A., Alekseev G.V., Verboloz E.I., Kondratov A.V. The Possibilities of management process pulverizing by change structured-mechanical characteristic food mixture. Izvestiya Sankt-Petersburgskogo gosudarstvennogo universiteta nizkotemperaturnykh i pishchevykh tekhnologii [Notify Saint-Petersburg state university food technology] 2008, no. 4, pp. 54–58 (in Russian)
- 13 Buyanov O.N., Buyanova I.V. Calculation of the thermal load on the module combined type quick-freezing machine. Vestnik Mezhdunarodnoj akademii holoda. [Journal of the International Academy of Refrigeration]. 2016, no. 2, pp. 63–66.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Геннадий В. Алексеев д.т.н., профессор, кафедра процессов и аппаратов пищевых производств, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, ул. Ломоносова, 9, Санкт-Петербург, Россия, gva2003@mail.ru

Борис А. Вороненко д.т.н., профессор, кафедра технологических машин и оборудования, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, ул. Ломоносова, 9, Санкт-Петербург, Россия, boris_voronenko@mail.ru

Денис В. Харитонов студент, кафедра продуктов питания животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, denis.kharitonov1@yandex.ru

Анна Г. Леу магистрант, кафедра процессов и аппаратов пищевых производств, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, ул. Ломоносова, 9, Санкт-Петербург, Россия, anna.leu@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Геннадий В. Алексеев консультация в ходе исследования

Борис А. Вороненко выполнил расчёты

Денис В. Харитонов обзор литературных источников по исследуемой проблеме

Анна Г. Леу написала рукопись и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 14.11.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 02.12.2016

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Gennadii V. Alekseev doctor of technical sciences, professor, Saint Petersburg national exploratory university information technology, mechanical engineers and optometrists, Lomonosov str., 9, Saint Petersburg, Russia, gva2003@mail.ru

Boris A. Voronenko doctor of technical sciences, professor, technological machines and equipment department, Saint Petersburg national exploratory university information technology, mechanical engineers and optometrists, Lomonosov str., 9, Saint Petersburg, Russia, boris_voronenko@mail.ru

Denis V. Kharitonov student, foodstuffs of animal origin department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, denis.kharitonov1@yandex.ru

Anna G. Leu master student, processes and devices of food manufactures department, Saint Petersburg national exploratory university information technology, mechanical engineers and optometrists, Lomonosov str., 9, Saint Petersburg, Russia, anna.leu@mail.ru

CONTRIBUTION

Gennadii V. Alekseev consultation during the study

Boris A. Voronenko performed computations

Denis V. Kharitonov review of the literature on an investigated problem

Anna G. Leu wrote the manuscript and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 11.14.2016

ACCEPTED 12.2.2016

Информационные технологии, моделирование и управление

Оригинальная статья/Original article

УДК 637.072

DOI: <http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-4-61-66>

Математическая модель процесса гомогенизации молочных продуктов высокой жирности на основе цепи Маркова

Анатолий А. Хвостов	²	khvtol1974@yandex.ru
Виталий К. Битюков	¹	president@vsuet.ru
Мария А. Хвостова	³	marykhv.mk@gmail.com
Кирилл В. Полищук	¹	kirill.polishhuk@mail.ru

¹ кафедра информационных и управляющих систем, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

² кафедра математики, ВУНЦ ВВС ВВА, Старых Большевиков, 54 «А», г. Воронеж, 394064, Россия

³ лечебный факультет, Воронеж. гос. мед. ун-т им. Н.Н. Бурденко, Студенческая, 10, г. Воронеж, 394036, Россия

Реферат. В работе приводится способ синтеза математической модели процесса гомогенизации молочных продуктов. В основу математической модели положена цепь Маркова с дискретными состояниями и непрерывным параметром, за который принято давление гомогенизации. Для описания процессов слипания жировых шариков в ходе процесса гомогенизации при больших значениях процента жирности и давлений гомогенизации предлагается использовать наряду с прямыми переходами обратные. Реализация модели осуществлена в среде структурного моделирования MathWorks Simulink™. Идентификация параметров модели осуществлялась путем минимизации среднеквадратичного отклонения расчетных данных от экспериментальных по каждой фракции жировой фазы молочных продуктов. В качестве набора экспериментальных данных были использованы результаты обработки микроскопических изображений распределения жировых шариков образцов цельного молока, которое подвергалось гомогенизации при разных давлениях. В качестве метода оптимизации был использован метод Pattern Search с алгоритмом поиска Latin Hypercube из библиотеки Global Optimization Toolbox. Погрешность расчетов по данным эксперимента составила в среднем по всем фракциям 3% (относительной доли фракции в объеме пробы). Дополнительное введение интенсивностей обратных переходов позволило снизить погрешность расчетов на 2-3%. Предложенная математическая модель позволяет рассчитать профиль объемного или массового распределения жировой фазы (жировых шариков) в продукте в зависимости от давления гомогенизации и может быть использована в лабораторных и научных исследованиях состава молочных продуктов, а также при расчетах, проектировании и моделировании технологического оборудования предприятий молочной промышленности.

Ключевые слова: гомогенизация, молоко, молочные продукты, контроль качества, сеть Маркова, Matlab

The mathematical model of the homogenization process of high-fat dairy products based on a Markov chain

Anatoly A. Khvostov	²	khvtol1974@yandex.ru
Vitaly K. Bityukov	¹	president@vsuet.ru
Mary A. Khvostova	³	marykhv.mk@gmail.com
Kirill V. Polyshyuk	¹	kirill.polishhuk@mail.ru

¹ Information & control system department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia

² Department of Mathematics, MESC AF «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy», Starykh Bolshevikov St., 54 A, Voronezh, 394064, Russia

³ Faculty of General Medicine, Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko, Studencheskaya St., 10, Voronezh, 394036, Russia

Summary. The paper presents a method for synthesizing of mathematical model of the process of dairy products homogenization. The basis of the mathematical model Markov's chain is with discrete and continuous states of the parameter for which the homogenisation pressure was taken. To describe the processes of adhesion of fat globules during homogenisation process for large percentage of fat and homogenization pressures it is proposed to use the reverse transitions along with the direct ones. Implementation of the model was performed in structural modeling environment MathWorks Simulink™. Identification of the model parameters was carried out by minimizing of the standard deviation of the calculated data from the experimental ones for each fraction of the fat phase of dairy products. As the set of experimental data the results of processing of microphotos of the fat globules distribution of whole milk samples were used. This milk was subjected to homogenization at different pressures. The method of optimization was Pattern Search method with the search algorithm Latin Hypercube from the Global Optimization Toolbox library. According to the experiment data the accuracy of calculations averaged over all fractions up to 3% (relative share of the fraction volume in the sample). The addition of the reverse transition intensities allowed to reduce the accuracy of calculations by 2-3%. The proposed mathematical model allows the calculation of the profile of the volume or mass distribution of the fat phase (fat globules) in the product, depending on the homogenization pressure and can be used in the laboratory and scientific researches of dairy products composition, as well as in the calculation, design and simulation of dairy industry technological equipment

Keywords: homogenization, milk, dairy products, quality control, Markov's chain, Matlab

Для цитирования

Хвостов А. А., Битюков В. К., Хвостова М. А., Полищук К. В. Математическая модель процесса гомогенизации молочных продуктов высокой жирности на основе цепи Маркова // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 61–66. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-61-66

For citation

Khvostov A. A., Bityukov V. K., Khvostova M. A., Polyshyuk K. V. The mathematical model of the homogenization process of high-fat dairy products, based on a Markov chain. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 61–66. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-61-66

Введение

Для замедления процессов отстаивания жира во время хранения молока и жидких молочных продуктов используются процессы гомогенизации. Под степенью гомогенизации обычно понимают средний размер жировых шариков, степень устойчивой во времени однородности (гомогенности) в смысле отсутствия микроконцентрационных неоднородностей, образующихся при смешивании взаимно-нерастворимых веществ [1]. Однако для более глубокого исследования дисперсности жировой фазы помимо интегральных характеристик используются распределения жировых шариков по их размерам, расстояния между шариками, площади поверхности и т. д. [2]. Особую актуальность исследования распределений жировых шариков по их размерам (массе) приобретают при анализе жидких молочных продуктов высокой жирности, в частности сливок. Так, размер жировых шариков в сливках оказывает существенное влияние на процесс маслообразования и степень использования жира [1]. При разработке нового технологического оборудования, а также режимов его работы возникает необходимость математического моделирования изменения функции распределения жировых шариков по размерам(массе) с изменением какого-либо технологического параметра [3].

В работах [4] предлагается подход к построению математической модели процесса гомогенизации молока как случайного процесса на основе аппарата цепей Маркова с дискретными состояниями и непрерывным параметром, за который принято давление гомогенизации. В основу модели положены следующие предположения. Под действием внешних факторов система может переходить из одного состояния в другое. Система принимает состояния, которые ассоциированы с количеством жировых шариков определенной массовой или объемной фракции. Множество состояний $X = \{x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_N\}, i = \overline{1, N}$, где x_i – числовой диапазон количества жировых шариков в i -ой фракции. При синтезе структуры модели, приняты следующие допущения: процесс гомогенизации носит последовательный характер; интенсивность перехода из одного состояния в другое отражает интенсивность процесса гомогенизации и характеризуется величиной $\lambda_{i,j}$, а скорость изменения вероятности обратного перехода равна нулю; процесс гомогенизации моделируется переходом из состояния X_i в x_j , где $j > i$, при этом интенсивностью переходов $\lambda_{j,i}$ пренебрегаем; состояние системы характеризуется вероятностью P_i , где $i = \overline{1, N}$, где N – количество фракций [4]. При принятых допущениях граф для шести состояний представлен на рисунке 1.

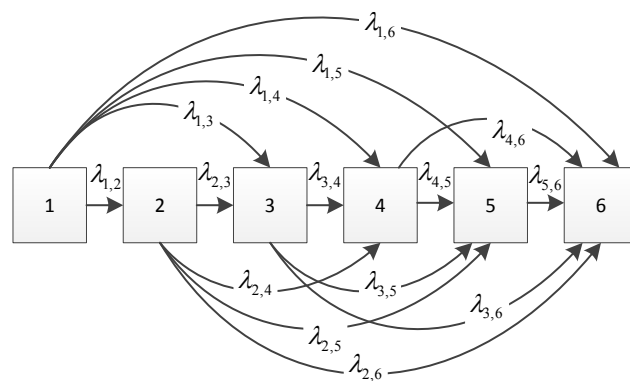


Рисунок 1. Граф состояний без учета обратных переходов

Figure 1. State graph without taking into account the reverse transitions

Однако по данным исследований, проводимых в ряде работ [2, 3], при увеличении жирности гомогенизируемого продукта возникают обратные гомогенизации эффекты коалесценции. В этом случае предлагаемая в [4] математическая модель процесса гомогенизации не будет учитывать обратные процессы слипания жировых шариков и не может применяться для описания гомогенизации молочных продуктов высокой жирности (например, сливок). При обработке экспериментальных данных по методике [5], построении соответствующих массовых распределений жировых шариков и использовании математической модели без учета процессов слипания жировых шариков, будет наблюдаться стремление к нулю интенсивностей переходов из фракций с высокой массой шариков во фракции с более низкой массой, начиная с некоторого значения давления и массы жировых шариков в объёме пробы. Это объясняется тем, что оцениваемая по модели без учета обратных переходов «кажущаяся» интенсивность перехода будет являться разницей интенсивностей прямого и обратного переходов. В ряде проведенных вычислительных экспериментов интенсивности прямых переходов принимали отрицательные значения, что обусловлено большей интенсивностью процессов слипания жировых шариков.

Теоретическая часть

Для учета возникающих в ходе гомогенизации механизмов коалесценции предлагается модифицировать предложенную в [4] модель учетом дополнительных переходов из фракций с меньшим размером жировых шариков во фракции с большим размером. Для этого необходимо ввести в математическую модель интенсивности обратных переходов, которые характеризуются величиной $\mu_{j,i}$. Соответствующий граф переходов для шести состояний и эффектом коалесценции, начиная с четвертого состояния, представлен на рисунке 2.

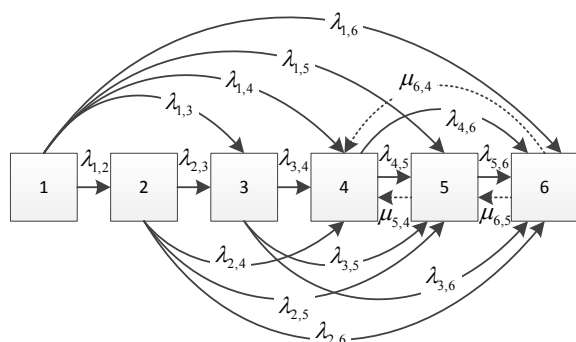


Рисунок 2. Граф состояний с учетом обратных переходов
Figure 2. State graph with taking into account the reverse transitions

В общем случае для N состояний система дифференциальных уравнений, описывающая вероятности P_n нахождения в каждом из состояний n (эквивалент количества жировых шариков во фракции) для графа состояний, представленного на рисунке 2, запишется как (2). В этой системе индекс M соответствует фракции, начиная с которой проявляются эффекты слипания жировых шариков. Начальные условия дифференциальных уравнений соответствуют массовому распределению жировых шариков негомогенизированного молочного продукта. На значения интенсивностей переходов накладываются ограничения, они не могут принимать отрицательные значения.

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{dP_1(p)}{dp} &= -(\lambda_{1,2} + \lambda_{1,3} + \dots + \lambda_{1,n} + \dots + \lambda_{1,N})P_1(p); \\ \frac{dP_2(p)}{dp} &= \lambda_{1,2}P_1(p) - (\lambda_{2,3} + \lambda_{2,4} + \dots + \lambda_{2,n} + \dots + \lambda_{2,N})P_2(p); \\ &\dots \\ \frac{dP_n(p)}{dp} &= \lambda_{1,n}P_1(p) + \lambda_{2,n}P_2(p) + \dots + \lambda_{n-1,n}P_{n-1}(p) - (\lambda_{n,n+1} + \lambda_{n,n+2} + \dots + \lambda_{n,N})P_n(p); \\ &\dots \\ \frac{dP_N(p)}{dp} &= \lambda_{1,N}P_1(p) + \lambda_{2,N}P_2(p) + \dots + \lambda_{n,N}P_n(p) + \dots + \lambda_{N-1,N}P_{N-1}(p) - (\mu_{N,M} + \mu_{N,M+1} + \dots + \mu_{N,N-1})P_N(p); \\ P_1(0) &= P_{1,0}, P_2(0) = P_{2,0}, \dots, P_n(0) = P_{n,0}, \dots, \\ P_N(0) &= P_{N,0}; \\ \lambda_{i,j} &\geq 0, \mu_{j,i} \geq 0, i = \overline{1, N}, j = \overline{1, N}. \end{aligned} \right.$$

(1)

Задаваясь матрицами интенсивностей прямых переходов λ элементами

$$[\lambda_{ij}] = \begin{bmatrix} -\sum_{k=2}^N \lambda_{1,k} & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 \\ \lambda_{1,2} & -\sum_{k=3}^N \lambda_{2,k} & \dots & 0 & \dots & 0 \\ & & \dots & & & \\ \lambda_{1,n} & \lambda_{2,n} & \dots & -\sum_{k=n}^N \lambda_{2,k} & \dots & 0 \\ & & \dots & & & \\ \lambda_{1,m} & \lambda_{2,m} & \dots & -\sum_{l=m}^N \lambda_{2,l} & \dots & 0 \\ & & \dots & & & \\ \lambda_{1,N} & \lambda_{2,N} & \dots & \lambda_{n,N} & & 0 \end{bmatrix},$$

обратных переходов μ и вектором вероятностей состояний $\mathbf{P}$ с элементами

$$[\mu_{ij}] = \begin{bmatrix} 0 & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 \\ & & \dots & & & \\ 0 & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 \\ & & \dots & & & \\ 0 & 0 & \dots & \mu_{m+1,m} & \dots & \mu_{N,m} \\ & & \dots & & & \\ 0 & 0 & \dots & 0 & & 0 \end{bmatrix},$$

$$[P_i] = \begin{bmatrix} P_1 \\ P_2 \\ \dots \\ P_n \\ \dots \\ P_m \\ \dots \\ P_N \end{bmatrix}$$

в матричном виде система запишется в виде

$$\frac{d\mathbf{P}}{dp} = \lambda \cdot \mathbf{P} - \mu \cdot \mathbf{P}, \mathbf{P}|_{p=0} = \mathbf{P}_0. \quad (2)$$

Экспериментальная часть

В качестве экспериментальных данных использовались результаты, представленные в [2]. Цельное молоко 3,5% жирности гомогенизировалось на лабораторном гомогенизаторе фирмы APV в интервале изменения давления от 0 до 500 атмосфер через каждые 100 атмосфер. Температура гомогенизации 60 °C.

После гомогенизации молоко охлаждалось до 20 °С, после чего по известным методикам подготавливались образцы для оценки дисперсности жировых шариков с использованием микрфотографий [2]. Результаты исследований представлены на рисунке 3. Далее данные были нормированы для каждого значения давления гомогенизации из условия

$$\sum_{i=1}^N P(p_i) = 1, \quad (3)$$

где N – число фракций.

Для этого были введены дополнительно коэффициенты нормировки, на которые умножаются исходные значения долей фракции

для каждого распределения, полученного при заданном j -м давлении гомогенизации, что обеспечило выполнение равенства (3).

$$k_{\text{норм},j} = \frac{1}{\sum_{i=1}^N P(p_i)}, \quad j = \overline{1, J}, \quad (3)$$

где J – количество экспериментальных точек, соответствующих давлениям гомогенизации.

Результаты обработки и нормировки данных экспериментов представлены в таблице 1. Для дальнейших исследований для исходного образца цельного молока было принято значение давления гомогенизации, равное нулю.

Таблица 1.

Экспериментальные данные после нормировки

Table 1.

Experimental data after normalization

Давление, атм Pressure, atm	P1	P2	P3	P4	P5	P6
0	0,172	0,186	0,27	0,26	0,09	0,018
100	0	0,005	0,01	0,482	0,43	0,07
200	0	0,0039	0,009	0,145	0,57	0,27
300	0	0,0033	0,009	0,027	0,58	0,38
400	0	0	0	0,047	0,53	0,421
500	0	0	0	0	0,51	0,489

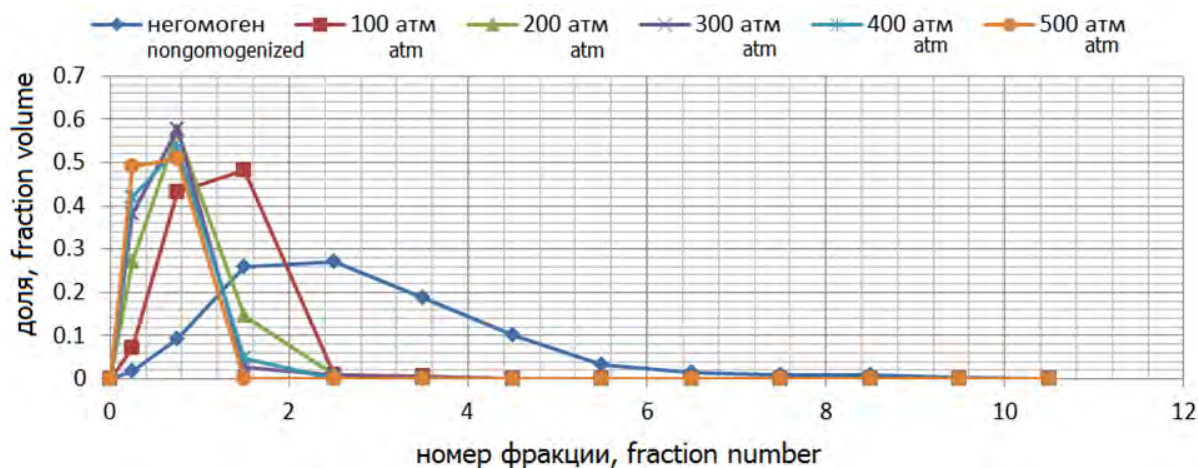


Рисунок 3. Массовые распределения жировых шариков в объеме пробы

Figure 3. Mass distribution of fat globules in probe

Математическое моделирование

Математическая модель процесса гомогенизации для случая 6-ти фракций описывается системой (5). При этом считается, что процесс слипания жировых шариков начинается с четвертой фракции. Выбор номера фракции, начиная с которой необходимо учитывать процесс слипания жировых шариков, можно осуществлять как из визуального анализа графиков экспериментальных

данных, так и при анализе результатов параметрической идентификации математической модели процесса гомогенизации без учета обратных переходов. Так, при оценке параметров модели (5) с интенсивностями переходов $\mu_{j,i}$, равными нулю, и при снятии ограничений $\lambda_{i,j} \geq 0$, были получены отрицательные интенсивности, начиная с четвертой фракции.

$$\begin{cases}
\frac{dP_1(p)}{dp} = -\sum_{i=2}^6 \lambda_{1,i} P_i(p); \\
\frac{dP_2(p)}{dp} = \lambda_{1,2} P_1(p) - \sum_{i=3}^6 \lambda_{2,i} P_i(p); \\
\frac{dP_3(p)}{dp} = \sum_{i=1}^2 \lambda_{i,3} P_i(p) - \sum_{i=4}^6 \lambda_{3,i} P_i(p); \\
\frac{dP_4(p)}{dp} = \sum_{i=1}^3 \lambda_{i,4} P_i(p) - \sum_{i=5}^6 \lambda_{4,i} P_i(p) + \\
+ \mu_{5,4} P_5(p) + \mu_{6,4} P_6(p); \\
\frac{dP_5(p)}{dp} = \sum_{i=1}^4 \lambda_{i,5} P_i(p) - \lambda_{5,6} P_6(p) + \mu_{6,5} P_6(p); \\
\frac{dP_6(p)}{dp} = \sum_{i=1}^5 \lambda_{i,6} P_i(p) - \mu_{6,5} P_6(p); \\
P_1(0) = P_{1,0}, P_2(0) = P_{2,0}, P_3(0) = P_{3,0}, \\
P_4(0) = P_{4,0}, P_5(0) = P_{5,0}, P_6(0) = P_{6,0}; \\
\lambda_{i,j} \geq 0, \mu_{i,j} \geq 0.
\end{cases} \quad (4)$$

Математическая модель реализована в интерактивной графической среде MathWorks Simulink™ [7].

Для численного поиска значений параметров минимизировалось среднеквадратичное отклонение расчетных данных от экспериментальных по каждой фракции:

$$S = \sum_{j=1}^M \sum_{i=1}^N (P_j(p_i)^{\text{эксн}} - P_j(p_i)^{\text{расч}})^2 \xrightarrow{\lambda, \mu} \min, \quad (5)$$

где M, N – количество фракций и точек контроля при заданном давлении гомогенизации соответственно.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Dairy Processing Handbook. Lausanne: Tetrapak, 2015.
- 2 Казлаускайте Е., Вайткус В. Изучение дисперсности жировой фазы молока// Труды Литовского филиала всесоюзного научно-исследовательского института маслodelьной и сыродельной промышленности. 1974. Т. IX. С. 117-122.
- 3 Нужин Е.В., Гладушняк А.К. Гомогенизация и гомогенизаторы. Одесса: Печатный дом, 2007.
- 4 Хвостов А.А., Журавлев А.А., Богер А.А., Шипилова Е.А. и др. Математическое моделирование процесса гомогенизации молочных продуктов с использованием цепей Маркова // Молочная промышленность. 2016. №8. С. 16-19.
- 5 Битюков В. К., Хвостов А. А., Ребриков Д.И., Мерзликин В.Е. Автоматизация обработки микрофотографий молочных продуктов с использованием ImageJ и Statistica // Вестник ВГУИТ. 2014. № 4(62). С. 58-63.
- 6 Wendy L. Martinez A. R. Computational Statistics Handbook with MATLAB®. New York: Chapman & Hall/CRC, 2002.

Для минимизации критерия (6) использовался метод оптимизации Pattern Search с методом поиска Latin Hypercube из библиотеки Global Optimization Toolbox MathWorks™.

Результаты и выводы

Результаты математического моделирования распределений представлены на рисунке 4.

Анализ погрешностей расчета показал их снижение на 2–3% при введении в математическую модель учета обратных переходов. Это позволяет оценить режимы возникновения обратных эффектов и оценить эффективность дальнейшего увеличения давления на процесс гомогенизации.

Стоит отметить, что для молочных продуктов более высокой жирности учет обратных переходов приобретает большую актуальность.

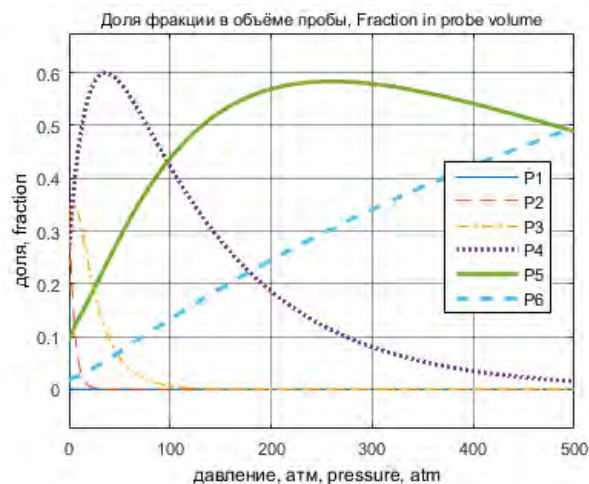


Рисунок 4. Результаты математического моделирования

Figure 4. Mathematical model results

REFERENCES

- 1 Dairy Processing Handbook. Lausanne, Switzerland, Tetrapak, 2015.
- 2 Kazlauskaite E., Vaitkus V. Investigation of Milk Fat Dispersion. Trudy Litovskogo filiala vsesoyuznogo NII maslodel'noi promyshlennosti [Transactions of the Lithuanian branch of the All-Union Scientific Research Institute of the Butter and Cheese Industry] 1974, vol. IX, pp. 117-122. (in Russian)
- 3 Nuzhin E.V., Gladushnyak A.K. Gomog-enizaciya i gomogenizatory [Homogenization and blend-ers] Odessa, Pechatnyj dom, 2007. (in Russian)
- 4 Khvostov A.A., Zhuravlev A.A., Boger A.A., Shipilova E.A. et al. Mathematical modeling of the dairy homogenization process using Markov's chain. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy Industry] 2016, no. 8, pp. 16-19. (in Russian)
- 5 Bityukov V. K., Khvostov A. A., Rebrikov D. I., Merzlikin V.E. Automation of processing of dairy products micrographs using ImageJ and Statistica. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET] 2014, no. 4(62), pp. 58-63. (in Russian)
- 6 Wendy L., Martinez A. R. Computational Statistics Handbook with MATLAB®. New York, Chapman & Hall/CRC, 2002.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Анатолий А. Хвостов д.т.н., профессор, кафедра математики, ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», ул. Старых Большевиков, 54 «А», г. Воронеж, Россия, khvtol1974@yandex.ru

Виталий К. Битюков д.т.н., профессор, президент, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, Россия, president@vsuet.ru

Мария А. Хвостова студент, лечебный факультет, Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко, Студенческая, 10, г. Воронеж, 394036, Россия, marykhv.mk@gmail.com

Кирилл В. Полищук магистр, кафедра информационных и управляющих систем, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, Россия, kirill.polishhuk@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Анатолий А. Хвостов предложил методику проведения эксперимента и организовал производственные испытания

Виталий К. Битюков консультация в ходе исследования

Мария А. Хвостова обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провёл эксперимент, выполнил расчёты

Кирилл В. Полищук написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 10.10.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 29.11.2016

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Anatolii A. Khvostov doctor of technical sciences, professor, mathematic department, N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin air force academy, Starykh Bolshevikov St., 54 A, Voronezh, 394064, Russia, khvtol1974@yandex.ru

Vitalii K. Bityukov doctor of technical sciences, professor, information and control system department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia, president@vsuet.ru

Mariya A. Khvostova student, faculty of general medicine, Voronezh state medical university named after N.N. Burdenko, Studencheskaya St., 10, Voronezh, 394036, Russia, marykhv.mk@gmail.com

Kirill V. Polishchuk master student, information and control system department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394066, Russia, kirill.polishhuk@mail.ru

CONTRIBUTION

Anatolii A. Khvostov proposed a scheme of the experiment and organized production trials

Vitalii K. Bityukov consultation during the study

Mariya A. Khvostova review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

Kirill V. Polishchuk wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 10.10.2016

ACCEPTED 11.29.2016

Исследование методов моделирования цифровых автономных компенсаторов и систем регулирования

Владимир С. Кудряшов	¹	kudryashovvs@mail.ru
Сергей В. Рязанцев	¹	rsv1978@mail.ru
Иван А. Козенко	¹	kosenko211986@mail.ru
Елена А. Хромых	²	helen_hrom@mail.ru

¹ кафедра информационных и управляющих систем, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

² кафедра информационной безопасности, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Реферат. Особенностью современного этапа развития производства является необходимость контроля и регулирования значительного количества технологических параметров, взаимное влияние которых друг на друга при использовании одноконтурных систем существенно снижает качество переходных процессов, приводит к значительному расходу сырья и энергии, снижению качества получаемой продукции. Использование автономных цифровых систем регулирования позволяет устранить взаимосвязь технологических параметров, придать системе желаемые динамические и статические свойства, повысить качество регулирования. Однако сложность процедуры настройки и реализации (моделирования) автономных компенсаторов систем данного типа, связанные с необходимостью выполнения значительного объема сложных аналитических преобразований, существенно ограничивают область их применения. В связи с этим в работе на основе подхода декомпозиции предлагаются методы расчета и моделирования (реализации), заключающиеся в представлении элементов управляющей части автономной цифровой системы управления в виде последовательно параллельного соединения. Приведенное теоретическое обоснование выполнено в общем виде для систем произвольной размерности. Приводятся результаты вычислительных экспериментов, полученных в ходе моделирования четырехмерной автономной системы регулирования, сравнительный анализ и выводы об эффективности использования каждого из методов, полученные результаты могут использоваться при разработке систем управления многомерными технологическими процессами.

Ключевые слова: автономные цифровые системы управления моделирование, компенсаторы, многосвязность, многомерность

Research methods of simulate digital compensators and autonomous control systems

Vladimir S. Kudryashov	¹	kudryashovvs@mail.ru
Sergei V. Ryazantsev	¹	rsv1978@mail.ru
Ivan A. Kozenko	¹	kosenko211986@mail.ru
Elena A. Khromykh	²	helen_hrom@mail.ru

¹ information and control systems department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

² informations security department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Summary. The peculiarity of the present stage of development of the production is the need to control and regulate a large number of process parameters, the mutual influence on each other that when using single-circuit systems significantly reduces the quality of the transition process, resulting in significant costs of raw materials and energy, reduce the quality of the products. Using a stand-alone digital control system eliminates the correlation of technological parameters, to give the system the desired dynamic and static properties, improve the quality of regulation. However, the complexity of the configuration and implementation of procedures (modeling) compensators autonomous systems of this type, associated with the need to perform a significant amount of complex analytic transformation significantly limit the scope of their application. In this regard, the approach based on the decomposition proposed methods of calculation and simulation (realization), consisting in submitting elements autonomous control part digital control system in a series parallel connection. The above theoretical study carried out in a general way for any dimension systems. The results of computational experiments, obtained during the simulation of the four autonomous control systems, comparative analysis and conclusions on the effectiveness of the use of each of the methods. The results obtained can be used in the development of multi-dimensional process control systems.

Keywords: autonomous digital system management modeling, expansion joints, multiply-connected, multi-dimensionality

Для цитирования

Кудряшов В. С., Рязанцев С. В., Козенко И. А., Хромых Е. А. Исследование методов моделирования цифровых автономных компенсаторов и систем регулирования // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 67–77. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-67-77

For citation

Kudryashov V. S., Ryazantsev S. V., Kozenko I. A., Khromykh E. A. Research methods simulate digital compensators and autonomous control systems. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 67–77. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-67-77

Введение

Повышение эффективности современного производства: улучшение качества выпускаемой продукции, минимизация производственных издержек, увеличение рентабельности и т. д. напрямую связано с необходимостью контроля и регулирования значительного числа технологических параметров (десятков, сотен, а иногда тысяч параметров). На многих высокотехнологических производствах для решения данных задач используются одноконтурные системы автоматического регулирования (САР), составляющие основу автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП) предприятия.

Однако наличие взаимного влияния управляющих воздействий на две и более управляемые величины (много связность объекта управления), контролируемых возмущающих воздействий, изменение статических и динамических характеристик технологического оборудования (процесса), вызванные изменением режима работы оборудования, характеристик сырья и теплоносителей, значительно снижают качество работы одноконтурных САР.

Взаимосвязь регулируемых величин характеризуется наличием в объекте основных и перекрестных каналов управления. Основные каналы, определяющие взаимосвязь технологического параметра с соответствующим регулирующим воздействием, обеспечивают желаемое заданное

качество регулирования. Перекрестные каналы, определяющие взаимосвязь технологических параметров с другими регулирующими воздействиями, приводят к нежелательному отклонению параметра от заданного значения (появлению ошибки регулирования), выступая в качестве дополнительных возмущающих воздействий. Это определяет сложность регулирования много связных объектов и необходимость устранения влияния перекрестных каналов.

Использование цифровых связанных систем регулирования (ЦССР), характеризующихся наличием внешних компенсирующих связей (компенсаторов) между регуляторами, обеспечивает частичную или полную автономность регулируемых параметров, позволяет повысить качество регулирования и придать системе определенные желаемые свойства [1]. Существующие способы расчета и моделирования ЦССР связаны со значительной сложностью и требуют выполнения значительных объемов аналитических преобразований [2]. Теоретической основой одного из способов является принцип автономности, позволяющий обеспечить независимое друг от друга регулирование связанных параметров [3].

Постановка задачи

Рассмотрим r -мерную цифровую систему управления (ЦСУ) (рисунок 1).

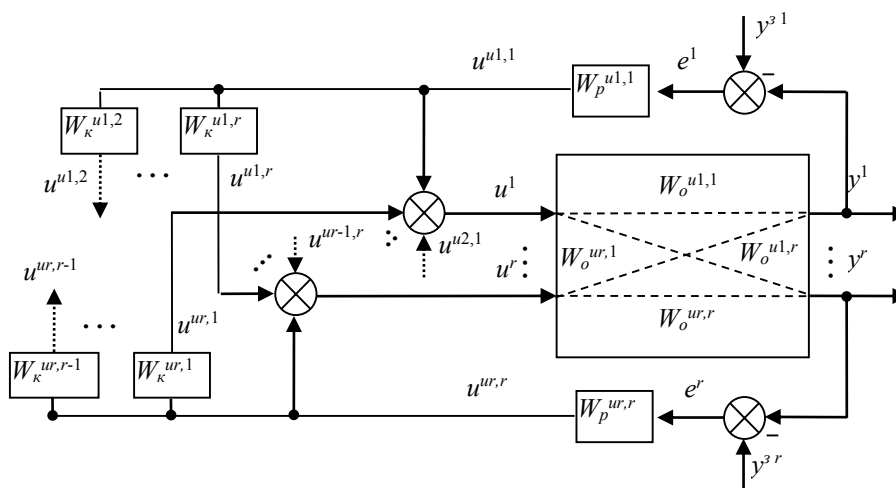


Рисунок 1. Структурная схема r -мерной системы управления

Figure1. Block diagram of the r -dimensional management system

В векторно-матричной форме система уравнений, описывающая её поведение, имеет вид: $e = y^3 - y$,

$$u^u = W_p^u \cdot e,$$

$$u = W_k^u \cdot u^u,$$

$$y = W_o^u \cdot u,$$

где $e = [e^1(z), \dots, e^r(z)]^T$ – вектор ошибок управления; $y^3 = [y^{3,1}(z), \dots, y^{3,r}(z)]^T$ – вектор заданий; $y = [y^1(z), \dots, y^r(z)]^T$ – вектор выходов объекта управления (ОУ); $u^u = [u^{u1,1}(z), \dots, u^{ur,r}(z)]^T$ – вектор выходов регуляторов; $u = [u^1(z), \dots, u^r(z)]^T$ – вектор управляющих воздействий; W_o^u – матрица дискретных передаточных функций объекта по основным и перекрестным

каналам, $r \times r$; W_p^u , W_k^u – диагональная матрица дискретных передаточных функций регуляторов и матрица дискретных передаточных функций компенсаторов, $r \times r$; z – оператор временного сдвига; r – количество входов и выходов (размерность) системы.

$$W_o^u = \begin{bmatrix} W_o^{u,1,1}(z) & \dots & W_o^{u,r,1}(z) \\ W_o^{u,1,2}(z) & \dots & W_o^{u,r,2}(z) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ W_o^{u,1,r}(z) & \dots & W_o^{u,r,r}(z) \end{bmatrix},$$

$$W_p^u = \begin{bmatrix} W_p^{u,1,1}(z) & \dots & 0 \\ 0 & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & W_p^{u,r,r}(z) \end{bmatrix},$$

$$W_k^u = \begin{bmatrix} 1 & \dots & W_k^{u,r,1}(z) \\ W_k^{u,1,2}(z) & \dots & W_k^{u,r,2}(z) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ W_k^{u,1,r}(z) & \dots & 1 \end{bmatrix},$$

где $W_o^{u,i,j}(z) = \frac{\sum_{h=1}^{k_o^{u,i,j}} b_h^{u,i,j} \cdot z^{-h+1}}{1 - \sum_{h=1}^{n_o^{u,i,j}} a_h^{u,i,j} \cdot z^{-h}} \cdot z^{-1-d_o^{u,i,j}}$ – дискретная передаточная функция объекта по основным ($i=j$) и перекрестным ($i \neq j$) каналам;

$$W_o^{u,i,j}(z) = \frac{\sum_{h=0}^{k_{pk}^{u,i,j}} q_h^{u,i,j} \cdot z^{-h}}{1 - \sum_{h=1}^{n_{pk}^{u,i,j}} p_h^{u,i,j} \cdot z^{-h}}$$
 – дискретная передаточная функция j -го регулятора;

$$W_o^{u,i,j}(z) = \frac{\sum_{h=0}^{k_{pk}^{u,i,j}} q_h^{u,i,j} \cdot z^{-h-d_{pk}^{u,i,j}}}{1 - \sum_{h=1}^{n_{pk}^{u,i,j}} p_h^{u,i,j} \cdot z^{-h}}$$
 – дискретная передаточная функция компенсатора перекрестной связи ($i \neq j$); $a^{u,i,j}$, $b^{u,i,j}$, $d_o^{u,i,j}$ – параметры и число тактов запаздывания дискретной передаточной функции канала объекта; $k_o^{u,i,j}$, $n_o^{u,i,j}$ – порядки числителя и знаменателя дискретной передаточной функции основного ($i=j$) или перекрестного ($i \neq j$) канала объекта; $q^{u,i,j}$, $p^{u,i,j}$, $d_{pk}^{u,i,j}$ – параметры и число тактов запаздывания дискретной передаточной функции регулятора ($i=j$) или компенсатора ($i \neq j$); $k_{pk}^{u,i,j}$, $n_{pk}^{u,i,j}$ – порядки числителя и знаменателя дискретной передаточной функции регулятора ($i=j$) или компенсатора ($i \neq j$); $i, j = 1, r$.

Расчет дискретных передаточных функций (ПФ) автономных компенсаторов осуществляется по выражению [1]:

$$W_k^{u,авт} = -(W_o^{u,авт})^{-1} \cdot W_o^{u,авт} \quad (1)$$

где $W_o^{u,авт}$ – блочная матрица, элементами которой являются матрицы дискретных передаточных функций основных и перекрестных каналов объекта, $(r \cdot (r-1)) \times (r \cdot (r-1))$; $W_k^{u,авт}$ – блочный вектор, элементами которого являются векторы дискретных передаточных функций компенсаторов, $r \cdot (r-1)$; $W_o^{u,авт}$ – блочный вектор, элементами которого являются векторы дискретных передаточных функций перекрестных каналов объекта, $r \cdot (r-1)$.

Поскольку расчет автономных компенсаторов основан на обращении и перемножении матриц (1), то их ПФ имеют вид дробно-рациональных выражений, числитель и знаменатель которых представляются как сумма $(r \cdot (r-1))!$ слагаемых, каждое из которых является произведением $(r \cdot (r-1))$ ПФ каналов объекта:

$$W_k^{u,i,j}(z) = \frac{\sum_{\mu=1}^{(r \cdot (r-1))!} \left(\prod_{v=1}^{(r \cdot (r-1))} W_o^{u,\alpha^{\mu,v},\beta^{\mu,v}}(z) \right)}{\sum_{\mu'=1}^{(r \cdot (r-1))!} \left(\prod_{v'=1}^{(r \cdot (r-1))} W_o^{u,\lambda^{\mu',v'},\gamma^{\mu',v'}}(z) \right)}, \quad (2)$$

где $W_o^{u,\alpha^{\mu,v},\beta^{\mu,v}}(z)$, $W_o^{u,\lambda^{\mu',v'},\gamma^{\mu',v'}}(z)$ – ПФ каналов объекта; $\alpha^{\mu,v}$, $\beta^{\mu,v}$, $\lambda^{\mu',v'}$, $\gamma^{\mu',v'}$ – индексы, принимающие натуральные значения из диапазона $1, r$; μ , v – номер слагаемого и номер сомножителя в числителе (2); μ' , v' – номер слагаемого и номер сомножителя в знаменателе (2).

Для упрощения описания дальнейших преобразований и выводов введем новые обозначения:

$$W_o^{u,\alpha^{\mu,v},\beta^{\mu,v}}(z) = W^{\mu,v}(z), \quad W_o^{u,\lambda^{\mu',v'},\gamma^{\mu',v'}}(z) = W^{\mu',v'}(z),$$

$$(r \cdot (r-1))! = M, \quad (r \cdot (r-1)) = N,$$

где $W^{\mu,v}(z)$, $W^{\mu',v'}(z)$ – ПФ каналов объекта;

$$\mu, \mu' = 1, M; \quad v, v' = 1, N.$$

В процессе синтеза системы расчет численного значения выходов всех элементов осуществляется на основе конечно-разностных уравнений. Для получения конечно-разностного уравнения автономного компенсатора необходимо его ПФ, представленную формулой (2), привести к одноэтажному дробно-рациональному выражению относительно оператора сдвига z , что требует выполнения большого объема аналитических преобразований.

В работе [2] приводится алгоритм, обеспечивающий автоматическое выполнение аналитических преобразований, реализуемый на ЭВМ. Однако использование данного алгоритма автоматизированного выполнения преобразований не обеспечивает получения искомого результата в силу недостатка самой методики. Суть недостатка заключается в недопустимости округления результата перемножения дробных чисел при вычисления коэффициентов ПФ компенсаторов, что нереализуемо в силу ограниченности разрядной сетки ЭВМ. В конечном счете, для систем размерности больше двух это приводит к не реализуемости условия автономности и неработоспособности системы.

В связи с этим поставлена задача разработки алгоритма, обеспечивающего высокую точность расчета численного значения выхода автономного компенсатора r -мерной ЦСУ по известной ПФ (2) в автоматическом режиме.

Разработка метода расчета

В данной работе предлагается метод, базирующийся на представлении автономного компенсатора в виде последовательно-параллельного соединения элементов с ПФ основных и перекрестных каналов объекта управления в соответствии с правилами структурного преобразования. Из выражения (2) следует,

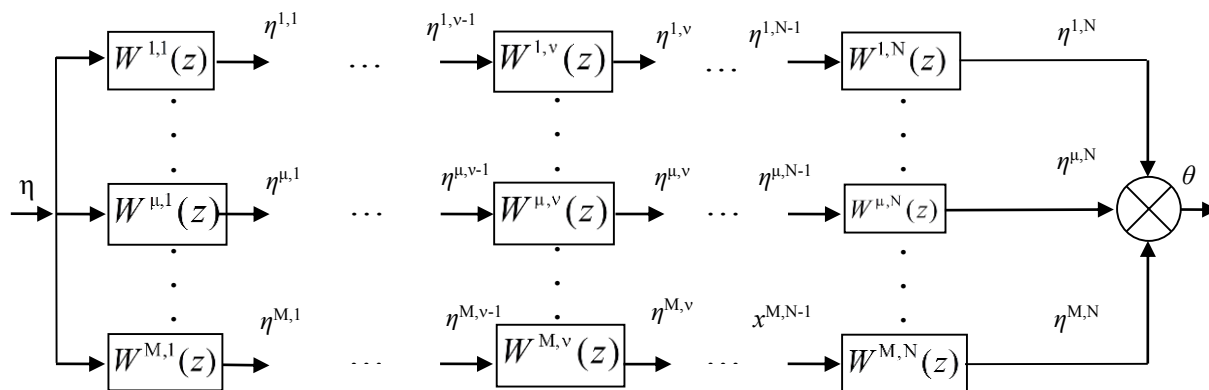


Рисунок 3. Схема соединения элементов, входящих в $W'(z)$

Figure 3. Connecting diagram elements included in $W'(z)$

В общем случае система конечно-разностных уравнений, используемая для описания элементов последовательно-параллельного соединения (рисунок 3), примет вид:

$$\eta_i^{\mu,1} = \sum_{j=1}^{n^{\mu,1}} a_j^{\mu,1} \cdot \eta_{i-j}^{\mu,1} + \sum_{j=1}^{k^{\mu,1}} b_j^{\mu,1} \cdot u_{i-j-d^{\mu,1}}, \quad (5)$$

$$\eta_i^{\mu,v} = \sum_{j=1}^{n^{\mu,v}} a_j^{\mu,v} \cdot \eta_{i-j}^{\mu,v} + \sum_{j=1}^{k^{\mu,v}} b_j^{\mu,v} \cdot \eta_{i-j-d^{\mu,v}}^{\mu,v-1}, \quad (6)$$

что автономный компенсатор можно представить в виде последовательного соединения элементов.

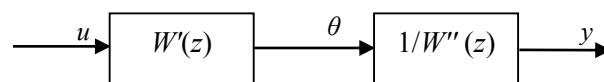


Рисунок 2. Схема автономного компенсатора: u – вход компенсатора; θ – выход звена с ПФ $W'(z)$; y – выход компенсатора

Figure 2. Autonomous driving compensator: u – the input of the compensator; θ – the output level with PF $W'(z)$; y – the output of the compensator

$$W'(z) = \sum_{\mu=1}^M \left(\prod_{v=1}^N W^{\mu,v}(z) \right) \quad (3)$$

$$W''(z) = \sum_{\mu=1}^M \left(\prod_{v=1}^N W^{\mu,v'}(z) \right) \quad (4)$$

Выход автономного компенсатора можно найти путем последовательного расчета численных значений выходов элементов с ПФ $W'(z)$ и $1/W''(z)$.

В свою очередь $W'(z)$ (3) на основании правил структурного преобразования, представляет собой M цепочек, каждая из которых состоит из N элементов с ПФ моделей каналов объекта (рисунок 3).

$$\theta_i = \sum_{j=1}^M \eta_i^{j,N}, \quad (7)$$

где $\eta_i^{\mu,v}$ – выход v -го элемента μ -й цепочки; $a^{\mu,v}$, $b^{\mu,v}$, $d^{\mu,v}$ – параметры и целое число тактов запаздывания моделей каналов объекта; $k^{\mu,v}$, $n^{\mu,v}$ – порядки правой и левой частей моделей каналов объекта; $\eta_i^{\mu,1}$ – выход 1-го элемента μ -ой цепочки.

По уравнению (5) рассчитывается выход

1-го элемента, а по (6) –v-го элемента ($v = 2, N$) в μ -ой цепочке. Выход всего последовательно-параллельного соединения f (элемента с ПФ $W'(z)$) рассчитывается по выражению (7).

Система уравнений (5) –(7) позволяет найти выход звена с ПФ $W'(z)$ (рисунок 2), без выполнения сложных аналитических преобразований, поскольку использует заранее известные модели каналов объекта.

Сложность расчета выхода второго элемента (рисунок 2) связана с дробно-рациональным видом его ПФ, в знаменатель которой входит сумма произведений ПФ каналов ОУ. Для решения данной задачи предложено два метода.

В соответствии с первым методом предлагается рассмотреть выход y в качестве входа, а вход f в качестве выхода.

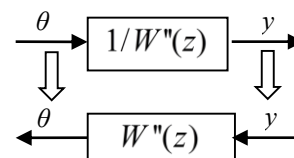


Рисунок 4. Схема расчета выхода звена с ПФ $1/W''(z)$

Figure4. The scheme of calculating the output level with PF $1/W''(z)$

Данный прием позволяет избавиться от дробно-рационального вида ПФ второго элемента (рисунок 2) и представить взаимосвязь сигналов f и y , как и в предыдущем случае, в виде последовательно-параллельного соединения элементов с ПФ каналов объекта, где известен выход f и требуется найти вход y (рисунок 5).

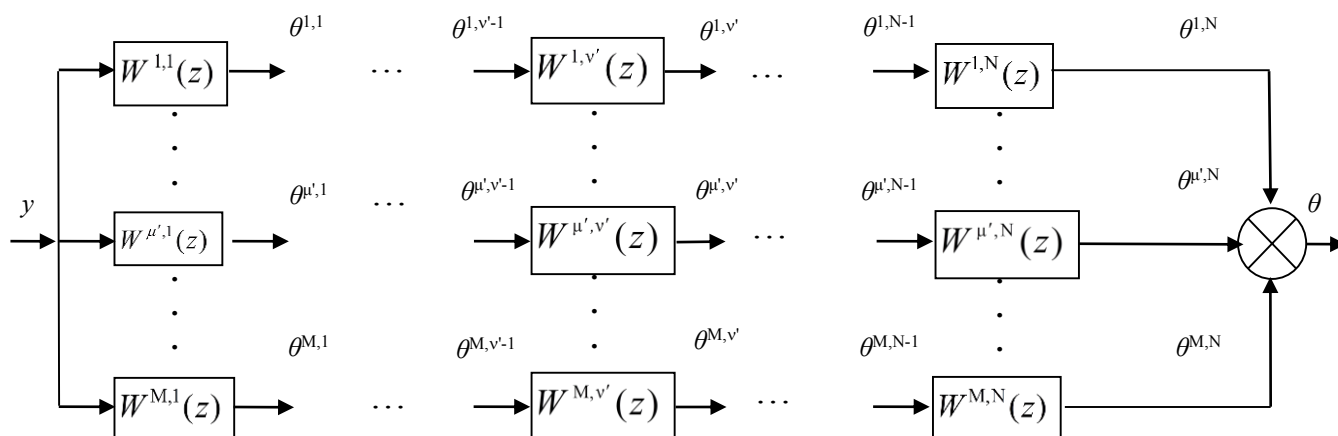


Рисунок 5. Схема соединения элементов, входящих в выражение $W''(z)$

Figure 5. Connecting diagram elements contained in the expression $W''(z)$

Система уравнений, описывающая взаимосвязь сигналов θ и y примет вид:

для расчета 1-го элемента в μ -ой цепочке:

$$\theta_i^{\mu,1} = \sum_{j=1}^{n^{\mu,1}} a_j^{\mu,1} \cdot \theta_{i-j}^{\mu,1} + \sum_{j=1}^{k^{\mu,1}} b_j^{\mu,1} \cdot y_{i-j-d^{\mu,1}}, \quad (8)$$

для расчета v' -го ($v' = 2, N$) элемента в μ -ой цепочке:

$$\theta_i^{\mu,v'} = \sum_{j=1}^{n^{\mu,v'}} a_j^{\mu,v'} \cdot \theta_{i-j}^{\mu,v'} + \sum_{j=1}^{k^{\mu,v'}} b_j^{\mu,v'} \cdot \theta_{i-j-d^{\mu,v'}}. \quad (9)$$

Выход соединения определяется по формуле:

$$\theta_i = \sum_{\mu=1}^M \theta_i^{\mu,N}. \quad (10)$$

В общем случае любой канал объекта может иметь транспортное запаздывание. Поэтому представим каждый элемент цепочки в виде последовательного соединения звена без запаздывания и звена чистого запаздывания (рисунок 6).

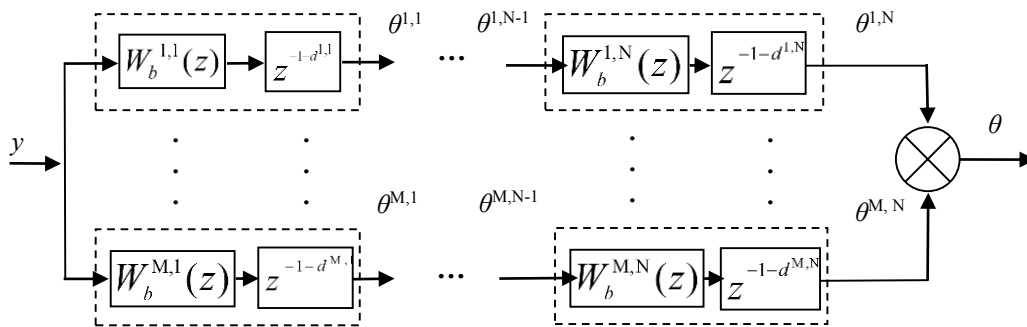


Рисунок 6. Представление ПФ $W^n(z)$ в виде соединения звеньев без запаздывания и звеньев чистого запаздывания. $W_b(z)$ – ПФ канала без запаздывания

Figure 6. Presentation of PF $W^n(z)$ as a compound units without delay and units of pure delay. $W_b(z)$ – PF channel without delay

Преобразуем схему с учетом суммарного запаздывания каждой цепочки (рисунок 7).

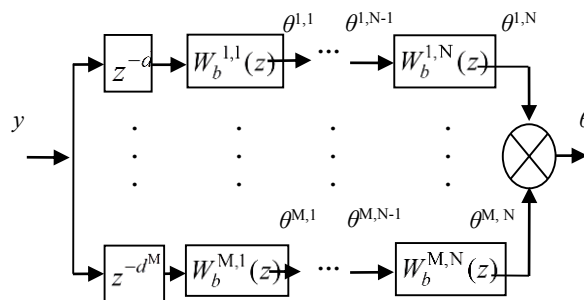


Рисунок 7. Представление ПФ $W^n(z)$ в виде соединения звеньев без запаздывания и звеньев суммарного чистого запаздывания

Figure 7. Presentation of PF $W^n(z)$ as a compound units without delay, and the delay units of the total net

При этом $z^{-d^{\mu'}}$ – передаточная функция звена чистого запаздывания μ' -й цепочки, а $d^{\mu'} = \sum_{v=1}^N (1 + d^{\mu',v'})$.

Определяя минимальное из суммарных запаздываний всех цепочек, преобразуем схему к виду (рисунок 8).

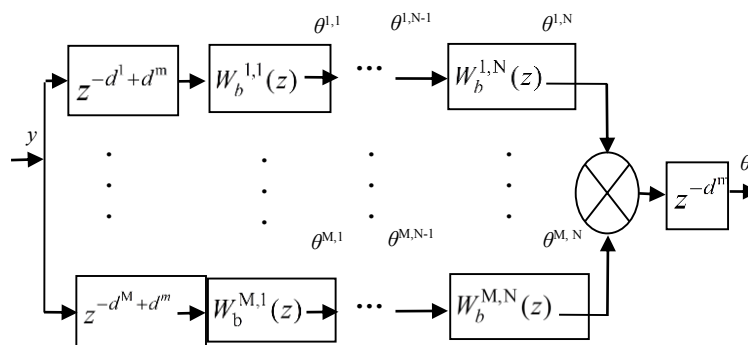


Рисунок 8. Преобразованная структурная схема

Figure8. The transformed structural diagram

При этом $d^m = \min(d^{u'})$ – минимальное из запаздываний цепочек последовательно-параллельного соединения (рисунок 7). В результате получим цепочки с запаздыванием и без запаздывания.

На основании структурной схемы (рисунок 8) по известным значениям сигнала y осуществляется последовательный расчет выходов элементов цепочек $\theta_i^{u',v'}$ с запаздыванием (8)–(9). Из уравнения (10) вычисляется суммарный выход цепочек без запаздывания:

$$\sum_{c=1}^p \theta_i^{c,N} = \theta_i - \sum_{s=1}^l \theta_i^{s,N}, \quad (11)$$

где p – количество цепочек без запаздывания ($p \leq r$); l – количество цепочек с запаздыванием ($l < r$).

Для цепочек без запаздывания уравнение (9) для последнего элемента можно записать в виде:

$$\theta_i^{s,N} = \sum_{t=1}^{n^{s,N}} a_t^{s,N} \cdot \theta_{i-t}^{s,N} + \sum_{t=2}^{k^{s,N}} b_t^{s,N} \cdot \theta_{i-t+1}^{s,N-1} + b_1^{s,N} \cdot \theta_i^{s,N-1} \quad (12)$$

В свою очередь уравнение для предпоследнего элемента (с номером $N-1$) имеет вид:

$$\theta_i^{s,N-1} = \sum_{t=1}^{n^{s,N-1}} a_t^{s,N-1} \cdot \theta_{i-t}^{s,N-1} + \sum_{t=2}^{k^{s,N-1}} b_t^{s,N-1} \cdot \theta_{i-t+1}^{s,N-2} + b_1^{s,N-1} \cdot \theta_i^{s,N-2} \quad (13)$$

Вместо $\theta_i^{s,N-1}$ выражения (12) подставим правую часть выражения (13):

$$\begin{aligned} \theta_i^{s,N} &= \sum_{t=1}^{n^{s,N}} a_t^{s,N} \cdot \theta_{i-t}^{s,N} + \sum_{t=2}^{k^{s,N}} b_t^{s,N} \cdot \theta_{i-t+1}^{s,N-1} + \\ &+ b_1^{s,N} \cdot \left(\sum_{t=1}^{n^{s,N-1}} a_t^{s,N-1} \cdot \theta_{i-t}^{s,N-1} + \sum_{t=2}^{k^{s,N-1}} b_t^{s,N-1} \cdot \theta_{i-t+1}^{s,N-2} \right) + \\ &+ b_1^{s,N-1} \cdot \theta_i^{s,N-2} \end{aligned} \quad (14)$$

После преобразований получим:

$$\begin{aligned} \theta_i^{s,N} &= \sum_{t=1}^{n^{s,N}} a_t^{s,N} \cdot \theta_{i-t}^{s,N} + \sum_{t=2}^{k^{s,N}} b_t^{s,N} \cdot \theta_{i-t+1}^{s,N-1} + \\ &+ b_1^{s,N} \cdot \sum_{t=1}^{n^{s,N-1}} a_t^{s,N-1} \cdot \theta_{i-t}^{s,N-1} + b_1^{s,N} \cdot \sum_{t=2}^{k^{s,N-1}} b_t^{s,N-1} \cdot \theta_{i-t+1}^{s,N-2} + \\ &+ b_1^{s,N} \cdot b_1^{s,N-1} \cdot \theta_i^{s,N-2} \end{aligned}$$

Выполняя аналогичные действия для всех остальных элементов цепочки, приходим к выражению, связывающему вход u и выход s -ой цепочки $\theta_i^{s,N}$:

$$\begin{aligned} \theta_i^{s,N} &= \sum_{j=N}^2 \left(\left(\sum_{t=1}^{n^{s,j}} a_t^{s,j} \cdot \theta_{i-t}^{s,j} + \sum_{t=0}^{k^{s,j}} b_{t+1}^{s,j} \cdot \theta_{i-t}^{s,j-1} \right) \cdot \prod_{q=N}^{j+1} b_1^{s,q} \right) + \\ &+ \left(\sum_{t=1}^{n^{s,1}} a_t^{s,1} \cdot \theta_{i-t}^{s,1} + \sum_{t=2}^{k^{s,1}} b_t^{s,1} \cdot \theta_{i-t+1}^{s,1} \right) \cdot \prod_{q=N}^2 b_1^{s,q} + \prod_{q=N}^1 b_1^{s,q} \cdot y_i \end{aligned} \quad (15)$$

Подставляя в (11) вместо $\theta_i^{s,N}$ правую часть (15) получим выражение для расчета значения входа на текущем такте:

$$\begin{aligned} y_i &= \left(\sum_{c=1}^p \theta_i^{c,N} - \sum_{c=1}^p \left(\sum_{t=1}^{n^{c,j}} a_t^{c,j} \cdot \theta_{i-t}^{c,j} + \sum_{t=0}^{k^{c,j}} b_{t+1}^{c,j} \cdot \theta_{i-t}^{c,j-1} \right) \cdot \prod_{q=N}^{j+1} b_1^{c,q} \right) + \\ &+ \left(\sum_{t=1}^{n^{c,1}} a_t^{c,1} \cdot \theta_{i-t}^{c,1} + \sum_{t=2}^{k^{c,1}} b_t^{c,1} \cdot \theta_{i-t+1}^{c,1} \right) \cdot \prod_{q=N}^2 b_1^{c,q} \right) \Bigg/ \left(\sum_{c=1}^p \left(\prod_{q=N}^2 b_1^{c,q} \right) \right) \end{aligned} \quad (16)$$

где $b_1^{c,N+1} = 1$; $\sum_{c=1}^p \theta_i^{c,N}$ – сумма выходов цепочек без запаздываний.

Найденная величина является искомым выходом звена с ПФ $1/W(z)$ и автономного компенсатора в целом.

Из выражения (16) следует, что при расчете выхода автономного компенсатора на текущем такте квантования используются значения выходов элементов цепочек без запаздываний на предыдущих тактах. Поэтому для расчета численного значения выхода автономного компенсатора на каждом последующем такте квантования необходимо рассчитать выходы элементов цепочек без запаздываний по выражениям (8)–(9) на текущем такте.

Таким образом, итерационный алгоритм поиска численного значения выхода автономного компенсатора на основании предложенного метода включает выполнение следующих этапов:

1. По выражениям (5) – (6) рассчитывается значение выхода объекта с ПФ $W'(z)$;
2. Определяется минимальное суммарное запаздывание из всех слагаемых, входящих в $W''(z)$ (4);
3. По выражениям (8) – (9), (11) рассчитывается суммарный выход цепочек без запаздывания для элемента с ПФ $W''(z)$;
4. По (16) вычисляется величина входа элемента с ПФ $W''(z)$ (выхода элемента с ПФ $1/W''(z)$) на текущем такте;

5. По выражениям (8) – (9) рассчитываются выходы промежуточных звеньев цепочек без запаздываний, необходимые для расчетов на последующих тактах.

Среди недостатков данного метода можно указать относительную громоздкость используемых математических выражений и сложность алгоритма расчета.

В связи с этим предложен второй метод расчета выхода второго элемента (рисунок 2) с дробно-рациональным видом ПФ, в знаменатель которой входит сумма произведений ПФ каналов ОУ. его суть заключается в рассмотрении обратных сигналов входа и выхода, т. е. $1/f$ и $1/y$. Данный переход позволяет перейти от передаточной функции $1/W''(z)$ к передаточной функции $W''(z)$ (рисунок 11).

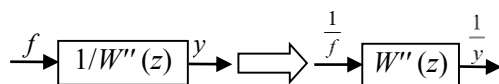


Рисунок 9. Способ расчета выхода звена с ПФ $1/W''(z)$ на основе обратных величин

Figure 9. A method of calculating the output level from the PD $1/W''(z)$ based on the reciprocals

После этого моделирование элемента осуществляется тем же способом, что и звена с ПФ $W''(z)$. Для этого используются зависимости аналогичные выражениям (5)–(7). Недостатком данного подхода является невозможность формирования на входе элемента бесконечно большого значения, в случае когда сигнал f равен нулю. Это приводит к появлению некоторой погрешности, величина которой от одной итерации расчета к другой будет расти, что в итоге может привести к существенному искажению конечного результата и как следствие к неработоспособности системы.

Проверка достоверности и работоспособности разработанных методов моделирования автономных цифровых систем регулирования осуществлялась путем численного моделирования четырехмерной системы регулирования.

В качестве объекта управления выбран технологический процесс синтеза аммиака, протекающий в 4-х слойном полочном реакторе в присутствии катализатора с промежуточным охлаждением между слоями (рисунок 9). Структура взаимосвязи каналов объекта представлена на рисунке 10. Значения параметров моделей основных и перекрестных каналов приведены в таблице 1.

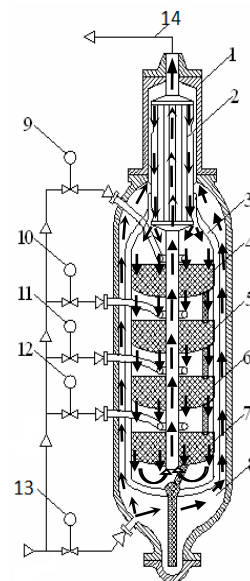


Рисунок 10. Реактор синтеза аммиака мощностью 1360 т/сут: 1 – корпус колонны; 2 – внутренний теплообменник; 3 – корпус катализаторной коробки; 4, 5, 6, 7 – I, II, III, IV катализаторные слои соответственно; 8 – пространство между корпусом колонны и катализаторной коробки; 9, 10, 11, 12 – клапаны подачи холодного газа на полки колонны; 13 – основной клапан подачи смеси по основному ходу колонны; 14 – выход колонны (смесь газообразного аммиака, водорода и азота)

Figure 10. Ammonia synthesis reactor capacity of 1360 t / day: 1 – the case of the column; 2 – internal heat; 3 – the case of the catalyst of the box; 4, 5, 6, 7 – I, II, III, IV catalyst layers, respectively; 8 – the space between the casing column and rolled-mash of the box; 9, 10, 11, 12 – cold gas flow valves to column flange; 13 – main control valve supplying the mixture in the main course of the column; 14 – output of the column (a mixture of gaseous ammonia, hydrogen and nitrogen)

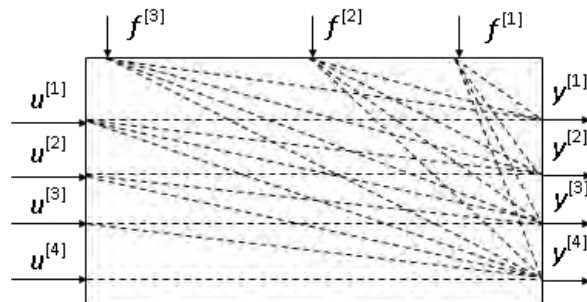


Рисунок 11. Структурная схема взаимосвязи параметров: $u^{[1]} \div u^{[4]}$ – степени открытия заслонок на байпасных потоках (управляющие параметры); $y^{[1]} \div y^{[4]}$ – температура в слоях катализатора (управляемые параметры); $f^{[1]}, f^{[2]}, f^{[3]}$ – концентрация аммиака, инертных газов и соотношение водород/азот (возмущающие воздействия)

Figure 11. Block diagram of the relationship of parameters: $u^{[1]} \div u^{[4]}$ – the degree of opening of valves in the bypass flow (control parameters); $y^{[1]} \div y^{[4]}$ – The temperature in the catalyst layers (controlled parameters); $f^{[1]}, f^{[2]}, f^{[3]}$ – concentration of ammonia, inert gases and the hydrogen / nitrogen (disturbance variables)

Параметры дискретной четырехмерной полной модели ОУ процесса синтеза аммиака

Table 1.

The parameters of a discrete model of the four full OU ammonia synthesis process

Канал Channel	a_1	a_2	$b, \%/^{\circ}\text{C}$	d , такт tact
Степень открытия первой заслонки –температура в первом слое катализатора. The first valve opening degree - the temperature in the first catalyst layer ($W_o^{u[1][1]}$)	1,206811	-0,244581	0,64043	10
Степень открытия второй заслонки –температура во втором слое катализатора. The second valve opening degree - the temperature in the second catalyst layer ($W_o^{u[2][2]}$)	1,250636	-0,28338	0,262926	16
Степень открытия третьей заслонки –температура в третьем слое катализатора. The third valve opening degree - the temperature in the third catalyst layer ($W_o^{u[3][3]}$)	0,977349	-0,012609	0,213039	24
Степень открытия четвертой заслонки –температура в четвертом слое катализатора. The fourth valve opening degree - the temperature in the fourth catalyst layer ($W_o^{u[4][4]}$)	1,020477	-0,045886	0,102611	30
Степень открытия первой заслонки –температура во втором слое катализатора. The first valve opening degree - the temperature in the second catalyst layer ($W_o^{u[1][2]}$)	1,079484	-0,106821	0,082372	18
Степень открытия первой заслонки –температура в третьем слое катализатора. The first valve opening degree - the temperature in the third catalyst layer ($W_o^{u[1][3]}$)	1,120682	-0,145529	0,037712	28
Степень открытия первой заслонки –температура в четвертом слое катализатора. The first valve opening degree - the temperature in the fourth catalyst layer ($W_o^{u[1][4]}$)	0,755068	0,215573	0,014607	34
Степень открытия второй заслонки –температура в первом слое катализатора. The second valve opening degree - the temperature in the first catalyst layer ($W_o^{u[2][1]}$)	1,063117	0,095382	0,089176	19
Степень открытия второй заслонки –температура в третьем слое катализатора. The second valve opening degree - the temperature in the third catalyst layer ($W_o^{u[2][3]}$)	0,897605	0,078798	0,023784	38
Степень открытия второй заслонки –температура в четвертом слое катализатора. The second valve opening degree - the temperature in the fourth catalyst layer ($W_o^{u[2][4]}$)	1,004704	-0,027202	0,009057	46
Степень открытия третьей заслонки –температура в первом слое катализатора. The third valve opening degree - the temperature in the first catalyst layer ($W_o^{u[3][1]}$)	1,09690	-0,126882	0,041269	29
Степень открытия третьей заслонки –температура во втором слое катализатора. The third valve opening degree - the temperature in the second catalyst layer ($W_o^{u[3][2]}$)	1,014329	0,039309	0,022401	39
Степень открытия третьей заслонки –температура в четвертом слое катализатора. The third valve opening degree - the temperature in the fourth catalyst layer ($W_o^{u[3][4]}$)	0,950717	0,025159	0,004863	50
Степень открытия четвертой заслонки –температура в первом слое катализатора. The fourth valve opening degree - the temperature in the first catalyst layer. ($W_o^{u[4][1]}$)	0,939813	0,033397	0,012603	35
Степень открытия четвертой заслонки –температура во втором слое катализатора. The fourth valve opening degree - the temperature in the second catalyst layer ($W_o^{u[4][2]}$)	1,102983	-0,126918	0,008534	47
Степень открытия четвертой заслонки –температура в третьем слое катализатора. The fourth valve opening degree - the temperature in the third catalyst layer ($W_o^{u[4][3]}$)	1,012685	-0,040337	0,004862	52

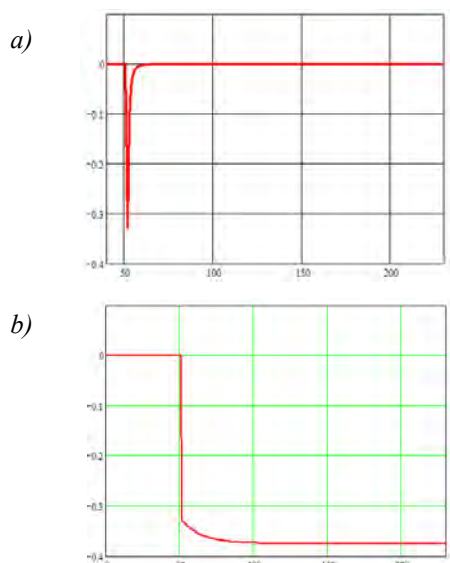


Рисунок 12. Динамические характеристики автономных компенсаторов а) рассчитанные при обращении сигналов; б) рассчитанные при инвертировании направления сигналов (предложенная методика)

Figure 12. The dynamic characteristics of autonomous expansion joints a) designed for handling signals; b) calculated by inverting the direction of the signal (the proposed method)

На первом этапе осуществлялось моделирование одного из автономных компенсаторов, связывающего выходы первого и второго регуляторов. Результаты моделирования по первому и второму предложенному методу, представленные графиками переходных процессов (рисунок 12), сравнивались с эталонным, полученным на основе аналитического расчета передаточной функции компенсатора в явном виде.

Анализ результатов показывает, что использование первой предложенной методики позволяет получить переходной процесс, полностью совпадающий с эталонным (рисунок 12б). Динамическая характеристика, полученная на основе обращения сигналов (рисунок 12а) вначале имеет схожий характер, однако затем сходится к прежнему установившемуся значению, что существенно отличается от эталонной. Это подтверждает предположение о влиянии невозможности цифровой вычислительной техники оперировать с бесконечно малыми и бесконечно большими величинами.

На втором этапе моделировалась работа всей четырехмерной цифровой автономной системы регулирования. В первом случае работа всех автономных компенсаторов моделировалась на основе первого метода, кроме компенсатора 12, работа которого моделировалась согласно второму методу. Во втором случае работа всех компенсаторов моделировалась по первому методу.

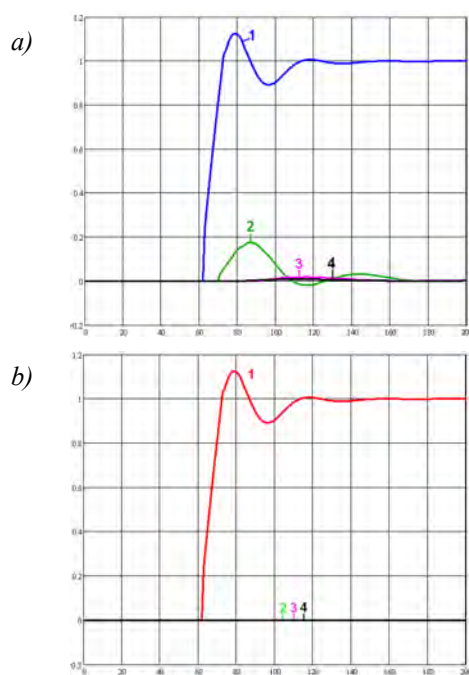


Рисунок 13. Динамические характеристики процесса синтеза аммиака (по заданию только на первый канал) а) рассчитанные при обращении сигналов; б) рассчитанные при инвертировании направления сигналов; 1, 2, 3, 4 – температура катализатора в соответствующих слоях

Figure 13. The dynamic characteristics of the ammonia synthesis process (only on the instructions of the first channel) a) designed for handling signals; b) calculated by inverting the direction of the signal; 1, 2, 3, 4 – the catalyst temperature in the respective layers

Как видно из графиков (рисунок 13), использование первого метода даже для расчета одного из компенсаторов не позволяет полностью устранить влияние перекрестных связей на температуру во втором, третьем и четвертом слоях катализатора. Применение же второго способа реализует принцип автономности в полном объеме.

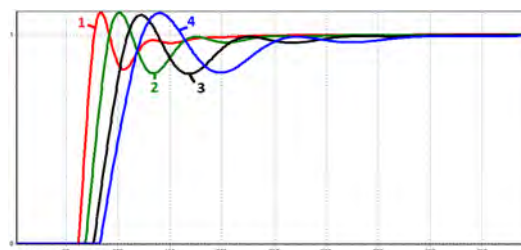


Рисунок 14. Динамические характеристики процесса синтеза аммиака при изменении заданий по температурам на всех слоях катализатора; 1, 2, 3, 4 – температура в каждом слое.

Figure 14. The dynamic characteristics of processes sa ammonia synthesis when changing tasks at all temperatures of the catalyst layers; 1, 2, 3, 4 in each layer temperature

Заключение

Несмотря на указанные ранее относительные недостатки, результаты моделирования подтвердили достоверность и работоспособность первого предложенного метода моделирования и реализации автономных компенсаторов и системы в целом. Второй же подход, несмотря на простоту и легкость использования приводит к получению недостоверных результатов и в конечном счете к невозможности реализации автономной системы регулирования.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Кудряшов В.С., Рязанцев С.В., Иванов А.В., Козенко И.А. Способ автоматизированного синтеза структуры передаточных функций автономных компенсаторов многосвязной цифровой системы управления // Вестник Воронежской государственной технологической академии. Серия: информационные технологии, моделирование и управление. 2011. №2. С.16-20.
- 2 Кудряшов В.С., Рязанцев С.В., Козенко И.А. Метод моделирования и реализации многосвязных автономно-инвариантных цифровых систем управления // Вестник Тамбовского государственного технического университета. 2012. №2. Т. 18. С. 350-360.
- 3 Кудряшов В.С. Рязанцев С.В., Иванов А.В., Свиридов Д.А. Синтез корректирующего контура цифровой системы регулирования низкой чувствительности // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2012. № 3. С. 65-69.
- 4 Haddad W.M., Nersesov S.G. Stability and Control of Large-Scale Dynamical Systems // Princeton University Press. 2011. P. 389.
- 5 Wang Q.-G., Nie Z.-Y. PID Control for MIMO Processes // PID Control in the Third Millennium, Advances in Industrial Control. London: Springer, 2012. P. 177-204.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Владимир С. Кудряшов д. т. н., профессор, кафедра информационных и управляющих систем, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, kudryashovvs@mail.ru
Сергей В. Рязанцев к. т. н., доцент, кафедра информационных и управляющих систем, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, rsv1978@mail.ru
Иван А. Козенко к. т. н., старший преподаватель, кафедра информационных и управляющих систем, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, kosenko211986@mail.ru
Елена А. Хромых к.т.н., доцент, кафедра информационной безопасности, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, helen_hrom@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Все авторы в одинаковой степени принимали участие в подготовке материала для рукописи. Ответственными за плагиат являются **Сергей В. Рязанцев** и **Иван А. Козенко**

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 20.10.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 22.11.2016

Разработанный метод позволяет автоматизировать процесс вычисления значений выходов автономных компенсаторов с высокой точностью без выполнения сложных аналитических преобразований.

Полученные в общем виде выражения (5)–(16) обеспечивают расчет выходов автономных компенсаторов перекрестных связей для систем произвольной размерности и различных порядков моделей каналов объекта управления.

REFERENCES

- 1 Kudryashov V.S., Ryazantsev S.V., Ivanov A.V., Kozenko I.A. The method of automated synthesis of the structure of the transfer functions of autonomous compensators multiply digital control. *Vestnik VGTA* [Proceedings of Voronezh State Technological Academy. Series: Information Technologies, Simulation and Control] 2011, no. 2, pp.16-20. (in Russian)
- 2 Kudryashov V.S., Ryazantsev S.V., Kozenko I.A. Method of modeling and implementation a multiply autonomous-invariant digital control systems. *Vestnik TGTU* [Proceedings of Tambov State Technical University] 2012, no. 2, vol. 8, pp. 350-360. (in Russian)
- 3 Kudryashov V.S., Ryazantsev S.V., Ivanov A.V., Sviridov D.A. Synthesis correction contour digital control system of low sensitivity. *Vestnik VGUET* [Proceedings of Voronezh State University of Engineering Technology] 2012, no. 3, pp. 65-69. (in Russian)
- 4 Haddad W.M., Nersesov S.G. Stability and Control of Large-Scale Dynamical Systems. Princeton University Press, 2011, pp. 389.
- 5 Wang Q.-G., Nie Z.-Y. PID Control for MIMO Processes. PID Control in the Third Millennium, Advances in Industrial Control. London: Springer, 2012, pp. 177-204.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Vladimir S. Kudryashov doctor of technical sciences, professor, information and control systems department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia, kudryashovvs@mail.ru
Sergei V. Ryazantsev candidate of technical sciences, assistant professor, information and control systems department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia, rsv1978@mail.ru
Ivan A. Kozenko candidate of technical sciences, senior lecturer, information and control systems department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia, kosenko211986@mail.ru
Elena A. Khromykh candidate of technical sciences, associate professor, informations security department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, Russia, helen_hrom@mail.ru

CONTRIBUTION

All authors have equally participated in the preparation of material for the manuscript. Responsible for plagiarism are **Sergey V. Ryazantsev** and **Ivan A. Kozenko**

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 10.20.2016

ACCEPTED 11.22.2016

Приближенное аналитическое решение внутренней задачи кондуктивно-ламинарной свободной конвекции

Михаил И. Попов¹ mihail_semilov@mail.ru
Елена А. Соболева¹ sobol5661@mail.ru

¹ кафедра высшей математики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, Россия

Реферат. Представлено приближенное аналитическое решение задачи о нестационарной свободной конвекции в кондуктивно-ламинарном режиме ньютоновской жидкости в квадратной области при мгновенном изменении температуры боковой стенки и отсутствии тепловых потоков на верхнем и нижнем основаниях. Уравнения естественной конвекции в приближении Обербека-Буссинеска линеаризованы за счет пренебрежения конвективными слагаемыми. Для сокращения числа гидротермических параметров система приводится к безразмерному виду введением масштабов для зависимых и независимых переменных. Переход от классических переменных к переменным «вихрь-функция тока» позволил свести систему к нестационарному уравнению теплопроводности и нестационарному неоднородному бигармоническому уравнению, причем первое не зависит от второго. Решение в виде функции тока получено применением интегрального синус-преобразования Фурье с конечными пределами к бигармоническому уравнению сначала по переменной x , а затем по переменной y . Функция тока имеет вид двойного ряда Фурье по синусам с коэффициентами в интегральной форме. Коэффициенты ряда представляют собой интегралы от неизвестных функций. На основании гипотезы о специальном виде интегралов коэффициенты вычисляются из системы линейных уравнений, полученной из граничных условий на частные производные функции. Исследована зависимость структуры течения от числа Прандтля. Получены карты линий тока и изолиний компонентов скорости, описывающие развитие течения с момента возникновения до перехода в стационарное состояние. Приведены графики векторного поля скоростей в различное время, иллюстрирующие динамику течения. Достоверность гипотезы о специальном виде интегральных коэффициентов подтверждается адекватностью физическому смыслу и согласованностью полученных результатов с численным решением задачи.

Ключевые слова: уравнение Обербека-Буссинеска, бигармоническое уравнение, кондуктивно-ламинарная свободная конвекция, конечное интегральное синус-преобразование Фурье

The approximate analytical solution of the internal problem of conductive and laminar free convection

Mikhail I. Popov¹ mihail_semilov@mail.ru
Elena A. Soboleva¹ sobol5661@mail.ru

¹ higher mathematics department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, Russia

Summary. The approximate analytical solution of a problem about nonstationary free convection in the conductive and laminar mode of the Newtonian liquid in square area at the instantaneous change of temperature of a sidewall and lack of heat fluxes is submitted on top and bottom the bases. The equations of free convection in an approximation of Oberbeck-Boussinesq are linearized due to neglect by convective items. For reduction of number of hydrothermal parameters the system is given to the dimensionless look by introduction of scales for effect and explanatory variables. Transition from classical variables to the variables "whirlwind-a flow function" allowed to reduce system to a nonstationary heat conduction equation and a nonstationary nonuniform biharmonic equation, and the first is not dependent on the second. The decision in the form of a flow function is received by application integral a sine - Fourier transforms with terminating limits to a biharmonic equation at first on a variable x , and then on a variable y . The flow function has an appearance of a double series of Fourier on sine with coefficients in an integral form. Coefficients of a row represent integrals from unknown functions. On the basis of a hypothesis of an express type of integrals coefficients are calculated from the linear equation system received from boundary conditions on partial derivatives of function. Dependence of structure of a current on Prandtl's number is investigated. The cards of streamlines and isolines of components of speed describing development of a current from the moment of emergence before transition to a stationary state are received. The schedules of a field of vectors of speeds in various time illustrating dynamics of a current are provided. Reliability of a hypothesis of an express type of integral coefficients is confirmed by adequacy to physical sense and coherence of the received results with the numerical solution of a problem.

Keywords: Oberbeck-Boussinesq equation, biharmonic equation, conductive and laminar free convection, sine integral Fourier transform with finite limits

Для цитирования

Попов М. И., Соболева Е.А. Приближенное аналитическое решение внутренней задачи кондуктивно-ламинарной свободной конвекции // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С 78–84. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-78-84

For citation

Popov M. I., Soboleva E. A. The approximate analytical solution of the internal problem of conductive and laminar free convection. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no 4 pp. 78–84 (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-78-84

Введение

Математическое моделирование свободной конвекции в большинстве случаев базируется на уравнениях Навье-Стокса в приближении Обербека-Буссинеска. Изучению внутренних задач свободной конвекции посвящено много работ, поскольку они имеют важные практические приложения, такие как хранение криогенных жидкостей, охлаждение электроники, моделирование двигателей внутреннего сгорания и др. Исследованию течения и теплообмена при ламинарной свободной конвекции между вертикальными параллельными изотермическими пластинами с различными температурами методом конечных объемов посвящена работа [1]. В работе [2] модификацией метода конечных разностей решается краевая сопряженная задача нестационарного конвективного теплопереноса в замкнутой квадратной полости. Ламинарная свободная конвекция внутри параллелепипеда с нагревом боковых стенок численно исследована в работе [3]. Изучению свободной конвекции в квадратной области с внутренней перегородкой методом конечного объема посвящена работа [4]. В работе [5] конечно-разностным методом исследуется течение наножидкости в пористой квадратной камере. В подавляющем большинстве работ применяется численное моделирование. В связи с этим возникает необходимость получения аналитических и приближенно аналитических решений подобного класса задач.

Постановка задачи и вывод основных уравнений

Рассматривается плоская квадратная область (рисунок 1), заполненная полностью вязкой несжимаемой жидкостью. В начальный момент времени жидкость находится в состоянии покоя с температурой t_0 . Затем температура левой стенки мгновенно принимает значение t_h , причем тепловой поток через верхнюю и нижнюю стенку отсутствует $q=0$. Температура правой стенки поддерживается постоянной, равной температуре жидкости в начальный момент времени ($t_h > t_0$).

В выбранной системе координат уравнения Обербека-Буссинеска принимают следующий вид:

$$\frac{\partial v_x}{\partial \tau} + v_x \frac{\partial v_x}{\partial x} + v_y \frac{\partial v_x}{\partial y} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + \nu \left(\frac{\partial^2 v_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v_x}{\partial y^2} \right),$$

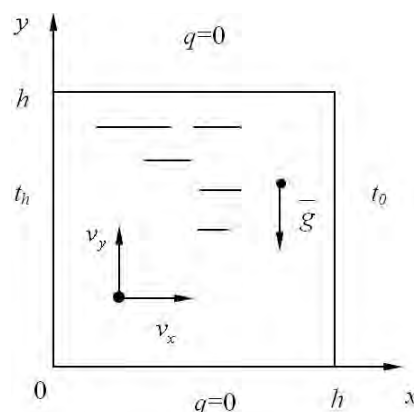


Рисунок 1. Расчетная схема

Figure 2. Design diagram

$$\begin{aligned} \frac{\partial v_y}{\partial \tau} + v_x \frac{\partial v_y}{\partial x} + v_y \frac{\partial v_y}{\partial y} &= -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} + \\ &+ \nu \left(\frac{\partial^2 v_y}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v_y}{\partial y^2} \right) + \beta g t, \\ \frac{\partial t}{\partial \tau} + v_x \frac{\partial t}{\partial x} + v_y \frac{\partial t}{\partial y} &= a \left(\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} \right), \\ \frac{\partial v_x}{\partial x} + \frac{\partial v_y}{\partial y} &= 0. \end{aligned}$$

Здесь v_x, v_y – компоненты скорости по осям x и y ; p, τ, t – давление, время и температура; ρ, ν, a, β – плотность, коэффициенты кинематической вязкости, температуропроводности и объемного расширения среды. Поскольку рассматриваются очень медленные течения, то без потери физического смысла предположим, что $v_x \approx 0, v_y \approx 0$. При такой линеаризации получим

$$\frac{\partial v_x}{\partial \tau} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + \nu \left(\frac{\partial^2 v_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v_x}{\partial y^2} \right), \quad (1)$$

$$\frac{\partial v_y}{\partial \tau} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} + \nu \left(\frac{\partial^2 v_y}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v_y}{\partial y^2} \right) + \beta g t, \quad (2)$$

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = a \left(\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} \right), \quad (3)$$

$$\frac{\partial v_x}{\partial x} + \frac{\partial v_y}{\partial y} = 0. \quad (4)$$

Для сокращения числа гидротермических параметров система (1)–(4) приводится к безразмерному виду введением масштабов для зависимых и независимых переменных: $\theta = \frac{\tau}{\bar{\tau}}, X = \frac{x}{h}$,

$$Y = \frac{y}{h}, \quad V_x = \frac{v_x}{\bar{v}}, \quad V_y = \frac{v_y}{\bar{v}}, \quad P = \frac{p}{\bar{p}}, \quad T = \frac{t - t_0}{t_h - t_0}.$$

Здесь h – длина стороны квадратной области, $\bar{\tau}, \bar{v}, \bar{p}$ – характерные время, скорость и давление, $t_h - t_0$ – характерная разность температур.

Характерное время вязкого затухания давление, время и скорость вычислим из уравнений $\nu \frac{\bar{\tau}}{h^2} = 1$, $\frac{1}{\rho} \frac{\bar{p}}{h} \frac{\bar{\tau}}{\bar{v}} = 1$, $\frac{\bar{v}\bar{\tau}}{h} = 1$. Имеем

$\bar{\tau} = \frac{h^2}{\nu}$, $\bar{v} = \frac{\nu}{h}$, $\bar{p} = \rho \frac{\nu^2}{h^2}$. Перепишем уравнение (1) в безразмерных переменных:

$$\frac{\partial V_x}{\partial \theta} = -\frac{\partial P}{\partial X} + \frac{\partial^2 V_x}{\partial X^2} + \frac{\partial^2 V_x}{\partial Y^2}. \quad (5)$$

Уравнение (2) примет вид

$$\frac{\partial V_y}{\partial \theta} = -\frac{\partial P}{\partial Y} + \frac{\partial^2 V_y}{\partial X^2} + \frac{\partial^2 V_y}{\partial Y^2} + \text{Gr} T, \quad (6)$$

где $\text{Gr} = \frac{h^3}{\nu^2} \beta g(t_h - t_0)$ – число Грасгофа. Ис-

ключим давление из уравнений (5) и (6):

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial \theta} \left(\frac{\partial V_y}{\partial X} - \frac{\partial V_x}{\partial Y} \right) &= \frac{\partial^2}{\partial X^2} \left(\frac{\partial V_y}{\partial X} - \frac{\partial V_x}{\partial Y} \right) + \\ &+ \frac{\partial^2}{\partial Y^2} \left(\frac{\partial V_y}{\partial X} - \frac{\partial V_x}{\partial Y} \right) + \text{Gr} \frac{\partial T}{\partial X} \end{aligned}$$

Безразмерный вихрь обозначим

$$\Omega = \frac{\partial V_y}{\partial X} - \frac{\partial V_x}{\partial Y}, \text{ тогда}$$

$$\frac{\partial \Omega}{\partial \theta} = \frac{\partial^2 \Omega}{\partial X^2} + \frac{\partial^2 \Omega}{\partial Y^2} + \text{Gr} \frac{\partial T}{\partial X}, \quad (7)$$

Уравнение неразрывности (4) примет вид

$$\frac{\partial V_x}{\partial X} + \frac{\partial V_y}{\partial Y} = 0.$$

Чтобы оно удовлетворялось автоматически, введем функцию тока Ψ следующим образом: $V_x = \frac{\partial \Psi}{\partial Y}$, $V_y = -\frac{\partial \Psi}{\partial X}$. Получим

$$\Omega = \frac{\partial V_y}{\partial X} - \frac{\partial V_x}{\partial Y} = -\frac{\partial^2 \Psi}{\partial X^2} - \frac{\partial^2 \Psi}{\partial Y^2}.$$

Перепишем уравнение (7) через функцию тока:

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial \theta} \left(\frac{\partial^2 \Psi}{\partial X^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial Y^2} \right) &= \frac{\partial^4 \Psi}{\partial X^4} + \frac{\partial^4 \Psi}{\partial X^2 \partial Y^2} + \\ &+ \frac{\partial^4 \Psi}{\partial Y^4} - \text{Gr} \frac{\partial T}{\partial X}. \end{aligned}$$

Введем переменную $\Phi = \frac{\Psi}{\text{Gr}}$ и получим

уравнение уже без числа Грасгофа

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial \theta} \left(\frac{\partial^2 \Phi}{\partial X^2} + \frac{\partial^2 \Phi}{\partial Y^2} \right) &= \frac{\partial^4 \Phi}{\partial X^4} + \\ &+ \frac{\partial^4 \Phi}{\partial X^2 \partial Y^2} + \frac{\partial^4 \Phi}{\partial Y^4} - \frac{\partial T}{\partial X}. \end{aligned} \quad (8)$$

Обезразмеренное уравнение (3) примет вид

$$\frac{\partial T}{\partial \theta} = \frac{1}{\text{Pr}} \left(\frac{\partial^2 T}{\partial X^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial Y^2} \right), \quad (9)$$

где Pr – число Прандтля.

В начальный момент времени жидкость находилась в состоянии покоя и имела всюду одинаковую температуру t_0 , поэтому начальные условия для функции тока и температуры имеют вид:

$$\Phi(X, Y, 0) = 0, \quad (10)$$

$t(x, y, 0) = t_0$, следовательно

$$T(X, Y, 0) = \frac{t_0 - t_0}{t_h - t_0} = 0. \quad (11)$$

Поскольку температура левой стенки скачком изменяется до температуры t_h , а температура правой t_0 не изменяется, граничные условия на температуру имеют вид $t(0, y, \tau) = t_h$, $t(1, y, \tau) = t_0$, или

$$T(0, Y, \theta) = \frac{t_h - t_0}{t_h - t_0} = 1, \quad T(1, Y, \theta) = \frac{t_0 - t_0}{t_h - t_0} = 0 \quad (12)$$

Условия непротекания и прилипания жидкости выражаются уравнениями

$$\begin{aligned} \Phi(0, Y, \theta) &= \Phi(1, Y, \theta) = \\ &= \Phi(X, 0, \theta) = \Phi(X, 1, \theta) = 0, \end{aligned} \quad (13)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial \Phi(0, Y, \theta)}{\partial X} &= \frac{\partial \Phi(1, Y, \theta)}{\partial X} = \\ &= \frac{\partial \Phi(X, 0, \theta)}{\partial Y} = \frac{\partial \Phi(X, 1, \theta)}{\partial Y} = 0. \end{aligned} \quad (14)$$

В переменных «вихрь-функция тока» исходная система (1)–(4) сводится к нестационарному уравнению теплопроводности (9) и нестационарному неоднородному бигармоническому уравнению (8) с начальными (10)–(11) и краевыми условиями (12)–(14).

Решение задачи

Несопряженный характер системы (8)–(14) позволяет последовательно решать тепловую – (9), (11), (12), и гидродинамическую – (8), (10), (13), (14) задачи.

Решение тепловой задачи известно

$$\begin{aligned} T(X, Y, \theta) &= 1 - X + \frac{2}{\pi} \sum_{p=1}^{\infty} \frac{(-1)^p}{p} \times \\ &\times \sin[(1 - X)\pi p] \exp\left(-\frac{\pi^2 p^2}{\text{Pr}} \theta\right). \end{aligned} \quad (15)$$

К системе (10), (12), (15), (16) применим интегральное синус-преобразование Фурье с конечными пределами [8] по переменной X :

$$\Phi_X = \mathcal{F}_X [\Phi(X, Y, \theta)] = \int_0^1 \Phi(X, Y, \theta) \sin(\lambda X) dX = \Phi_X(\lambda, Y, \theta) \quad (16)$$

где λ находится из характеристического уравнения $\sin(\lambda) = 0$.

Вычислим вначале $\frac{\partial T(X, \theta)}{\partial X}$:

$$\frac{\partial T(X, \theta)}{\partial X} = -1 - 2 \sum_{p=1}^{\infty} (-1)^p \cos[(1-X)\pi p] \times \exp(-\theta \frac{\pi^2 p^2}{Pr}).$$

Запишем уравнение (8) в виде:

$$\frac{\partial}{\partial \theta} \left\{ \mathcal{F}_X \left[\frac{\partial^2 \Phi}{\partial X^2} \right] + \mathcal{F}_X \left[\frac{\partial^2 \Phi}{\partial Y^2} \right] \right\} = \mathcal{F}_X \left[\frac{\partial^4 \Phi}{\partial X^4} \right] + \mathcal{F}_X \left[2 \frac{\partial^4 \Phi}{\partial X^2 \partial Y^2} \right] + \mathcal{F}_X \left[\frac{\partial^4 \Phi}{\partial Y^4} \right] - \mathcal{F}_X \left[\frac{\partial T}{\partial X} \right]. \quad (17)$$

Идентифицируем преобразования в (17):

$$\begin{aligned} \mathcal{F}_X \left[\frac{\partial^2 \Phi}{\partial X^2} \right] &= \int_0^1 \frac{\partial^2 \Phi(X, Y, \theta)}{\partial X^2} \sin(\lambda X) dX = \\ &= -\lambda^2 \Phi_X; \\ \mathcal{F}_X \left[\frac{\partial^2 \Phi}{\partial Y^2} \right] &= \frac{\partial^2}{\partial Y^2} \mathcal{F}_X [\Phi(X, Y, \theta)] = \frac{\partial^2 \Phi_X}{\partial Y^2}; \\ \mathcal{F}_X \left[\frac{\partial^4 \Phi}{\partial X^4} \right] &= \int_0^1 \frac{\partial^4 \Phi(X, Y, \theta)}{\partial X^4} \sin(\lambda X) dX = \\ &= -\lambda \cos \lambda \frac{\partial^2 \Phi(1, Y, \theta)}{\partial X^2} + \lambda \frac{\partial^2 \Phi(0, Y, \theta)}{\partial X^2} + \lambda^4 \Phi_X; \\ \mathcal{F}_X \left[2 \frac{\partial^4 \Phi}{\partial X^2 \partial Y^2} \right] &= 2 \frac{\partial^2}{\partial Y^2} \mathcal{F}_X \left[\frac{\partial^2 \Phi}{\partial X^2} \right] = \\ &= -2\lambda^2 \frac{\partial^2 \Phi_X}{\partial Y^2}; \\ \mathcal{F}_X \left[\frac{\partial^4 \Phi}{\partial Y^4} \right] &= \frac{\partial^4}{\partial Y^4} \mathcal{F}_X [\Phi] = \frac{\partial^4 \Phi_X(\lambda, Y, \theta)}{\partial Y^4}; \\ T_X &= \mathcal{F}_X \left[\frac{\partial T}{\partial X} \right] = \\ &= \int_0^1 \left\{ -1 - 2 \sum_{p=1}^{\infty} (-1)^p \cos[(1-X)\pi p] \exp(-\theta \frac{\pi^2 p^2}{Pr}) \right\} \cdot \\ &\quad \cdot \sin(\lambda X) dX = \frac{1}{\lambda} (\cos \lambda - 1) - \\ &\quad - 2 \sum_{p=1}^{\infty} (-1)^p \frac{\lambda [\cos \lambda - \cos(\pi p)]}{\pi^2 p^2 - \lambda^2} \exp(-\theta \frac{\pi^2 p^2}{Pr}). \end{aligned}$$

Обозначим через

$$A = \frac{\partial^2 \Phi(1, Y, \theta)}{\partial X^2}, \quad B(Y, \theta) = \frac{\partial^2 \Phi(0, Y, \theta)}{\partial X^2} \quad (18)$$

неизвестные функции, тогда

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial \theta} \left[-\lambda^2 \Phi_X + \frac{\partial^2 \Phi_X}{\partial Y^2} \right] &= \\ &= \lambda \cos \lambda + A + \lambda B + \lambda^4 \Phi_X - \\ &\quad - 2\lambda^2 \frac{\partial^2 \Phi_X}{\partial Y^2} + \frac{\partial^4 \Phi_X}{\partial Y^4} - \frac{1}{\lambda} (\cos \lambda - 1) + \\ &\quad + 2 \sum_{p=1}^{\infty} (-1)^p \frac{\lambda [\cos \lambda - \cos(\pi p)]}{\pi^2 p^2 - \lambda^2} \exp[-\theta \frac{\pi^2 p^2}{Pr}], \\ \Phi_X(\lambda, Y, 0) &= 0, \\ \Phi_X(\lambda, 0, \theta) &= \Phi_X(\lambda, 1, \theta) = 0, \\ \frac{\partial \Phi_X(\lambda, 0, \theta)}{\partial Y} &= \frac{\partial \Phi_X(\lambda, 1, \theta)}{\partial Y} = 0. \end{aligned} \quad (19)$$

Вычислим синус трансформанту по переменной Y

$$\Phi_{XY} = \mathcal{F}_Y [\Phi_X(\lambda, Y, \theta)] = \int_0^1 \Phi_X(\lambda, Y, \theta) \sin(\mu Y) dY = \Phi_{XY}(\lambda, \mu, \theta), \quad (20)$$

где μ находится из характеристического уравнения $\sin(\mu) = 0$. Тогда (19) примет вид

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial \theta} \left\{ -\lambda^2 \mathcal{F}_Y [\Phi_X] + \mathcal{F}_Y \left[\frac{\partial^2 \Phi_X}{\partial Y^2} \right] \right\} &= \\ &= -\lambda \cos \lambda \mathcal{F}_Y [A] + \lambda \mathcal{F}_Y [B] + \lambda^4 \mathcal{F}_Y [\Phi_X] - \\ &\quad - 2\lambda^2 \mathcal{F}_Y \left[\frac{\partial^2 \Phi_X}{\partial Y^2} \right] + \mathcal{F}_Y \left[\frac{\partial^4 \Phi_X}{\partial Y^4} \right] - \mathcal{F}_Y [T_X]. \end{aligned} \quad (21)$$

Идентифицируем преобразования в (21):

$$\begin{aligned} \mathcal{F}_Y \left[\frac{\partial^2 \Phi_X}{\partial Y^2} \right] &= \int_0^1 \frac{\partial^2 \Phi_X}{\partial Y^2} \sin(\mu Y) dY = -\mu^2 \Phi_{XY}; \\ \mathcal{F}_Y [A] &= A_Y(\mu, \theta); \quad \mathcal{F}_Y [B] = B_Y(\mu, \theta); \\ \mathcal{F}_Y \left[\frac{\partial^4 \Phi_X}{\partial Y^4} \right] &= \int_0^1 \frac{\partial^4 \Phi_X}{\partial Y^4} \sin(\mu Y) dY = \\ &= -\mu \cos \mu \frac{\partial^2 \Phi_X(\lambda, 1, \theta)}{\partial X^2} + \mu \frac{\partial^2 \Phi_X(\lambda, 0, \theta)}{\partial X^2} + \\ &\quad + \mu^4 \Phi_{XY}; \\ T_{XY} &= \mathcal{F}_Y \left\{ \mathcal{F}_X \left[\frac{\partial T}{\partial X} \right] \right\} = \int_0^1 \left\{ \frac{1}{\lambda} (\cos \lambda - 1) - \right. \\ &\quad \left. - 2 \sum_{p=1}^{\infty} (-1)^p \frac{\lambda [\cos \lambda - \cos(\pi p)]}{\pi^2 p^2 - \lambda^2} \exp(-\theta \frac{\pi^2 p^2}{Pr}) \right\} \times \\ &\quad \times \sin(\mu Y) dY = \\ &= -2 \sum_{p=1}^{\infty} (-1)^p \frac{\lambda [\cos \lambda - \cos(\pi p)]}{\pi^2 p^2 - \lambda^2} \exp(-\theta \frac{\pi^2 p^2}{Pr}) \Bigg\}. \end{aligned}$$

Обозначим через

$$C = \frac{\partial^2 \Phi_X(\lambda, 1, \theta)}{\partial Y^2}, D = \frac{\partial^2 \Phi_X(\lambda, 0, \theta)}{\partial Y^2} \quad (22)$$

неизвестные функции, тогда:

$$\frac{\partial \Phi_{XY}}{\partial \theta} + (\lambda^2 + \mu^2) \Phi_{XY} = \frac{1}{\lambda^2 + \mu^2} [\lambda \cos \lambda A_Y - \lambda B_Y + \mu \cos \mu C - \mu D] - T_{XY}, \quad (23)$$

$$\Phi_{XY}(\lambda, \mu, 0) = 0. \quad (24)$$

Решив уравнение (23) с начальным условием (24), получим для изображения:

$$\Phi_{XY} = \exp[-\theta(\lambda^2 + \mu^2)] \int_0^\theta \frac{1}{\lambda^2 + \mu^2} [\lambda \cos \lambda A_Y - \lambda B_Y + \mu \cos \mu C - \mu D - T_{XY} \exp[-z(\lambda^2 + \mu^2)]] dz. \quad (25)$$

Выражение для функции тока получим последовательным применением обратных преобразований Фурье:

$$\Phi(X, Y, \theta) = 4 \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=1}^{\infty} \Phi_{XY}(\lambda_n, \mu_m, \theta) \times \sin(\lambda_n X) \sin(\mu_m Y), \quad (26)$$

где $\lambda_n = \pi n$ и $\mu_m = \pi m$.

В решение (26) входят интегралы от неизвестных функций (18) и (22), для вычисления которых предположим, что справедливо:

$$\begin{aligned} \int_0^\theta A_Y(\mu, z) \exp[z(\lambda^2 + \mu^2)] dz &= \\ &= \tilde{A}(\mu, \theta) \int_0^\theta \exp[z(\lambda^2 + \mu^2)] dz, \end{aligned} \quad (27)$$

При данном допущении, выражение для изображения примет вид

$$\begin{aligned} \varphi(\lambda, \mu, \theta) &= \frac{\cos \mu - 1}{\mu(\lambda^2 + \mu^2)} \times \\ &\times \left[\frac{(\cos \lambda - 1) \{1 - \exp[-\theta(\lambda^2 + \mu^2)]\}}{\lambda(\lambda^2 + \mu^2)} + \right. \\ &+ 2 \operatorname{Pr} \lambda \sum_{p=1}^{\infty} (-1)^p [\cos \lambda - \cos(\pi p)] \times \\ &\times \left. \frac{\left\{ \exp(-\theta \frac{\pi^2 p^2}{\operatorname{Pr}}) - \exp[-\theta(\lambda^2 + \mu^2)] \right\}}{(\pi^2 p^2 - \lambda^2) [\pi^2 p^2 - \operatorname{Pr}(\lambda^2 + \mu^2)]} \right] \end{aligned} \quad (28)$$

Интегралы типа (27) в каждый момент времени θ представляют собой постоянные и находятся путем решения системы линейных уравнений, полученной из граничного условия на частные производные функции (14):

Анализ результатов

На рисунках 2–5 изображены карты функции тока, компоненты скорости v_x и v_y , и поля скоростей для числа Прандтля $\operatorname{Pr}=1$ в разное время: а) $\theta=0.001$, б) $\theta=0.01$, в) $\theta=0.1$, г) $\theta=1$.

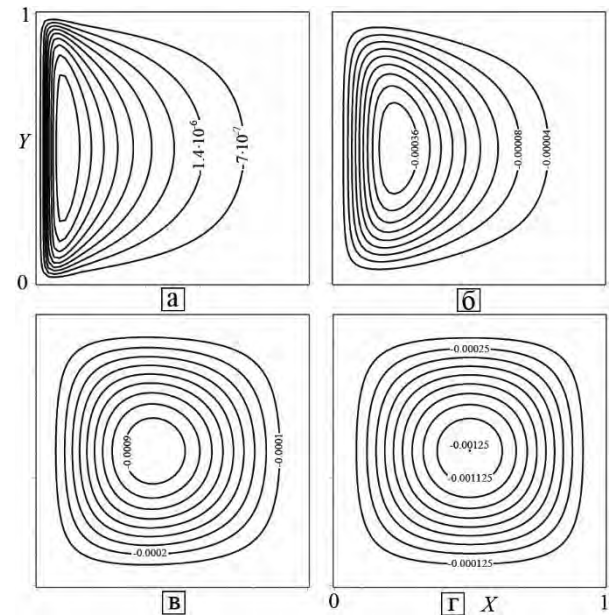


Рисунок 2. Карты функции тока

Figure 2. Flow function map

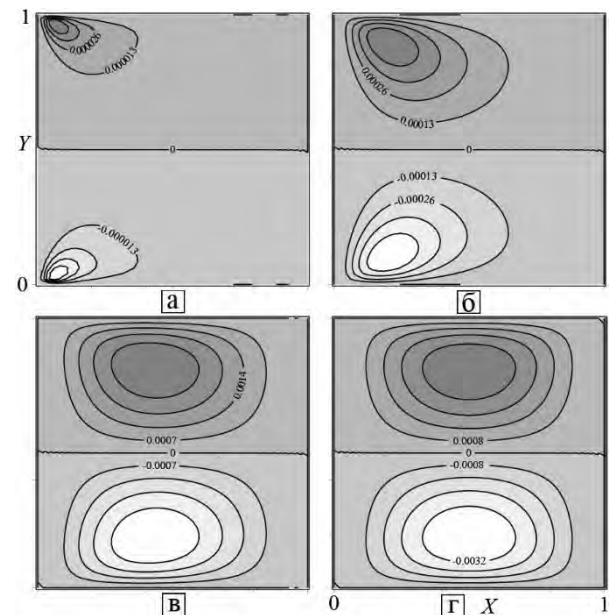
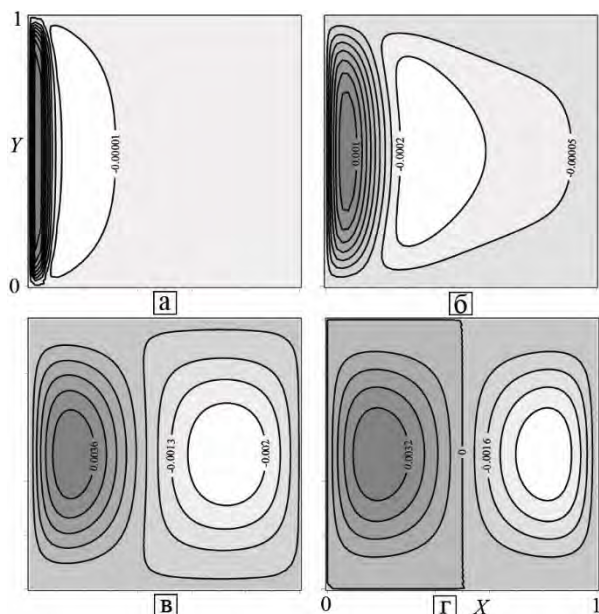


Рисунок 3. Карты компоненты скорости v_x

Figure 3. Velocity component v_x maps

Рисунок 4. Карты компоненты скорости v_y Figure 4. Velocity component v_y maps

Течение начинается возле нагретой стенки (рисунок 5 а) и распространяется к холодной (рисунок 5 б и в).

При переходе в стационарное состояние (рисунок 5 г) образуется единственный вихрь, закрученный по часовой стрелке с неподвижной точкой в центре области.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Терехов В.И., Экаид А.Л. Ламинарная свободная конвекция между вертикальными параллельными с различными температурами // Теплофизика и аэромеханика. 2012. Т. 19. № 4. С. 415–429.
- 2 Шеремет М.А. Ламинарные и турбулентные режимы сопряженной естественной конвекции в квадратной области // Вычислительная механика сплошных сред. 2012. Т. 5. № 3. С. 327–338.
- 3 Терехов В.И., Экаид А.Л. Трехмерная ламинарная конвекция внутри параллелепипеда с нагревом боковых стенок // Теплофизика высоких температур. 2011. Т. 49. № 6. С. 905–911.
- 4 Jani S., Mahmoodi M., Amini M., Jam J. Numerical investigation of natural convection heat transfer in a symmetrically cooled square cavity with a thin fin on its bottom wall // Thermal science. 2014. V. 18. № 4. P. 1119–1132.
- 5 Gros T., Revnic C., Pop I., Ingham D.B. Free convection heat transfer in a square cavity filled with a porous medium saturated by ananofluid // International Journal of Heat and Mass Transfer. 2015. V. 87. P. 36–41.
- 6 Рязских В.И., Попов М.И. О численном интегрировании нестационарного неоднородного бигармонического уравнения в задачах кондуктивной свободной конвекции // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2014. Т. 10. № 1. С. 56–62.
- 7 Устинов А.С., Савин И.К. Конвективный теплообмен при совместном действии вынужденной и свободной конвекции и изменяющихся во времени граничных условий на стенке // Вестник Международной академии холода. 2009. № 3. С. 8–10.

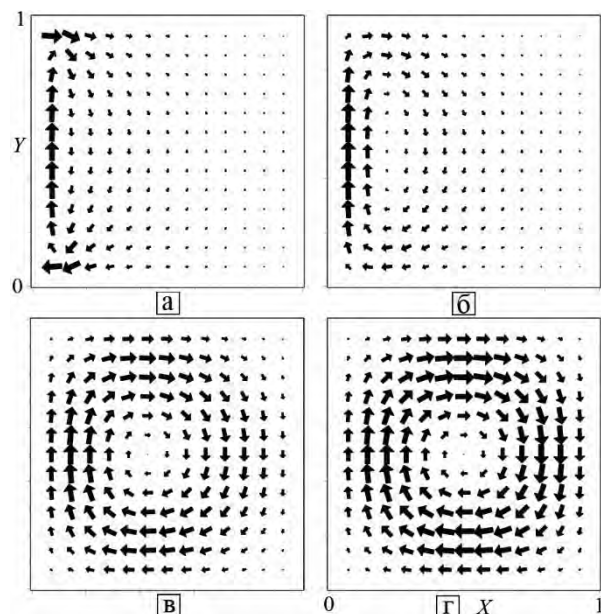


Рисунок 5. Поле скоростей

Figure 5. Field of velocities

Достоверность гипотезы о специальном виде интегральных коэффициентов подтверждается адекватностью физическому смыслу и согласованностью полученных результатов с представленным решением задачи [9].

REFERENCES

- 1 Terehov V.I., Ekaid A.L. Laminar free convection between vertical parallel plates with various temperatures. *Teplofizika i aeromehanika* [Thermal physics and air mechanics] 2012, vol. 19, no. 4, pp. 415–429. (in Russian).
- 2 Sheremet M.A. The laminar and turbulent modes of the conjugate free convection in square area. *Vysishlennaya mehanika sploshnyh sred* [Computing mechanics of continua] 2012, vol. 5, no. 3, pp. 327–338. (in Russian).
- 3 Terehov V.I., Ekaid A.L. Three-dimensional laminar convection in a parallelepiped with heating of sidewalls. *Teplofizika vysokih temperature* [Thermal physics of high temperatures] 2011, vol. 49, no. 6, pp. 905–911. (in Russian).
- 4 Jani S., Mahmoodi M., Amini M., Jam J. Numerical investigation of natural convection heat transfer in a symmetrically cooled square cavity with thin fin on its bottom wall. *Thermal science*, 2014, vol. 18, no. 4, pp. 1119–1132.
- 5 Gros T., Revnic C., Pop I., Ingham D.B. Free convection heat transfer in a square cavity filled with a porous medium saturated by ananofluid. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 2015, vol. 87, pp. 36–41.
- 6 Ryzhskih V.I., Popov M.I. About a numerical integration of a nonstationary nonhomogeneous biharmonic equation in problems of conductive free convection. *Vestnik Voronezhsko gosudarstvennogo tekhnicheskogo gosuniversiteta* [Bulletin of the Voronezh state technical university] 2014, vol. 10, no. 1, pp. 56–62. (in Russian).
- 7 Ustinov A. S., Savin I. K. Convective Heat Transfer in a joint dei tion forced and free convection and measurable sculpt in time the boundary conditions on the wall. *Vestnik Mezhdunarodnoj akademii holoda*. [Journal of the International Academy of Refrigeration]. 2009, no. 3, pp. 8–10. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Михаил И. Попов к.ф.-м.н., старший преподаватель, кафедра высшей математики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, mihail_semilov@mail.ru

Елена А. Соболева к.ф.-м.н., доцент, кафедра высшей математики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, sobol5661@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Михаил И. Попов постановка задачи, вывод уравнений, решение уравнений, анализ полученных результатов

Елена А. Соболева разработка алгоритма и проведение вычислительного эксперимента

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 13.10.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 18.11.2016

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Mikhail I. Popov candidate of physics and mathematics science, senior lecturer, higher mathematics department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, Russia, mihail_semilov@mail.ru

Elena A. Soboleva candidate of physics and mathematics science, associate professor, higher mathematics department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, Russia, sobol5661@mail.ru

CONTRIBUTION

Mikhail I. Popov problem definition, derivation of the equations, solution of the equations, analysis of the received results

Elena A. Soboleva algorithm design and carrying out computing experiment

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 10.13.2016

ACCEPTED 11.18.2016

Программная реализация математической модели кинетостатического расчета плоских рычажных механизмов

Максим А. Васечкин	¹	vmax77@mail.ru
Екатерина В. Матвеева	¹	katrin_vgta@mail.ru
Александр С. Сидоренко	²	sas1.vrn@mail.ru
Евгений Д. Чертов	¹	ched@vsuet.ru

¹ кафедра технической механики, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

² кафедра общепрофессиональных дисциплин, Военный учебно-научный центр военно-воздушных сил «Военная воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», ул. Старых Большевиков, 54а, г. Воронеж, 394064, Россия

Реферат. Глобальная компьютеризация предопределила доминирующее положение аналитических методов исследования механизмов. В результате этого кинетостатический анализ механизмов с помощью пакетов прикладных программ является важной частью научной и практической деятельности инженеров и конструкторов. Поэтому программная реализация математических моделей кинетостатического расчета механизмов представляет практический интерес. На языке TurboPascal разработаны компьютерные процедуры, вычисляющие усилия в кинематических парах в группах Ассура (ГА) и уравнивающую силу на начальном звене. Перед применением соответствующих вычислительных процедур необходимо знать все внешние силы и моменты, действующие на ГА, а также определить силы инерции и моменты сил инерции. Сам процесс вычислений и построений положений механизма можно представить следующим образом. Организуется цикл, в котором вычисляется положение начального звена механизма. Затем вычисляются положения остальных звеньев механизма путем обращения к соответствующим процедурам модуля DIADA по ГА. Используя графический режим компьютера, выводим на дисплей положение механизма. Вычисляем силы инерции и моменты от сил инерции. Обращаясь к соответствующим процедурам модуля, вычисляем все усилия в кинематических парах и уравнивающую силу на начальном звене. В каждой кинематической паре строим силы и их направления при помощи простейших графических процедур. Величины этих сил и их направления выводятся в специальном окне с текстовым режимом. В работе приводятся листинги тестовой программы MyTest, являющейся примером использования вычислительных возможностей разработанного модуля. В качестве проверки вычислений процедурами модуля в программе приводится пример вычисления уравнивающей силы по методу Жуковского (рычаг Жуковского).

Ключевые слова: программа, математическая модель, кинетостатический расчет, группы Ассура

Program realization of mathematical model of kinetostatical calculation of flat lever mechanisms

Maksim A. Vasechkin	¹	vmax77@mail.ru
Ekaterina V. Matveeva	¹	katrin_vgta@mail.ru
Aleksandr S. Sidorenko	²	sas1.vrn@mail.ru
Evgenii D. Chertov	¹	ched@vsuet.ru

¹ technical mechanics department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

² all-professional disciplines department, Russian air force military educational and scientific center "Air Force academy named after professor N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin", Starykh Bolshevikov str., 54a, Voronezh, Russia

Summary. Global computerization determined the dominant position of the analytical methods for the study of mechanisms. As a result, kinetostatics analysis of mechanisms using software packages is an important part of scientific and practical activities of engineers and designers. Therefore, software implementation of mathematical models kinetostatical calculating mechanisms is of practical interest. The mathematical model obtained in [1]. In the language of Turbo Pascal developed a computer procedure that calculates the forces in kinematic pairs in groups Assur (GA) and a balancing force at the primary level. Before use appropriate computational procedures it is necessary to know all external forces and moments acting on the GA and to determine the inertial forces and moments of inertia forces. The process of calculations and constructions of the provisions of the mechanism can be summarized as follows. Organized cycle in which to calculate the position of an initial link of the mechanism. Calculate the position of the remaining links of the mechanism by referring to relevant procedures module DIADA in GA [2,3]. Using the graphics mode of the computer displaying on the display the position of the mechanism. The computed inertial forces and moments of inertia forces. Turning to the corresponding procedures of the module, calculated all the forces in kinematic pairs and the balancing force at the primary level. In each kinematic pair build forces and their direction with the help of simple graphical procedures. The magnitude of these forces and their direction are displayed in a special window with text mode. This work contains listings of the test programs MyTest, is an example of using computing capabilities of the developed module. As a check on the calculation procedures of module in the program is reproduced an example of calculating the balancing forces according to the method of Zhukovsky (Zhukovsky lever).

Keywords: programm, mathematical model, kinetostatical calculation, groups of Assur

Для цитирования

Васечкин М. А., Матвеева Е. В., Сидоренко А. С., Чертов Е. Д. Программная реализация математической модели кинетостатического расчета плоских рычажных механизмов // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 85–89. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-85-89

For citation

Vasechkin M. A., Matveyeva E. V., Sidorenko A. S., Chertov Ye. D. Program realization of mathematical model of kinetostatical calculation of flat lever mechanisms. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 85–89. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-85-89

Введение

Глобальная компьютеризация предопределила доминирующее положение аналитических методов исследования механизмов [1–10]. В результате этого кинестатический анализ механизмов с помощью пакетов прикладных программ является важной частью научной и практической деятельности инженеров и конструкторов. Поэтому программная реализация математических моделей кинестатического расчета механизмов представляет практический интерес. В качестве языка программирования был выбран Турбо Паскаль фирмы Borland.

В работе [1] получена математическая модель с процедурами расчета силовых характеристик плоских рычажных механизмов, имеющих в своем составе кроме начального

звена хотя бы одну двухповодковую группу Ассура. Расчетные схемы показаны на рисунке 1.

На рисунке 1 приняты следующие обозначения: F_{12} – сила, действующая на начальное звено от группы Ассура; F_{10} – сила, действующая на начальное звено от стойки; $F_{уп}$ – уравновешивающая сила; l_1, l_2, l_3 – длины начального, второго и третьего звеньев; $F_{in2}, M_{in2}, F_{in3}, M_{in3}$ – сила инерции и момент от сил инерции на втором и третьем звеньях, соответственно; F_2, M_2, F_3, M_3 – внешние сила и момент, действующие на втором и третьем звеньях, соответственно; $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$ – углы наклона к оси абсцисс начального, второго и третьего звеньев, соответственно; s_2, s_3, p_2, p_3 – центры масс и точки приложения сил соответствующих звеньев.

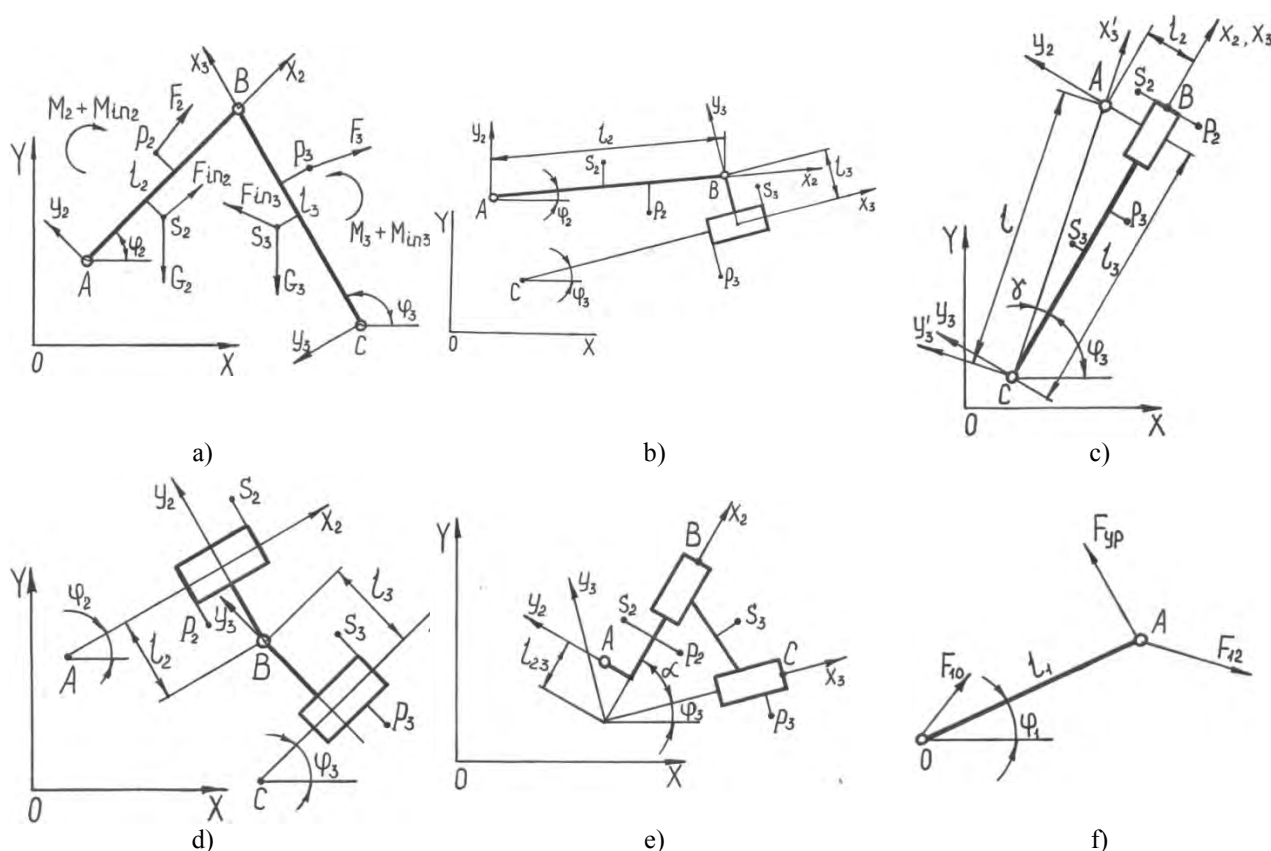


Рисунок 1. Расчетные схемы двух поводковых групп Ассура: а – первого вида; б – второго вида; в – третьего вида; д – четвертого вида; е – пятого вида; ф – ведущее звено

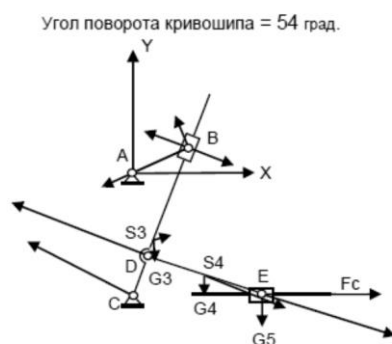
Figure 1. Settlement schemes of two flood groups of Assur: a – first look; б – second look; в – third look; д – fourth look; е – fifth look; ф – leading link

По результатам работы [1] разработаны компьютерные процедуры, вычисляющие усилия в кинематических парах в группах Ассура и уравновешивающую силу на начальном звене. Перед применением соответствующих вычислительных процедур необходимо знать все внешние силы и моменты, действующие на группу Ассура, а также определить силы инерции и моменты сил инерции. Для их определения, прежде всего,

необходимо воспользоваться программным модулем DIADA [2,3], в котором находятся процедуры, вычисляющие кинематические характеристики групп Ассура. Определив таким образом ускорения центров масс звеньев и угловые ускорения звеньев, можно получить информацию о величинах и направлениях сил инерции и моментов сил инерции.

Сам процесс вычислений и построений положений механизма можно представить следующим образом. Организуется цикл, в котором вычисляется положение начального звена механизма. Затем вычисляются положения остальных звеньев механизма путем обращения к соответствующим процедурам модуля DIADA по группам Ассура [2, 3]. Используя графический режим компьютера, выводим на дисплей положение механизма. Вычисляем силы инерции и моменты от сил инерции. Обращаясь к соответствующим процедурам модуля KNTST, вычисляем все усилия в кинематических парах и уравнивающую силу на начальном звене. В каждой кинематической паре строим силы и их направления при помощи простейших графических процедур. Величины этих сил и их направления выводятся в специальном окне с текстовым режимом. В работе приводятся листинги модуля KNTST и тестовой программы MyTest, являющейся примером использования вычислительных возможностей разработанного модуля KNTST.

В качестве проверки вычислений процедурами модуля в программе приводится пример вычисления уравнивающей силы по методу Жуковского (рычаг Жуковского). На рисунке 2 представлен пример работы программы MyTest.



Выход из программы – Esc

Фрагмент листинга программы примера расчета механизма¹

```
ProgramMyTest;
{Силовой расчет механизма}
Uses Crt, Graph, Diada, GDiada, Kntst,
F_GrText;
Label
Start;
Const
g=9.81; n = 360;
-----
-----
writeln('Fin5=', Fin5:12:6, 'Угол
=':11>alfafin5*180/pi:5:2);
SetWindow(41,26,80,28,2,'Сила
сопротивления', true, false, false);
writeln('Fc=', Fc:12:6);
ch:= readkey;
if ch = #27 then exit;
if i ≠ n then ClearDevice;
if fi3 < fi3min then begin fi3min:=
fi3; ifi3min:= i end;
if fi3 > fi3max then begin fi3max:=
fi3; ifi3max:= i end;
end;
if readkey = #27 then exit else goto
start;
GraphWriteOff;
FreeMem (p, FileSize(f));
CloseGraph;
writeln('fi3min=', fi3min*180/pi:10:6,
'ifi3min= ', ifi3min);
writeln('fi3max=', fi3max*180/pi:10:6,
'ifi3max= ' ifi3max);
readkey;
End. {Main}
if ch = #27 then exit else goto start;
End.
```

Расчетные данные		
F50=	98.560347	Угол= 270.00
Hx5=	0.000000	
F45=	1159.606853	Угол= 342.75
F43=	1231.704974	Угол= 159.17
F30=	970.691007	Угол= 153.98
F32=	400.430211	Угол= 159.21
Hx3=	0.000000	
F21=	400.430211	Угол= 159.21
F10=	284.204048	Угол= 204.00
Fyp=	282.005825	Угол= 114.00
Fyp1=	282.005825	Рычаг Жуковского
Силы инерции и моменты		
Fin3=	96.967168	Угол= 10.18
Момент от сил инерции=	-16.629837	
Fin4=	43.945234	Угол= 5.22
Момент от сил инерции=	-0.201592	
Fin5=	107.945234	Угол= 360.00
Сила сопротивления		
Fc=	1000.000000	

Рисунок 2. Пример работы программы MyTest

Figure 2. Example of work of the program MyTest

¹ Полный текст программы приведен на сайте журнала в разделе дополнительные материалы статьи URL: www.vestnik-vsuet.ru

Использование библиотечных процедур модуля KNTST, позволяет сравнительно просто организовать имитацию движения механизма, рассчитать реакции в кинематических парах, вычислить уравнивающую силу и построить план сил в каждом положении механизма. Если необходимо значения силовых характеристик можно вывести на дисплей. Такой подход обеспечивает эффективность при проведении кинетостатического расчета механизма на основе технического задания.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Сидоренко А.С., Потапов А.И. Математическая модель кинетостатического расчета плоских рычажных механизмов // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2016. № 1. С. 70–78.
- 2 Васечкин М.А., Потапов А.И., Сидоренко А.С., Чертов Е.Д. Программная реализация математической модели кинематического расчета плоских рычажных механизмов // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2016. № 2. С. 1–3.
- 3 Сидоренко А.С., Дубец С.В., Дубец А.В. Компьютерное моделирование и анализ кинематики механизмов второго класса // Сборник статей по материалам Межвузовской НПК курсантов и слушателей "Молодежные чтения памяти Ю.А. Гагарина 20 мая 2014 г." Воронеж: ВУНЦ ВВС "ВВА", 2014. Ч. 2. С. 154–157.
- 4 Доронин Ф.А. Силовой анализ некоторых пространственных конструкций и механизмов с помощью пакета Mathcad // Теория механизмов и машин. 2014. Т. 12. № 23. С. 59–69.
- 5 Мкртычев О.В. Компьютерное моделирование при кинематическом анализе плоских механизмов // Теория Механизмов и Машин. 2012. № 1. Т. 10. С. 46–52.
- 6 Бабичев Д.Т. Компьютерное моделирование работы плоских механизмов и многовариантное конструирование одноступенчатых цилиндрических редукторов // Теория Механизмов и Машин. 2011. № 2. Т. 9. С. 38–47.
- 7 Евграфов А.Н., Петров Г.Н. Компьютерная анимация кинематических схем в программах Excel и Mathcad // Теория Механизмов и Машин. 2008. № 1. Т. 6. С. 71–80.
- 8 Доронин Ф.А., Доев В.С. Исследование движения плоского механизма с помощью пакета Mathcad // Теория Механизмов и Машин. 2011. № 1. Т. 9. С. 77–87.
- 9 Simas H. et al. A new method to solve robot inverse kinematics using Assur virtual chains // Robotica. 2009. V. 27. №. 7. С. 1017–1026.
- 10 Позбелко В.И. Единая теория структуры, структурный синтез и анализ статически определимых механических систем на основе новой формулы подвижности // Теория механизмов и машин. 2013. Т. 11. № 2(22). С. 15–37.

Заключение

Полученное программное обеспечение может быть использовано для подготовки бакалавров по направлениям 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» и 15.03.03 «Прикладная механика» при изучении дисциплин: «Теория машин и механизмов», «Теория механизмов и основы робототехники», «Вычислительная механика».

REFERENCES

- 1 Sidorenko A.S., Potapov A.I. Mathematical model of kinetostatic calculation of flat lever mechanisms. *Vestnik voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernyh tekhnologij* [Proceedings of the Voronezh state university of engineering technologies] 2016, no. 1, pp. 70–78. (in Russian).
- 2 Vasechkin M.A., Potapov A.I., Sidorenko A.S., Chertov E.D. Program realization of mathematical model of kinematic calculation of flat lever mechanisms. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET] 2016, no. 2, pp. 1–3 (in Russian).
- 3 Sidorenko A.S., Dubets S.V., Dubets A.V. Computer simulation and analysis of the kinematics of the second class of mechanisms. *Molodezhnye chtenia pamyati Y.A. Gagarina* [Collected articles on materials Interuniversity NPK cadets and students "Youth reading in memory of Yuri Gagarin"] Voronezh, VUNTs VVS "VVA", 2014, part 2, pp. 154–157 (in Russian).
- 4 Doronin F.A. Power analysis of some spatial structures and mechanisms with the help of Mathcad. *Teoriya mekhanizmov I mashin* [Theory of mechanisms and machines] 2014, vol. 12, no. 23, pp. 59–69 (in Russian).
- 5 Mkrtichev O.V. Computer modeling of the kinematic analysis of planar mechanisms. *Teoriya mekhanizmov I mashin* [Theory of mechanisms and machines] 2012, no. 1, vol. 10, pp. 46–52 (in Russian).
- 6 Babichev D.T. Computer simulation of planar mechanisms and contingency construction of single-stage helical gear units. *Teoriya mekhanizmov I mashin* [Theory of mechanisms and machines] 2011, no. 2, vol. 9, pp. 38–47 (in Russian).
- 7 Evgrafov A.N., Petrov G.N. Computer animation kinematic schemes in Excel and Mathcad. *Teoriya mekhanizmov I mashin* [Theory of mechanisms and machines] 2008, no. 1, vol. 6, pp. 71–80 (in Russian).
- 8 Doronin F.A., Doyev V.S. Investigation of the mechanism of movement of the flat with the help of Mathcad. *Teoriya mekhanizmov I mashin* [Theory of mechanisms and machines] 2011, no. 1, vol. 9, pp. 77–87 (in Russian).
- 9 Simas H. et al. A new method to solve robot inverse kinematics using Assur virtual chains. *Robotica*, 2009, vol. 27, no. 7, pp. 1017–1026.
- 10 Pozhbelko V.I. The unified theory of structures, structural synthesis and analysis of statically determinate mechanical systems based on the new formula of mobility. *Teoriya mekhanizmov I mashin* [Theory of mechanisms and machines] 2013, vol. 11, no. 2(22), pp. 15–37. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Максим А. Васечкин к.т.н., доцент, кафедра технической механики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, vmax77@mail.ru

Екатерина В. Матвеева к.т.н., доцент, кафедра технической механики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, katrin_vgta@mail.ru

Александр С. Сидоренко к.т.н., старший преподаватель, кафедра общепрофессиональных дисциплин, Военный учебно-научный центр военно-воздушных сил «Военная воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», ул. Старых Большевиков, 54а, г. Воронеж, 394064, Россия, sas1.vrn@mail.ru

Евгений Д. Чертов д.т.н., профессор, кафедра технической механики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, ched@vsuet.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Максим А. Васечкин предложил алгоритм программной реализации математической модели кинетостатического расчёта плоских рычажных механизмов, выполнил отладку программы для расчёта уравновешивающих сил по методу Жуковского

Екатерина В. Матвеева провела аналитический обзор информационных источников по исследуемой проблеме, выполнила корректировку и подачу рукописи в редакцию

Александр С. Сидоренко составил описание математической модели кинетостатического расчёта плоских рычажных механизмов, разработал программное обеспечение по реализации математической модели кинетостатического расчёта плоских рычажных механизмов, написал рукопись, несёт ответственность за плагиат

Евгений Д. Чертов предложил тематику исследований, осуществлял консультацию и руководство коллективом авторов

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 09.11.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 29.11.2016

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Maksim A. Vasechkin candidate of technical sciences, assistant professor, technical mechanics department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, vmax77@mail.ru

Ekaterina V. Matveeva candidate of technical sciences, assistant professor, technical mechanics department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, katrin_vgta@mail.ru

Aleksandr S. Sidorenko candidate of technical sciences, assistant senior lecturer, all-professional disciplines department, Russian air force military educational and scientific center "Air Force academy named after professor N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin", Starykh Bolshevikov str., 54a, Voronezh, Russia, sas1.vrn@mail.ru

Evgenii D. Chertov doctor of technical sciences, professor, technical mechanics department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, ched@vsuet.ru

CONTRIBUTION

Maksim A. Vasechkin has offered algorithm of program realization of mathematical model of kinetostatical calculation of flat lever mechanisms, has executed debugging of the program for calculating the balancing forces according to the method of Zhukovsky

Ekaterina V. Matveeva has carried out the state-of-the-art review of information sources on the studied problem, has executed adjustment and submission of the manuscript in edition

Aleksandr S. Sidorenko has made the description of mathematical model of kinetostatical calculation of flat lever mechanism, has developed the software on realization of mathematical model of kinetostatical calculation of flat lever mechanisms, has written the manuscript, bears responsibility for plagiarism

Evgenii D. Chertov has offered scope of researches, carried out consultation and the management of group of authors

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 11.9.2016

ACCEPTED 11.29.2016

Алгоритм формирования туристского продукта на основе естественной и искусственной аттракций

Людмила Э. Глаголева¹

milaprofi@mail.ru

Олеся В. Прибыткова¹

lady.pribytkova@mail.ru

¹ кафедра туризма и гостиничного дела, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Реферат. В настоящее время потенциальные туристские ресурсы являются объектом многочисленных исследований. Для эффективного использования туристского ресурса необходима его трансформация в туристский продукт. Немаловажную роль в этом играют различные виды аттракций. Наиболее эффективным представляется сочетание естественной и искусственной аттракций. Рассматривая туристские ресурсы Воронежской области, можно отметить Воронежский государственный биосферный заповедник им. В.М. Пескова как туристический объект, обладающий совокупностью двух аттракций. Для формирования турпродукта на базе естественной и искусственной аттракций представляется целесообразным разработать алгоритм последовательности действий. В качестве примера турпродукта, разработанного в соответствии с данным алгоритмом, демонстрируется создание тура «В гостях у сказки», центральной идеей которого выступает маршрут по эко-тропе «Заповедная сказка» Воронежского государственного биосферного заповедника с показом объектов, объединенных тематикой русских сказок. На территории заповедника созданы все условия для размещения, питания, отдыха и развлечения гостей. В качестве целевой аудитории рассматриваются родители с детьми от 3-х до 14-ти лет и группы школьников с педагогами. В рамках представленного тура предполагается проведение экскурсий, носящих познавательный характер. Объектами показа являются бобровый питомник, музей бобра, интерактивный дом пожара, Толшевский монастырь. Используемый для создания данного тура алгоритм имеет в своей основе идею о создании туристского продукта и наличие или формирование объектов искусственной аттракции, которая, в свою очередь, в сочетании с естественной аттракцией становится эффективным инструментом для привлечения туристических потоков.

Ключевые слова: естественная аттракция, искусственная аттракция, алгоритм, туристский продукт, заповедник

Algorithm of formation of touristic product based on natural and artificial attractions

Lyudmila E. Glagoleva¹

milaprofi@mail.ru

Olesya V. Pribytkova¹

lady.pribytkova@mail.ru

¹ tourism and hotel industry department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Summary. At present potential touristic resources are the objects of numerous investigations. For using the touristic resource in the most effective way it's necessary to transform it into a touristic product. Various types of attraction play an important part in this process, the combination of natural and artificial attractions being the most productive. Considering touristic resources of Voronezh region we can distinguish Voronezh state biosphere reserve named after V.M. Peskov as the object possessing the combination of the two attractions. For formation of touristic product based on natural and artificial attractions the question of developing the algorithm of sequence of actions is of great importance. As an example of touristic product developed according to this algorithm there performed the creation of the tour "V gostyakh u skazki" whose central idea is the route "Zapovednaya skazka" with the demonstration of objects united by the concept of Russian fairy-tales. The territory of the reserve provides every facility for accommodation, recreation, having meals and entertaining of guests. As a target audience there were chosen parents with 3–14-year-old children and schoolchildren with their teachers. During the mentioned tour cognitive excursions are proposed. Demonstrated objects are the following: the beaver farm, Beaver museum, interactive house of Fire, Tolshevsky monastery. The algorithm used for the creation of the tour is based on the idea of developing the touristic product and presence or forming the objects of artificial attraction which in its turn combining with natural attraction becomes the effective tool for attracting tourists

Keywords: natural attraction, artificial attraction, algorithm, touristic product, reserve

Введение

Исследования роли туризма в экономике демонстрируют его положительное влияние на стимулирование развития различных областей и сфер деятельности региона. Неравномерность распределения туристского потенциала и степени его развития на территории страны в целом и в отдельно взятых регионах обусловлена зависимостью всех видов туризма от наличия и состояния туристских ресурсов.

Использование потенциального туристского ресурса и последовательное формирование на его основе туристской аттракции и туристского продукта предполагают достаточно длительный процесс строительства, реконструкции и реставрации объектов показа. Возможности привлечения туристов в местах, находящихся вблизи туристских центров и дестинаций, но не обладающих известными используемыми достопримечательностями, ограничены и препятствуют развитию индустрии туризма.

Для цитирования

Глаголева Л. Э., Прибыткова О. В. Алгоритм формирования туристского продукта на основе естественной и искусственной аттракций // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 90–93. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-90-93

For citation

Glagoleva L. E., Pribytkova O.V. Algorithm of formation of touristic product based on natural and artificial attractions. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 90–93. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-90-93

Однако практика некоторых российских организаций показывает эффективность создания объектов показа, по сути своей отличных от традиционных природных и культурно-исторических достопримечательностей. Данные объекты, создаваемые на основе концепции, не имеющей связи с культурно-историческим наследием региона, но способной стимулировать туристский интерес, становятся искусственной туристской аттракцией региона, а на ее основе формируется особый турпродукт. В свою очередь, естественная туристская аттракция подразумевает аттракцию, возникшую в процессе логичного развития какого-либо объекта показа природного или антропогенного происхождения, причем данный процесс и объект обладают известными, научно-подтвержденными характеристиками.

Сочетание естественной и искусственной аттракций является мощным инструментом для привлечения туристских потоков к определенным дестинациям и, соответственно, повышает эффективность использования региональных туристских ресурсов.

Говоря о туристском потенциале Воронежской области, можно отметить, что здесь сосредоточены все виды особо охраняемых природных территорий, но наиболее известными из них являются биосферные резерваты – Воронежский и Хоперский заповедники, и природный заказник федерального значения Каменная степь.

История Воронежского заповедника насчитывает более семи десятилетий, и научные открытия заповедника в области сохранения экосистем известны не только в России, но и за рубежом. Тот факт, что Воронежский заповедник находится в границах двух областей, что встречается крайне редко, дает основания полагать, что туристская деятельность на территории Воронежской области создаст стимул по ее развитию и в Липецкой области.[4]

Воронежский государственный биосферный заповедник им. В.М. Пескова является уникальным туристским объектом, обладающим как естественной, природной аттракцией, так и аттракцией искусственной. На территории заповедника организованы экскурсионные маршруты по следующим эко-тропам: «Малая Черепяхинская», «Заповедная сказка», «Лесными дорожками». На пути следования по маршрутам установлены разнообразные специально созданные объекты, объединенные определенной тематикой. Так, на всем протяжении эко-тропы «Заповедная сказка» можно увидеть сказочный лабиринт, фигуры сказочных персонажей, птичий городок. Все выше перечисленное является примером объектов искусственной аттракции. В свою очередь, уникальная флора и фауна резервата, включая бобров, являющихся символом заповедника,

обеспечивает естественную аттракцию туристского продукта. Таким образом, Воронежский государственный биосферный заповедник им. В.М. Пескова имеет огромный потенциал для создания турпродукта, обладающего сочетанием сразу двух видов аттракций.

Проблематика развития туризма в настоящий момент практически не затрагивает вопрос искусственных аттракций, равно как и объектов, обладающих сочетанием естественной и искусственной аттракций. В связи с этим, представляется целесообразным разработка алгоритма создания туристского продукта на основе сочетания данных аттракций и формирование конкретного туристского ресурса на базе Воронежского заповедника.

Туристические ресурсы Воронежской области могут быть базой для формирования самых туров от однодневной экскурсии до пятидневного тура, совмещающего в себе элементы познавательного, рекреационного и активного туризма. В рамках данной работы предлагается формирование 2-х дневного тура «В гостях у сказки». Целевая аудитория, на которую рассчитана программа тура, – семьи с детьми и учащиеся с сопровождающими педагогами. Такая целевая аудитория выбрана в силу того, что познавательный компонент (экскурсии) является базовым в разрабатываемом туре. На территории Воронежского государственного природного биосферного заповедника расположены следующие объекты: кафе «Бобер и бобра», гостиничный комплекс «Усадьба», музей природы, эко-тропы, верёвочный парк, бобровый питомник, дом пожара, интерактивный дом бобра, Толшевский монастырь.

В рамках тура «В гостях у сказки» туристам предлагается пройти маршрут по эко тропе «Заповедная сказка» и посетить объекты, расположенные на ней. В список предлагаемых к посещению объектов входят пруд Царевны-лягушки, сказочный лабиринт, выход из которого помогает найти волшебный клубок, Дремучий лес, птичий городок, поляна сказок, на которой расположены фигуры сказочных персонажей, Сухой ручей и избушка Бабы Яги. Особенностью этой тропы является то, что она создана для людей с ограниченными возможностями. Люди в инвалидных колясках имеют возможность проехать по этой тропе и соприкоснуться с природой.

Отдельно хотелось бы отметить веревочный парк «Ёжины дорожки». Веревоочный парк – это активный отдых на природе в живописном месте на территории Центральной усадьбы Воронежского заповедника. Гостям предоставляется возможность прогуляться на свежем воздухе, снять напряжение и усталость, провести время с семьей, друзьями и коллегами. Веревоочный

парк включает в себя маршруты, подходящие для людей любого возраста с различным уровнем физической подготовки. Маршрут для самых маленьких находится на высоте 1–1,5 метра. Детский маршрут включает в себя переправу с кольцами, паутину, кочки, переправу с вертикальными захватами, дощатый мостик, горку. Семейный маршрут родители и дети могут пройти вместе, а самых смелых любителей экстрима ожидает по-настоящему сложная трасса и спуск по троллею. Протяженность такого маршрута составляет 168,3 м. Верёвочный парк спроектирован таким образом, что его функционирование не наносит вреда деревьям.

Размещение гостей планируется в гостиничном комплексе «Усадьба», предоставляющем комфорт и качественный сервис: услуги прачечной, которая также расположена в здании комплекса и оснащена современным оборудованием, предоставление круглосуточной бесплатной парковки, гладильная доска с утюгом, услуга заказа такси и побудка гостей, кулеры с горячей и холодной водой, банкомат и терминал экспресс-оплаты мобильной связи.

Услуги питания предоставляются кафе «Бобер и бобриха», где также возможно проведение мероприятий, таких как различные симпозиумы, научные конференции, деловые переговоры, любые виды торжеств в стиле национального русского колорита.

В рамках тура предполагается посещение бобрового питомника. Уникальное место, единственное в своем роде в России, изначально создавался для сохранения бобров. Помимо

экологического просвещения населения, здесь ведется активное изучение и исследование жизни бобров. На базе бобропитомника открыт музей посвященный бобру, в котором с помощью интерактивных экспозиций и игровых форм, каждый может ознакомиться с жизнью животного. Музей выполнен в формате 3D.

Экскурсия в дом пожара носит познавательный характер и обучает противопожарной безопасности. Здесь представлены экспонаты борьбы с пожаром, инструкции по пожаротушению и предотвращению возгорания. Интерактивный дом пожара работает в необычном режиме – оборудован специальными досками для проведения занятий. С помощью данного новейшего оборудования можно также проводить мероприятия, проецируя всю информацию для большей наглядности, что будет делать ее более легкой для восприятия.

Толшевский монастырь, находящийся на территории заповедника выполняет функцию культурно-религиозного просвещения.

Предложенный тур может быть интересен жителям Воронежской области, заинтересованным в познании истории и культуры своей малой родины. Вероятно, наибольшей популярностью он может пользоваться у жителей городов (или крупных населенных пунктов), так как резкий контраст между привычной шумной городской средой и тихой сельской местностью оказывает сильное влияние на организм и психику человека. «Смена декораций» придает дополнительную остроту полученным впечатлениям и делает отдых запоминающимся.

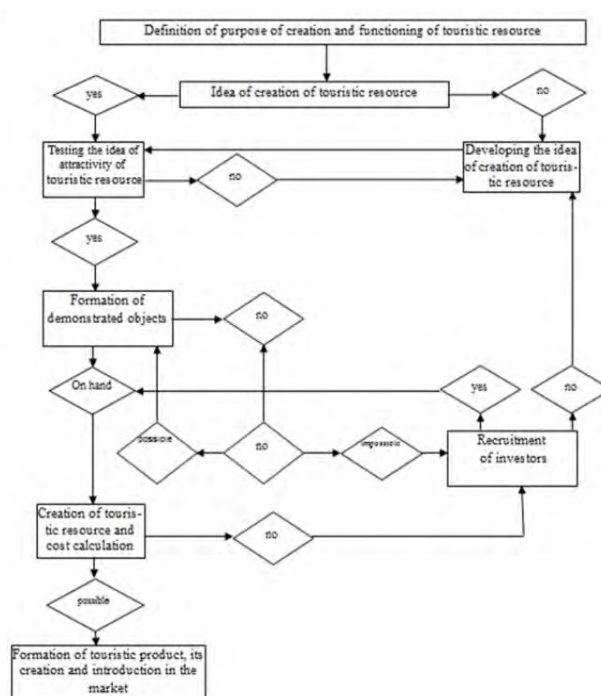
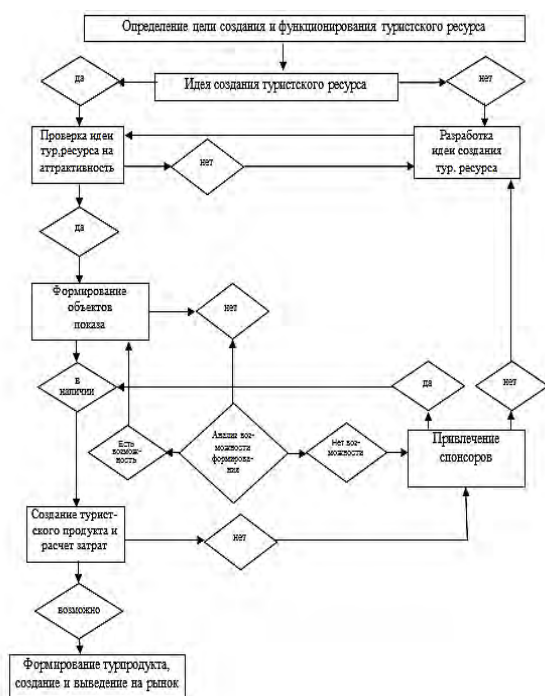


Рисунок 1. Алгоритм формирования туристского продукта на основе естественной и искусственной аттракций
Figure 1. Algorithm of formation of touristic product based on natural and artificial attractions

Заключение

Для формирования тура «В гостях у сказки» был разработан алгоритм формирования туристского продукта на основе естественной и искусственной аттракций, представленный на рисунке 1. Отправной точкой в создании туристского ресурса является идея о его создании, а дальнейшее ее развитие образует целый

комплекс туристского сервиса со сложной инфраструктурой. Предлагаемый алгоритм основывается на наличии или формировании объектов искусственной аттракции в сочетании с уже имеющимися объектами естественной аттракции и может быть адаптирован в соответствии со спецификой отдельно взятого турпродукта.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Артемьева О.А. Формирование туристских продуктов, основанных на искусственной аттракции: дисс. ... канд. экон. наук. М., 2011
- 2 Кизим А.А., Вальвашов А.Н., Сайдашева О.В. Методологические аспекты повышения устойчивости региональной экономики на основе продвижения туристских дестинаций // Экономика устойчивого развития. 2012. №10. С. 102-115
- 3 Прибыткова О.В. Разработка проекта развития экологического туризма на базе Воронежского государственного природного биосферного заповедника им. В.М. Пескова // Успехи современной науки и образования. 2016. № 9. Т. 3. С. 97-99
- 4 Devesa M., Laguna M., Palacios A. The role of motivation in visitor satisfaction: Empirical evidence in rural tourism // Tourism Management. 2010. V. 31. №. 4. P. 547-552.
- 5 Masiero L., Nicolau J. L. Tourism Market Segmentation Based on Price Sensitivity Finding Similar Price Preferences on Tourism Activities // Journal of Travel Research. 2012. V. 51. №. 4. P. 426-435.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Людмила Э. Глаголева д. т. н., профессор, кафедра туризма и гостиничного дела, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, milaprofi@mail.ru
Олеся В. Прибыткова магистрант, кафедра туризма и гостиничного дела, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, lady.pribytkova@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Людмила Э. Глаголева предложила методику проведения эксперимента
Олеся В. Прибыткова написала рукопись, корректровала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 22.10.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 30.11.2016

REFERENCES

- 1 Artem'eva O.A.. Formirovanie turistskikh produktov, osnovannykh na iskustvennoi attraktsii [Forming of touristic products based on artificial attraction] Moscow, 2011. (in Russian)
- 2 Kizim A.A., Val'vashov A.N., Saydasheva O.V. Methodological aspects of increasing of regional economics sustainability based on the promotion of touristic destinations. *Ekonomika ustoichivogo razvitiya* [Economics of sustainable development] 2012, no. 10, pp. 102-115. (in Russian)
- 3 Pribytkova O.V. Creation of the project developing ecological tourism on the base of Voronezh state biosphere reserve named after V.M. Peskov. *Uspexi sovremennoi nauki i obrazovaniya* [Success of modern science and education] 2016, no. 9, vol. 3, pp. 97-99. (in Russian)
- 4 Devesa M., Laguna M., Palacios A. The role of motivation in visitor satisfaction: Empirical evidence in rural tourism. *Tourism Management*, 2010, vol. 31, no. 4, pp. 547-552.
- 5 Masiero L., Nicolau J. L. Tourism Market Segmentation Based on Price Sensitivity Finding Similar Price Preferences on Tourism Activities. *Journal of Travel Research*, 2012, vol. 51, no. 4, pp. 426-435.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Lyudmila E. Glagoleva doctor of technical sciences, professor, tourism and hotel industry department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, milaprofi@mail.ru
Olesya V. Pribytkova master student, tourism and hotel industry department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, lady.pribytkova@mail.ru

CONTRIBUTION

Lyudmila E. Glagoleva proposed a scheme of the experiment

Olesya V. Pribytkova wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 10.22.2016

ACCEPTED 11.30.2016

Применение метода PSO при решении задач распознавания образов

Дмитрий Б. Абрамов, ¹	cuntz@mail.ru
Сергей О. Баранов, ¹	serj@doctor.com
Сергей В. Лейхтер, ¹	leykhter@mail.ru
Сергей Н. Чуканов ²	ch_sn@mail.ru

¹ кафедра компьютерных информационных автоматизированных систем, Сибирская автомобильно-дорожная академия, пр. Мира, 5, Омск, 644050, Россия

² лаборатория методов преобразования и представления информации, Институт математики им. С. Л. Соболева, Омский филиал, Певцова 13, Омск, 644043, Россия

Реферат. В работе рассмотрена задача оценивания нормы расстояния между двумя замкнутыми гладкими кривыми при распознавании образов. Рассмотрены диффеоморфные преобразования кривых на основе модели больших деформаций, при этом преобразование исходных точек области в требуемые формируется на основе зависящего от времени векторного поля скоростей. Рассмотрены действия групп переноса, вращения и масштабирования на замкнутую кривую, инварианты к действию этих групп. Положение кривых нормализуется центрированием, приведением главных осей инерции изображения к осям системы координат и приведением к единице площади замкнутой кривой соответствующим масштабированием. Для оценивания нормы расстояния между двумя замкнутыми кривыми формируется функционал, соответствующий норме расстояния между двумя кривыми, и уравнение эволюции диффеоморфных преобразований. Уравнение эволюции позволяет перемещать объекты вдоль траекторий, которым соответствуют диффеоморфные преобразования. Диффеоморфизмы не изменяют топологию вдоль геодезических траекторий. В задаче неточного сравнения минимизируемый функционал содержит член, который оценивает точность попадания точек в требуемые позиции. При этом в уравнение эволюции вводится параметр дисперсии ошибки преобразования. Предложен алгоритм решения уравнения диффеоморфного преобразования, построенный на основе метода PSO, который позволяет значительно сократить объем вычислительных операций по сравнению с градиентными методами решения. Разработанные в работе алгоритмы могут использоваться в биоинформатике и биометрических системах, классификации изображений и объектов, системах машинного зрения, нейровизуализации, при распознавании образов и объектов, системах трекинга. Алгоритм оценивания нормы расстояния между замкнутыми кривыми методом диффеоморфного преобразования может быть распространён на пространственные объекты (кривые, поверхности, многообразия).

Ключевые слова: распознавание образов, машинное зрение, инвариантность, диффеоморфные преобразования, биоинформатика, метод PSO

Application of PSO for solving problems of pattern recognition

Dmitrii B. Abramov, ¹	cuntz@mail.ru
Sergei O. Baranov, ¹	serj@doctor.com
Sergei V. Leikhter, ¹	leykhter@mail.ru
Sergei N. Chukanov ²	ch_sn@mail.ru

¹ computer information automated systems department, State automobile and highway academy, Mira av., 5, Omsk, 644050, Russia

² transformation and presentation of information laboratory, Sobolev institute of mathematics, Omsk department, Pevtsova str., 13, Omsk, 644043, Russia

Summary. The problem of estimating the norm of the distance between the two closed smooth curves for pattern recognition is considered. Diffeomorphic transformation curves based on the model of large deformation with the transformation of the starting points of domain in required is formed on the basis of which depends on time-dependent vector field of velocity is considered. The action of the translation, rotation and scaling closed curve, the invariants of the action of these groups are considered. The position of curves is normalized by centering, bringing the principal axes of the image to the axes of the coordinate system and bringing the area of a closed curve corresponding to one. For estimating of the norm of the distance between two closed curves is formed the functional corresponding normalized distance between the two curves, and the equation of evolution diffeomorphic transformations. The equation of evolution allows to move objects along trajectories which correspond to diffeomorphic transformations. The diffeomorphisms do not change the topology along the geodesic trajectories. The problem of inexact comparing the minimized functional contains a term that estimates the exactness of shooting points in the required positions. In the equation of evolution is introduced the variance of conversion error. An algorithm for solving the equation of diffeomorphic transformation is proposed, built on the basis of PSO, which can significantly reduce the number of computing operations, compared with gradient methods for solving. The developed algorithms can be used in bioinformatics and biometrics systems, classification of images and objects, machine vision systems, neuroimaging, for pattern recognition and object tracking systems. Algorithm for estimating the norm of distance between the closed curves by diffeomorphic transformation can spread to spatial objects (curves, surfaces, manifolds).

Keywords: invariance, rotation group, translation group, diffeomorphic transformation, PSO method

Для цитирования

Абрамов Д. Б., Баранов С. О., Лейхтер С. В., Чуканов С. Н. Применение метода PSO при решении задач распознавания образов // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 94–99. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-94-99

For citation

Abramov D. B., Baranov S. O., Leykhter S. V., Chukanov S. N. Application of PSO for solving problems of pattern recognition. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 94–99. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-94-99

Введение

Распознавание объектов по изображениям независимо от их расположения, ориентации, масштаба и перспективы – является важным направлением информационных технологий в области распознавания образов и машинного зрения. В задачах математической морфологии важной является задача сопоставления близких форм, а не точное определение каждой формы; деформация сложной фигуры может привести к пониманию формы. Изучение формы и изменчивости изображения в рамках теории распознавания образов можно свести к оцениванию преобразований, которые последовательно деформируют изображения. Вычисление многомерных нежёстких преобразований изображений привело к развитию стратегии эластичного сравнения, при этом преобразование линеаризуется относительно системы координат исходного изображения и генерируется векторное поле смещений. Стоимость преобразования измеряется функционалом – нормой разности между преобразованным исходным изображением и эталонным изображением; оптимальному преобразованию этого функционала соответствует векторное поле смещений с наибольшей гладкостью. Измерение гладкости достигается указанием нормы в пространстве векторных полей с использованием дифференциального оператора. Одним из ограничений данного подхода является то, что не гарантируется биективность преобразования. Представляет интерес вычисление диффеоморфных преобразований, которые сами являются гладкими, но и обратные преобразования сохраняют свойства гладкости. Модель больших деформаций для вычисления преобразований изображений [1] гарантирует, что преобразования, вычисленные между изображениями, диффеоморфны. При этом преобразование исходных точек области в требуемые формируется на основе зависящего от времени векторного поля скоростей, которое определяется системой обыкновенных дифференциальных уравнений (ODE).

В работе рассмотрена задача оценивания нормы расстояния между двумя замкнутыми гладкими кривыми при распознавании 2D-образов. Рассмотрены действия групп переноса, вращения и масштабирования на 2D замкнутую кривую, инварианты к действию этих групп. Для оценивания нормы расстояния между кривыми положение кривых нормализуется центрированием, приведением главных осей инерции изображения к осям системы координат и приведением к единице площади замкнутой кривой соответствующим масштабированием. Для оценивания нормы расстояния между двумя замкнутыми кривыми формируется функционал, соответствующий норме расстояния

между двумя кривыми, и уравнение эволюции диффеоморфных преобразований. Предложен алгоритм решения уравнения диффеоморфного преобразования, построенный на основе метода PSO, который позволяет значительно сократить объем вычислительных операций по сравнению с градиентными методами решения.

Разработанные в работе алгоритмы могут использоваться в биоинформатике и биометрических системах, классификации изображений и объектов, системах машинного зрения, нейровизуализации, при распознавании образов и объектов, системах трекинга. Алгоритм оценивания нормы расстояния между замкнутыми кривыми методом диффеоморфного преобразования может быть распространён на пространственные объекты (кривые, поверхности, многообразия).

Построение инвариантов переноса, вращения и масштабирования

Для нахождения инвариантов при распознавании образов необходимо найти группу G , действующую на множестве аргументов функции изображения. Изображение объекта может быть описано функцией $f(x, y) = 1$, если $(x, y) \in S \subset \mathbb{R}^2$ ($f(x, y) = 0$, иначе), где (x, y) – декартовы координаты изображения с границей $c = \partial S$ множества S . Действие группы переноса на функцию $f(x, y)$ в направлении оси X :

$$g_{\varepsilon_x} f(x, y) = f(x + \varepsilon_x, y); \text{ оси } Y :$$

$$g_{\varepsilon_y} f(x, y) = f(x, y + \varepsilon_y).$$

Действие группы масштабирования на функцию $f(x, y)$:

$$g_{\varphi_s} f(x, y) = f((1 + \varphi_s)x, (1 + \varphi_s)y).$$

Действие группы вращения (поворот на угол α):

$$g_{\alpha} f(x, y) = f(x \cos \alpha - y \sin \alpha, x \sin \alpha + y \cos \alpha).$$

Инвариантность по отношению к группе переноса может быть обеспечена нахождением центра (x_0, y_0) с последующим переносом. Для действия группы переноса на функцию 2D-изображения нахождение центра изображения сводится к методу моментов [2]. Сформируем моменты порядка $(p + q)$ 2D-функции $f(x, y)$:

$$m_{p,q} = \int_S x^p y^q f(x, y) dS; p, q \in \mathbb{Z}^+;$$

например, площадь изображения $m_{0,0} = \int_S f(x, y) dS$.

Центр (x_0, y_0) функции изображения $f(x, y)$ определяется из соотношений: $x_0 = m_{1,0} m_{0,0}^{-1}$; $y_0 = m_{0,1} m_{0,0}^{-1}$. Центрированная

функция $f(x+x_0, y+y_0)$ является инвариантной по отношению к действию группы переносов. Для нормализации изображения перенесём центр $f(x, y)$ в начало координат. Нормализованные моменты: $f(x+x_0, y+y_0)$ являются инвариантами масштабирования. Подействуем на $f(x, y)$ таким элементом группы масштабирования g_{φ_s} , что значение будет $F=1$.

Для выделения определённой ориентированной системы координат построим тензор изображения: $J = \begin{pmatrix} m_{2,0} & -m_{1,1} \\ -m_{1,1} & m_{0,2} \end{pmatrix}$. При повороте объекта угол α с матрицей направляющих косинусов $T = \begin{pmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha \\ \sin \alpha & \cos \alpha \end{pmatrix}$ тензор инерции изменяется по закону: $J' = T^T \cdot J \cdot T$. При повороте объекта на угол: $\alpha = 0,5 \cdot \arctg\left(2J_{xy} / (J_{yy} - J_{xx})\right)^{-1}$, тензор инерции будет иметь диагональный вид $J^d = \text{diag}(J_x, J_y) \in \mathbb{R}^{2 \times 2}$, где J_x, J_y – собственные числа тензора инерции J . При $J_x \neq J_y$ можно провести такое преобразование координат: $(x' \ y')^T = T(x \ y)^T$ – формированием поворота T , что оси X, Y будут направлены по главным осям тензора инерции 2D-изображения.

Будем рассматривать C^1 замкнутую кривую – как непрерывно дифференцируемое отображение $c: S^1 \rightarrow \mathbb{R}^2; S^1 = \{x \in \mathbb{R}^2 \mid |x|=1\}$, для которого производная $c'(\theta)$ существует для любого значения a и $c'(\theta) \neq 0; \forall \theta \in S^1$.

Для нормализации изображения необходимо решить задачу нахождения центра изображения и выделенной ориентации группы вращения с последующим центрированием и масштабирования изображения.

Действие элементов групп на кривые

Рассмотрим действие матричных групп на кривые можно представить: $A \rightarrow A \circ c$, где $A: \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}^2$ действие матричной группы в $\mathbb{R}^2$. Приведём примеры матричных групп [3].

- $GL(2)$ – линейная группа матриц $GL(2) = \{A \in \mathbb{R}^{2 \times 2}; \det A \neq 0\}$ с законом композиции – умножением матриц.

- $SO(2) \in GL(2)$ – специальная ортогональная группа может быть представлена матрицами $SO(2) := \{A \in \mathbb{R}^{2 \times 2} \mid AA^T = A^T A = \text{Id}; \det(A) = 1\}$.

- Группа масштабирования может быть представлена диагональными матрицами

$$A = \begin{pmatrix} \rho & 0 \\ 0 & \rho \end{pmatrix}, \rho \in \mathbb{R}^+.$$

- $SE(2)$ – специальная группа Евклида определяется полупрямым произведением $SO(2) \otimes \mathbb{R}^2$.

Дифференцируемая кривая в $GL(2)$ это функция: $g_t: (a, b) \rightarrow GL(2)$, для которых существует производная $dg_t/dt; \forall t \in (a, b)$. Уравнение первого порядка для элемента матричной группы: $dg_t/dt = A \cdot g_t; g_{t=0} = \text{Id}$, где $A \in \mathbb{R}^{2 \times 2}$ – матрица с постоянными элементами, имеет решение: $g_t = \exp(tA)$, которое обладает групповыми свойствами.

Кривая, соединяющая элементы $g_0, g_1 \in GL(2)$, минимизирующая функционал:

$$\int_0^1 \|v_t\|_V^2 dt = \int_0^1 \langle Lv_t, v_t \rangle_2 dt; L \in \mathbb{R}^{2 \times 2}, \quad (1)$$

и удовлетворяющая уравнению $dg_t/dt = v_t \cdot g_t$, является решением уравнения Эйлера [4]:

$$d(Lv_t)/dt = (Lv_t)v_t^* - v_t^*(Lv_t). \quad (2)$$

Группа диффеоморфных преобразований

Будем считать, что замкнутые кривые принадлежат открытому подмножеству $X \subset \mathbb{R}^2$. Диффеоморфизм X является обратимым непрерывно дифференцируемым преобразованием $X \rightarrow X$; существует тождественное отображение (Id – композиция прямого и обратного диффеоморфизма). Множество диффеоморфизмов $\text{Diff}(X)$ определяют структуру группы. Диффеоморфизмы изменяют количественные характеристики объектов, которые определены на множестве X . Матричные группы диффеоморфизмов имеют конечную размерность и кодируется с помощью параметров матриц.

Рассмотрим группу бесконечномерных диффеоморфизмов, действующих на ограниченном множестве $X \subset \mathbb{R}^2$. Определим диффеоморфизм $g: X \rightarrow X$ с обратным элементом g^{-1} и определим группу преобразований G , как подгруппу диффеоморфизмов, с законом композиции $\circ: g \circ g' = g(g') \in G$. Для формирования диффеоморфных отображений диффеоморфизмы рассматриваются как потоки ODE. Предположим, диффеоморфизмы $g_t(x); x \in X$ эволюционируют во времени $t \in [0, 1]$ с векторным полем $v_t(\cdot)$:

$$dg_t(x)/dt = v_t(g_t(x)); g_0(x) = x. \quad (3)$$

Формированием требуемого векторного поля $v_t(\cdot)$ в любой момент времени $t \in [0..1]$ можно добиться такого действия элементов группы $g_t(\cdot)$ на точки пространства $X \subset \mathbb{R}^2$, что $g_0(x) = x; g_1(x) = y; \forall x, y \in X$.

Допустим, что задана норма:

$$\|v_t\|_v^2 = \langle Lv_t, v_t \rangle_2 = \int_S (Lv_t)^* v_t dS,$$

где $\alpha_t = Lv_t; t \in [0, 1]$ – момент векторного поля. Для $g_t \in G$ существуют скорости $v_t(g_t) = dg_t/dt$, минимизирующие функционал:

$$\Phi(v_t) = \int_0^1 \|v_t\|_v^2 dt = \int_0^1 \langle Lv_t, v_t \rangle_2 dt, \quad (4)$$

на траектории, соединяющей элементы группы $g_0 = g|_{t=0}$ и $g_1 = g|_{t=1}$. Представим обратную связь между скоростью v_t и моментом α_t в форме:

$$v_t = L^{-1}\alpha_t = K\alpha_t. \quad (5)$$

Для дифференциального оператора: $L = \text{id} - a\nabla^2$ в $\mathbb{R}^2$ – обратный оператор $K = L^{-1}$ аппроксимируем функцией:

$$K(x) = \beta e^{-\gamma^{-1}\|x\|^2}. \quad (6)$$

Уравнения эволюции диффеоморфизмов Эйлера-Пуанкаре можно получить решением уравнений вариационной задачи с функционалом $\Phi(v_t)$ [5]:

$$d\alpha_t/dt = -(D\alpha_t)v_t - \alpha_t \nabla v_t - (Dv_t)^T \alpha_t, \quad (7)$$

где $Df = (\partial f_i / \partial x_j); i, j = 1, 2$.

Если объектами являются точечные множества, то векторные поля в точках $x_t = (x_1(t), \dots, x_N(t))$

принимают вид: $v_t(\cdot) = \sum_{l=1}^N K(\cdot, x_l) \alpha_l$.

Уравнения вариационной задачи позволяют перемещать объекты вдоль траекторий, которым соответствуют диффеоморфные преобразования. Диффеоморфизмы не позволяют изменить топологию вдоль геодезических траекторий. Неточный вид диффеоморфизмов [6, 7] обеспечивает механизм, который позволяет при эволюции геодезических отклоняться от точных деформаций. В задаче неточного сравнения минимизируемый функционал содержит член, который оценивает точность попадания точек $g_1(x_n^0); n = 1, \dots, N$ в требуемые позиции x_n^1 :

$$\int_0^1 \|v_t\|_v^2 dt + \sigma^{-2} \sum_{n=1}^N \|x_n^1 - g_1(x_n^0)\|^2, \quad (8)$$

при этом в уравнения Эйлера-Пуанкаре диффеоморфных преобразований вводится параметр σ^2 :

$$\begin{aligned} dx_k/dt - v_t(x_k) &= \sigma^2 \alpha_k; v_t(\cdot) = \\ &= \sum_{l=1}^N K(\cdot, x_l) \alpha_l; d\alpha_k/dt = \\ &= - \sum_{l=1}^N \nabla_l K(x_k, x_l) \alpha_k^T \alpha_l, \end{aligned} \quad (9)$$

здесь $\nabla_l K$ представляет собой градиент функции $(x, y) \rightarrow K(x, y)$ по отношению к первой координате. Примем для оператора L функцию $K(x, \cdot)$ в виде: $K(x, \cdot) = e^{-\gamma^{-1}\|x - (\cdot)\|^2}$. Тогда:

$$\nabla_l K(x_k, x_l) = -2\gamma^{-1}(x_k - x_l) e^{-\gamma^{-1}\|x_k - x_l\|^2}.$$

Решение задачи методом PSO

При решении уравнения (9) необходимо определить краевые условия $\alpha_0 = (\alpha_1(0), \dots, \alpha_N(0))$

и $\alpha_1 = (\alpha_1(1), \dots, \alpha_N(1))$ при известных

$x_0 = (x_1(0), \dots, x_N(0))$ и $x_1 = (x_1(1), \dots, x_N(1))$.

Применение градиентных методов решения задачи (9) требует значительное количество вычислительных операций. Для решения этой задачи в работе предлагается применение метода пристрелки (shooting) с использованием алгоритма PSO (particle swarm optimization). Метод пристрелки заключается в нахождении такого начального вектора $\alpha_0 = (\alpha_1(0), \dots, \alpha_N(0))$, что значение функционала (8) минимизируется.

Метод PSO основан на имитации поведения роя насекомых и был предложен J. Kennedy в 1995 году [8]. В контексте многопараметрической оптимизации рой (swarm) имеет фиксированный размер; каждая частица первоначально расположена в случайных местах в многомерном пространстве проектирования. Частицы имеют две характеристики: положение и скорость. Положение частицы определяется значением целевой функции. Частицы обмениваются информацией (лучшими позициями) и могут корректировать свои позиции и скорости. Алгоритм метода PSO приведён в приложении.

Пример. Рассмотрим пример диффеоморфного преобразования замкнутой кривой – окружности единичного радиуса (эллипс с эксцентриситетом $\varepsilon = 0$ и длиной окружности 2π) в отрезок прямой длиной π (эллипс с $\varepsilon = 1$) за единичный период времени. Для этого выберем $N = 12$ точек на эллипсе, соответствующие параметру $\theta_i = 2\pi i N^{-1}; i = 1, \dots, N$. Выберем параметр уравнения диффеоморфных преобразований: $\sigma^2 = 10^{-4}$; параметр метод PSO: $\vartheta = 0,7$; число частиц: 10. В таблице 1 представлены результаты моделирования диффеоморфных преобразований точек эллипса от значения эксцентриситета $\varepsilon = 0$ до $\varepsilon = 1$ для четырёх точек (из 12) замкнутой кривой.

Результаты моделирования диффеоморфных преобразований

Table 1.

The results of simulations of diffeomorphic transformations

t	x_0^0	x_3^0	x_6^0	x_9^0	x_0^0	ε
0	(0,00; 1,00)	(1,00; 0,00)	(0,00; -1,00)	(-1,00; 0,00)	(0,00; 1,00)	0,000
2	(0,01; 0,77)	(1,41; -0,01)	(-0,01; -0,77)	(-1,43; 0,02)	(0,01; 0,77)	0,840
4	(0,02; 0,55)	(1,83; -0,01)	(-0,02; -0,55)	(-1,84; 0,02)	(0,02; 0,55)	0,954
6	(0,02; 0,36)	(2,22; -0,01)	(-0,02; -0,36)	(-2,22; 0,03)	(0,02; 0,36)	0,987
8	(0,02; 0,18)	(2,56; -0,01)	(-0,02; -0,18)	(-2,54; 0,03)	(0,02; 0,18)	0,998
10	(0,03; 0,00)	(2,85; -0,02)	(-0,03; 0,00)	(-2,82; 0,05)	(0,03; 0,00)	1,000
	x_0^1	x_3^1	x_6^1	x_9^1	x_0^1	
x^1	(0,00; 0,00)	(3,14; 0,00)	(0,00; 0,00)	(-3,14; 0,00)	(0,00; 0,00)	1,000

В результате получена дисперсия неточности попадания $\sum_{n=1}^{12} \|x_n^1 - g_1(x_n^0)\|^2 = 0,34$ и среднее отклонение одной точки от цели $\sqrt{12^{-1} \sum_{n=1}^{12} \|x_n^1 - g_1(x_n^0)\|^2} = 0,17$. Для повышения точности попадания необходимо увеличить число итераций и количество частиц в методе PSO, а также уменьшить параметр дисперсии σ^2 .

Заключение

Рассмотрена задача оценивания расстояния между замкнутыми 2D кривыми. Представлены методы нахождения инвариантов к действию групп переноса, вращения и масштабирования на замкнутую кривую, не зависящие от координатного описания изображения. Для оценивания нормы расстояния между двумя замкнутыми кривыми формируется функционал, соответствующий норме расстояния между двумя кривыми, и уравнение эволюции диффеоморфных преобразований, полученное решением вариационной задачи. Предложен алгоритм решения уравнения диффеоморфного преобразования, построенный на основе метода PSO, который позволяет значительно сократить объем вычислительных операций по сравнению с градиентными методами решения. В дальнейшем алгоритм решения уравнения диффеоморфного преобразования будет распространен на 3D объекты: точечные множества, кривые и поверхности. Следует рассмотреть задачу распознавания динамически изменяющихся объектов методом решения уравнений диффеоморфного преобразования.

Приложение

Метод PSO [9, 10]. Рассмотрим задачу оптимизации (максимизации) без ограничений:

$$\text{Maximize } f(\mathbf{X}); \mathbf{X}^{(l)} \leq \mathbf{X} \leq \mathbf{X}^{(u)},$$

где $\mathbf{X}^{(l)}, \mathbf{X}^{(u)}$ – нижняя (lower) и верхняя (upper) границы $\mathbf{X}$. Пусть число частиц N .

Процедура PSO применяется с использованием следующих шагов.

1. Сформируем случайное начальное множество $\mathbf{X}_1(0), \dots, \mathbf{X}_N(0)$. Положение и скорость частицы j при итерации i : $\mathbf{X}_j^{(i)}, \mathbf{V}_j^{(i)}$, соответственно. Определим значение целевой функции: $f[\mathbf{X}_1(0), \dots, \mathbf{X}_N(0)]$.

2. Найдём скорости частиц. Начальные скорости всех частиц принимаются равными нулю и номер итерации: $i = 1$.

3. На итерации i найдём параметры $\mathbf{X}_j^{(i)}, \mathbf{V}_j^{(i)}$ частицы j :

(а) Историческое лучшее значение положения $\mathbf{X}_j^{(i)}: \mathbf{P}_{best,j}$ с лучшим значением целевой функции $f[\mathbf{X}_j^{(i)}]$ частицы j на всех предыдущих итерациях. Историческое лучшее значение положения $\mathbf{X}_j^{(i)}: \mathbf{G}_{best}$ с лучшим значением целевой функции $f[\mathbf{X}_j^{(i)}]$ на всех предыдущих итерациях для всех N частиц;

(б) найдём скорость частицы j на итерации i :

$$\mathbf{V}_j^{(i)} = \vartheta \cdot \mathbf{V}_j^{(i-1)} + c_1 r_1 [\mathbf{P}_{best,j} - \mathbf{X}_j^{(i-1)}] + c_2 r_2 [\mathbf{G}_{best} - \mathbf{X}_j^{(i-1)}] + c_3 \cdot r_3 \cdot 2^{-i/i_0},$$

где c_1, c_2, c_3 – скорости обучения, $r_1, r_2, r_3 \in [0 \dots 1]$ – равномерно случайно распределённые числа;

(с) найдём положение частицы j на итерации i : $\mathbf{X}_j^{(i)} = \mathbf{X}_j^{(i-1)} + \mathbf{V}_j^{(i)}$, и соответствующее значение целевой функции $f[\mathbf{X}_1^{(i)}, \dots, \mathbf{X}_N^{(i)}]$.

4. Шаг 3 повторяется с $i = i + 1$ и новыми значениями $\mathbf{P}_{best,j}, \mathbf{G}_{best}$. Процесс продолжается до тех пор, пока все частицы не сойдутся к значению, обеспечивающему оптимум целевой функции.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проекты 14-07-0027215 и 14-08-14-08-01132) и при поддержке Программы РАН по проекту «Математические методы распознавания образов и прогнозирования» (№0314-2014-2017) (№ госрегистрации 01201351843).

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Beg M.F. et al. Computing large deformation metric mappings via geodesic flows of diffeomorphisms // International journal of computer vision. 2005. V. 61. №. 2. P. 139–157.
- 2 Чуканов С.Н. Преобразование Фурье функции трехмерного изображения, инвариантное к действию групп вращения и переноса // Автометрия. 2008. Т. 44. №. 3. С. 80–87
- 3 Baker A. Matrix groups: An introduction to Lie group theory. Springer Science & Business Media, 2012.
- 4 Arnold V.I., Khesin B.A. Topological methods in hydrodynamics. Springer Science & Business Media, 1998.
- 5 Holm D.D. et al. Geometric mechanics and symmetry: from finite to infinite dimensions. London: Oxford University Press, 2009.
- 6 Miller M.I., Troune A., Younes L. Geodesic shooting for computational anatomy // Journal of mathematical imaging and vision. 2006. V. 24. №. 2. P. 209–228
- 7 Bruveris M., Holm D.D. Geometry of image registration: The diffeomorphism group and momentum maps // Geometry, Mechanics, and Dynamics. 2015. P. 19–56
- 8 Kennedy J. et al. Swarm intelligence. Morgan Kaufmann, 2001.
- 9 Yang X.S. Nature-inspired optimization algorithms. Elsevier, 2014.
- 10 Карпенко А.П. Современные алгоритмы поисковой оптимизации. М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Сергей Н. Чуканов д.т.н., профессор, ведущий научный сотрудник Института математики им. С. Л. Соболева СО РАН, Омский филиал (ОФ ИМ СО РАН), ул. Певцова, д. 13, Омск, 644043, ch_sn@mail.ru
Дмитрий Б. Абрамов аспирант, кафедра компьютерных информационных автоматизированных систем, Сибирская автомобильно-дорожная академия, Мира пр-т, 5, Омск, 644050, cuntz@mail.ru
Сергей О. Баранов аспирант, кафедра компьютерных информационных автоматизированных систем, Сибирская автомобильно-дорожная академия, Мира пр-т, 5, Омск, 644050, serj@doctor.com
Сергей В. Лейхтер аспирант, кафедра компьютерных информационных автоматизированных систем, Сибирская автомобильно-дорожная академия, Мира пр-т, 5, Омск, 644050, leykhter@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Сергей Н. Чуканов предложил метод оценивания нормы расстояния между двумя замкнутыми гладкими кривыми при распознавании образов
Дмитрий Б. Абрамов обзор литературных источников по исследуемой проблеме
Сергей О. Баранов выполнил расчёты
Сергей В. Лейхтер написал рукопись и несёт ответственность за отсутствие плагиата

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 10.10.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 24.11.2016

REFERENCES

- 1 Beg M.F. et al. Computing large deformation metric mappings via geodesic flows of diffeomorphisms. International journal of computer vision, 2005, vol. 61, no. 2, pp. 139–157
- 2 Chukanov S.N. A rotation, translation, and scaling invariant Fourier transform of 3D image function. Optoelectronics, Instrumentation and Data Processing, 2008, vol. 44, no. 3, pp. 249–255.
- 3 Baker A. Matrix groups: An introduction to Lie group theory. Springer Science & Business Media, 2012.
- 4 Arnold V.I., Khesin B.A. Topological methods in hydrodynamics. Springer Science & Business Media, 1998.
- 5 Holm D.D. et al. Geometric mechanics and symmetry: from finite to infinite dimensions. London, Oxford University Press, 2009.
- 6 Miller M.I., Troune A., Younes L. Geodesic shooting for computational anatomy. Journal of mathematical imaging and vision, 2006, vol. 24, no. 2, pp. 209–228
- 7 Bruveris M., Holm D.D. Geometry of image registration: The diffeomorphism group and momentum maps. Geometry, Mechanics, and Dynamics. Springer New York, 2015, pp. 19–56
- 8 Kennedy J. et al. Swarm intelligence. Morgan Kaufmann, 2001
- 9 Yang X.S. Nature-inspired optimization algorithms. Elsevier, 2014
- 10 Karpenko A.P. Sovremennyye algoritmy poiskovoy optimizatsii [Modern algorithms of search engine optimization] Moscow, Izdatel'stvo MG TU im. N. E. Bauman, 2014.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Sergei N. Chukanov doctor of technical sciences, professor, leading researcher, Sobolev institute of mathematics of the Siberian branch of the Russian academy of sciences, Omsk branch, Pevtsova str., 13, Omsk, 644043, ch_sn@mail.ru
Dmitrii B. Abramov graduate student, computer information automated systems department, State automobile and highway academy, Mira av., 5, Omsk, 644050, cuntz@mail.ru
Sergei O. Baranov graduate student, computer information automated systems department, State automobile and highway academy, Mira av., 5, Omsk, 644050, serj@doctor.com
Sergei V. Leikhter graduate student, computer information automated systems department, State automobile and highway academy, Mira av., 5, Omsk, 644050, leykhter@mail.ru

CONTRIBUTION

Sergei N. Chukanov proposed a method of estimating the norm of the distance between the two closed smooth curves for pattern recognition
Dmitrii B. Abramov review of the literature on an investigated problem

Sergei O. Baranov performed computations
Sergei V. Leikhter wrote the manuscript and is responsible for avoiding plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 10.10.2016

ACCEPTED 11.24.2016

Управление деятельностью профессорско-преподавательского состава: моделирование и прогнозирование показателей рейтинговой системы

Оксана С. Логунова,	1	logunova66@mail.ru
Елена А. Ильина,	1	dar_nas@mail.ru
Валентина В. Королева,	2	taisa_67@mail.ru
Айгуль У. Ахметова	1	msrti@mail.ru

кафедра вычислительной техники и программирования, Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова,

¹ ул. Ленина, 38, г. Магнитогорск, 455000, Россия

² кафедра информатики и информационной безопасности, Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова, ул. Ленина, 38, г. Магнитогорск, 455000, Россия

Реферат. В работе рассматривается проблема построения системы рейтинговых показателей для стимулирования работы профессорско-преподавательского состава высшего учебного заведения. Множество направлений деятельности преподавателя (образовательная, научная, международная и т.д.) положило основу выбора групп показателей в системе. Социальный вызов в повышении качества образовательных услуг определяет актуальность исследования в области моделирования и прогнозирования показателей, которые характеризуют работу преподавателя высшей школы. Для прогнозирования динамики структуры рейтинговых показателей в системе авторами введено понятие дрейфа и вариативности каждой группы. Использование информационного гиперкуба для структуры исходных данных позволили учесть индивидуальные особенности каждого параметра, входящего в состав математической модели для описания рейтинговых показателей. Для выполнения прогноза структуры и значений показателей рейтинговой системы авторами введено понятие дрейфа. Дрейф показателей учитывает введение новых показателей, удаление существующих показателей, перемещение показателей между группами. Авторами впервые вводится количественный показатель вариативности групп, по значению которого определяется стратегия прогнозирования в будущем периоде работы преподавателя в высшей школе. Для прогнозирования общего объема стимулирования предлагается комплексная методика, которая содержит четыре модуля: моделирование значений в пределах существующего диапазона в предыдущем периоде; моделирование значений нового показателя на основе введенных допущений с использованием генератора случайных чисел; исключение диапазона значений удаленных показателей; моделирование новых значений на основе изучения современного тренда показателей. Наличие гибкой информационной структуры в виде гиперкуба и комплексной математической модели позволило провести вычислительный эксперимент для прогнозирования значений групповых и индивидуальных показателей. В ходе эксперимента выявлена структурная стабильность значений, которая не приводит к резкому изменению количественного соотношения между группами показателей.

Ключевые слова: управление, профессорско-преподавательский состав, рейтинговая система, модель, прогноз

Management of academic staff activity: modeling and prediction of rating system indicators

Oksana S. Logunova,	1	logunova66@mail.ru
Elena A. Il'ina,	1	dar_nas@mail.ru
Valentina V. Koroleva,	2	taisa_67@mail.ru
Aigul' U. Akhmetova	1	msrti@mail.ru

¹ computer science and programming department, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Lenin st. 38, Magnitogorsk, 455000, Russia

² informatics and information security department, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Lenin st. 38, Magnitogorsk, 455000, Russia

Summary. This paper deals with the problem of constructing a system of rating indicators for stimulating the work of the academic staff in higher educational institution. Many areas of teacher activity (for example, educational, scientific, international, etc.) laid the basis of selection the groups of indicators in the system. Social challenge in improving the quality of educational services determines the relevance of research in the field of modeling and prediction of indicators which characterize the work of high school teacher. To predict the dynamics of the structure of the rating indicators in the system, the authors introduced the concept of drift and variability of each group. Using informational hypercube for the structure of input data allowed authors to take into account the individual characteristics of each parameter included in a mathematical model to describe the rating indicators. To make the prediction of the structure and values of rating system indicators the authors introduced the concept of drift. Drift of indicators takes into account the introduction of new indicators, the removal of existing indicators, and movement of indicators between the groups. In the article, authors introduced a novel quantitative indicator of group variability. The value of this indicator determines the prediction strategy of the teacher work in higher school in the future period. To predict the total amount of stimulating, the complex technique offered and it includes four modules: modeling values within the existing range in the previous period; modeling new index value based on the assumptions introduced using a random number generator; exclusion a range of values of deleted indicators; modeling new values based on the study of the modern trend of indicators. The presence of flexible information structure in the form of a hypercube and complex mathematical model allowed authors to carry out numerical simulation for predicting the values of individual and group indicators. During the experiment, the structural stability of values is detected, and it does not lead to a drastic changing of the quantitative ratio between the groups of indicators.

Keywords: administration, faculty, ranking system, model, forecast

Для цитирования

Логунова О.С., Ильина Е.А., Королева В.В., Ахметова А.У. Управление деятельностью профессорско-преподавательского состава: моделирование и прогнозирование показателей рейтинговой системы // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 100–114. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-100-114

For citation

Logunova O.S., Ilina E.A., Koroleva V.V., Akhmetova A.U. Management of academic staff activity: modeling and prediction of rating system indicators. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 100–114. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-100-114

Введение

Развитие современной системы высшего образования требует изменения стратегического подхода в системе управления деятельностью профессорско-преподавательского состава (ППС). В связи с этим руководство российских вузов вводит новые формы управления, среди которых популярным и научно-обоснованным является введение рейтинговой системы. Рейтинговая системы оценка деятельности ППС является одним из инструментов управления деятельностью в системе высшего учебного заведения. Выбор структуры показателей, входящих в рейтинговую системы, определяет стратегию и интенсификацию развития приоритетных направлений.

Анализ структуры показателей этой системы для российских и ведущих зарубежных высших учебных заведений, приведённый в [1], доказал, что набор основных групп является инвариантным и определяет основные виды деятельности ППС. Среди основных групп в ведущих российских высших учебных заведениях выделяются: образовательная деятельность, научно-исследовательская работа, международная деятельность. Как часть научно-исследовательской деятельности отдельно выделяется публикационная активность учёных, которая регистрируется и оценивается на основе показателей наукометрических систем международного и российского уровня. Достоинства и недостатки использования наукометрических показателей в системах управления и оценки деятельности ППС являются предметом научной дискуссии, но, тем не менее, остаются пока единственным инструментом для оценки результативности и востребованности итогов интеллектуального труда [2, 3].

В соответствии с внутренними нормативными документами организация устанавливается взаимосвязь между показателями рейтинговой оценки и денежными выплатами в виде дополнительных надбавок за высокие достижения в труде и высокий уровень квалификации [3, 4]. Введение надбавок иногда существенно изменяет уровень оплаты труда ППС и является эффективным стимулированием к повышению показателей деятельности ППС [5–7]. При введении надбавок до настоящего времени остаётся актуальной проблема соответствия затрат, понесённых на представление результатов, и заработной платы исследователя. По результатам анализа в [3] разрыв между

этим составляющими непрерывно возрастает. Затраты за 1 печатный лист с 2005 года по 2008 год возросли с 287 до 862 рублей, среднемесячная зарплата за этот период изменилась всего в 1,2 раза при росте количества публикаций в 3,92 раза.

В связи с этим становится актуальной проблема не только выбора структуры рейтинговой системы, но и прогнозирования полученного результата. Высшие учебные заведения с точки зрения управления являются социально-экономическим объектом. Принятие решение для таких объектов является социальным экспериментом, в ходе которого изменяются условия деятельности и благосостояние участников. Если при становлении рейтинговой системы (от 1 до 3 лет функционирования) других способов как декларативное назначение показателей не существует, то в последующие периоды способ «проб и ошибок» должен быть исключен из способов принятия решений [8–11]. На смену ему приходят методы системного анализа и математического моделирования для прогнозирования результатов в следующем периоде [12, 13].

В ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова» с 2012 года в системе управления деятельностью ППС функционирует система рейтинговой оценки и стимулирования деятельности ППС. За четыре года функционирования системы сформирован набор данных, полученных в ходе «социального эксперимента», для которых систематически выполнялся анализ, позволяющий оценить состояние выбранных показателей и, соответственно, уровень развития и соответствия требованиям к высшим учебным заведениям. Результаты этого анализа, изложенные в [14, 15] позволили выявить достоинства и недостатки системы, которая функционировала в прошедший период. Для принятия решения о структуре показателей и их весомости в системе рейтинговой оценки на 2016–2017 учебный год появилась возможность работать в прогностическом режиме.

Таким образом, наличие представительного массива исходных данных и стремление к повышению жизненно важных направлений вуза определило цель исследования: повышение эффективности управления деятельностью ППС высшего учебного заведения на основе научного обоснования структуры и весомости показателей рейтинговой системы, и прогнозирования результатов будущего периода.

Математическая модель рейтинговой системы

Описание рейтинговой системы для управления деятельностью профессорско-преподавательского состава вуза выполняется с помощью математической динамической модели с дрейфующими аргументами, которая имеет вид:

$$R = \alpha \sum_{i=1}^{n_K} K_i + \beta \sum_{i=1}^{n_A} A_i, \quad (1)$$

где α, β – весовые коэффициенты, принимающие значение 0,3 и 0,7, и позволяющие выполнить усиление показателей одной из групп; K_i – группы-функции, характеризующие квалификацию ППС (группа квалификации); A_i – группы-функции, характеризующие активность ППС (группа активности); n_K, n_A – количество показателей в группах квалификации и активности в отчетном периоде соответственно.

Для образовательной организации в группе активности, как правило, определяют несколько подгрупп, связанных с основными видами деятельности: учебная, научно-исследовательская, международная и т. п. Набор подгрупп является уникальным для каждого вуза и определяется достигаемыми целями.

Каждый из $n_K + n_A$ показателей групп-функций определяется:

- дрейфом – вхождением показателя в систему рейтинга и принадлежности группе;

- количеством аргументов, их типом и формой зависимости;
- значением параметров, соответствующих каждому из показателей внутри группы.

Исходные данные для определения значения функции в заданный период представляют собой двумерный массив записей, которые структурированы и каждая запись включает поля:

$$R_i = (Id_i, Name_i(7), E_i(n_K + n_A)), i = \overline{1, n_{year}}, \quad (2)$$

где R_i – запись массива данных, соответствующий работнику с номером i ; Id_i – идентификационный номер сотрудника; $Name_i(7)$ – массив строк для хранения сведений об i -ом сотруднике (фамилия, имя, отчество, учёная степень, должность, подразделение, укрупнённое подразделение); $E_i(n_K + n_A)$ – массив рейтинговых оценок – i -ого сотрудник; n_{year} – количество участников рейтинга в заданном отчётном периоде $year$. Размерность одного слоя гиперкуба a ; $(n_{year}; n_K + n_A)$ является переменной в каждом отчётном периоде.

Сохранение нескольких слоёв исходных данных за отчётные периоды функционирования рейтинговой системы позволяет сохранять в динамике историю развития и изменения значения показателей рейтинговой системы. Полная структура исходных данных образует гиперкуб. Графически структура исходных данных при их накоплении за несколько отчётных периодов приведена на рисунке 1.

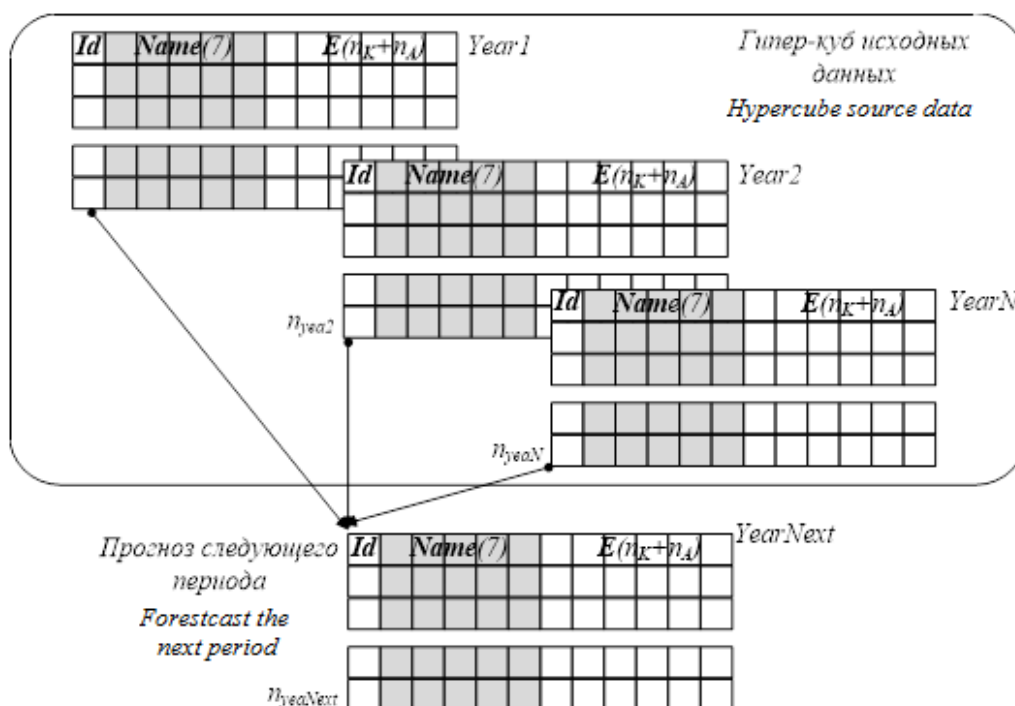


Рисунок 1. Структура исходных данных для накопления информации о рейтинговых показателях ППС

Figure 1. The structure of the input data for accumulation the information about rating indicators of the academic staff

Анализ накопленной эмпирической информации определяет эффективность функционирования системы управления деятельностью ППС, и позволяет принять эффективные решения по трансформации системы рейтинговых показателей.

Эмпирическая основа анализа эффективности структуры рейтинговых показателей

В ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

активно функционирует система управления деятельностью ППС. Одним из компонентов этой системы (с 2013 года) является введение подсистемы рейтинговой оценки достижений профессорско-преподавательского состава. В этой системе введено две основные группы: квалификация и активность (1). В основной группе активности представлено пять подгрупп, обозначение которых приведено в таблице 1.

Таблица 1.

Номенклатура групп и подгрупп системы рейтинговой оценки достижений ППС

Table 1.

Nomenclature of groups and subgroups of the academic staff achievements in the rating system

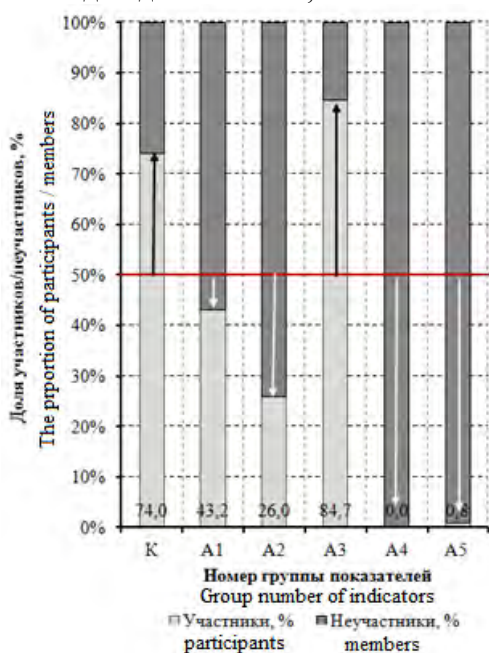
Основные группы Major groups		Подгруппа Subgroup		Примечание Note
Обозначение Designation	Назначение Appointment	Обозначение Designation	Назначение Appointment	
<i>K</i>	Квалификация ППС Qualification	×	×	×
<i>A</i>	Активность ППС Activity	<i>A</i> ₁	Учебная работа ППС Educational work	
		<i>A</i> ₂	Научно-исследовательская работа ППС Researchwork	
		<i>A</i> ₃	Публикационная активность ППС Publication activity	Выделена в отдельную группу в 2014 году, но оценивалась отдельно In a separate group in 2014, but was assessed separately
		<i>A</i> ₄	Международная деятельность International activity	Выделена в отдельную группу в 2014 году In a separate group in 2014
		<i>A</i> ₅	Дополнительные достижения ППС Additional achievements	В 2014 году обозначалась <i>A</i> ₃ In 2014 it was designated <i>A</i> ₃

Анализ накопленной информации за 2014 и 2015 годы проводился для выявления:

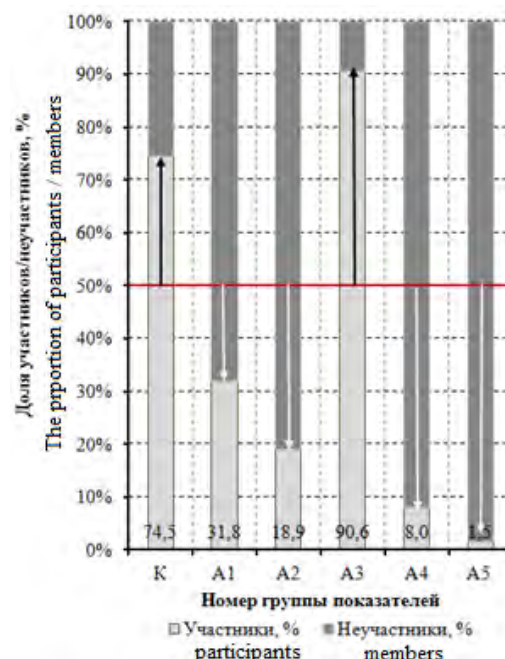
1) достижимости показателей рейтинговой системы в каждой группе, подгруппе для принятия решения о способе управления выбранным видом деятельности;

2) структурной равномерности значений оценок рейтинговой системы для принятия решений о структуре показателей в рейтинговой системе.

В результате анализа получены результаты, приведённые на рисунках 2 и 3.



a)

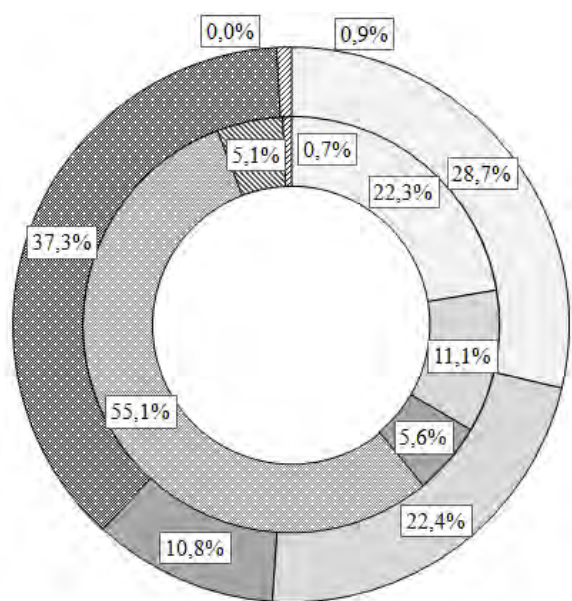


b)

Рисунок 2. Диаграмма достижимости показателей рейтинговой системы: а – 2014 год; б – 2015 год

Figure 2. Diagram of rating system indicators reachability: a – 2014 year, b – 2015 year

Результаты, представленные на рисунке 2, показывают, что достижимость показателей по группе K и подгруппе A_3 доступна более 70% от общего участников проекта, остальные показатели не достижимы для большинства ППС. Группа показателей A_5 переназначена для узкого круга преподавателей (<1% в каждом из отчётных периодов). Направление и длина стрелок на рисунке 2 указывает направление управления процессом: снизу вверх – достижимость определяется исполнителями; сверху вниз – показатель не достижим без участия управляющих структур организации.



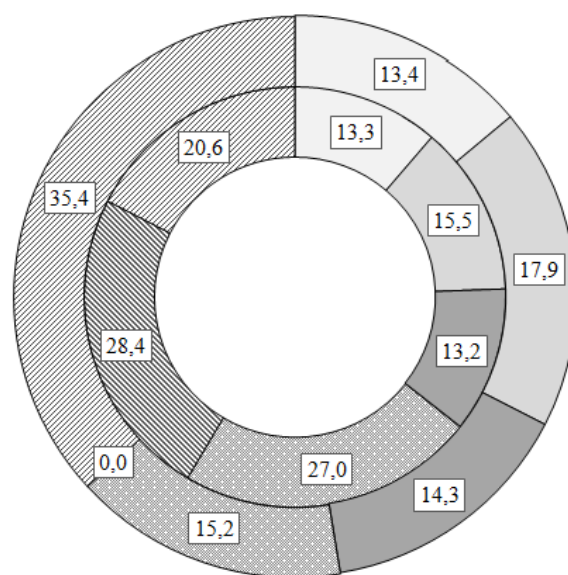
□ Квалификация
Qualification
■ Научная работа
Research work
■ Международная деятельность
International activity

На рисунке 3 внешнее кольцо соответствует данным 2014 года, внутреннее кольцо – данным 2015 года.

При изучении структуры групповых оценок предложено две методики:

– изучение распределения суммарных баллов рейтинга без учёта количества участников (рисунок 2а);

– изучение распределения суммарных баллов рейтинга с учётом количества участников (рисунок 2б).



□ Учебная работа
Educational work
■ Публикационная активность
Publication activity
■ Дополнительные показатели
Additional achievements

Рисунок 3. Структура групповых оценок: а – распределение баллов по группам и подгруппам; б – соотношение среднего балла в группе и по подгруппам

Figure 3. The structure of the group assessments: a – the distribution of scores by groups and subgroups; b – the ratio of the average score in the group and in subgroups

Согласно первой методике выделяются две крупные группы: квалификация (2014–28,7% и 2015–22,3%) и публикационная активность (2014–37,3%; 2015 – 37%). Однако, при учете количества участников проекта распределение баллов практически выравнивается, даже при введении новой группы показателей по международной деятельности и при дрейфе показателей между подгруппами. Таким образом, с точки зрения достижимости и сбалансированности показателей представленная система является эффективной.

Однако, при планировании управления деятельностью ППС в следующем периоде необходимо выполнить достоверное прогнозирование результата, учитывая, что фактически производится социальный эксперимент, определяющий уровень обеспеченности высокоинтеллектуальной группы работников. При прогнозировании результата следующего периода необходимо учитывать дрейф показателей, вид функциональной зависимости каждого показателя и вариативность параметров каждой составляющей в функции (1).

Дрейф и стратегия прогнозирования

Соответствие показателей рейтинговой системы изменяющимся требованиям к организациям, ведущим образовательную деятельность, приводит к дрейфу показателей в системе рейтинговых показателей. Под дрейфом показателей в рамках работы авторы понимают: образование новых групп и подгрупп; введение новых

показателей; объединение показателей; разделение показателей; перемещение показателей между подгруппами. На рисунке 4 приведена траектория дрейфа рейтинговых показателей, которые использовались в системе управления деятельностью ППС, за период 2014 и 2015 года, а также перспективная траектория 2016 года для прогнозирования результата.

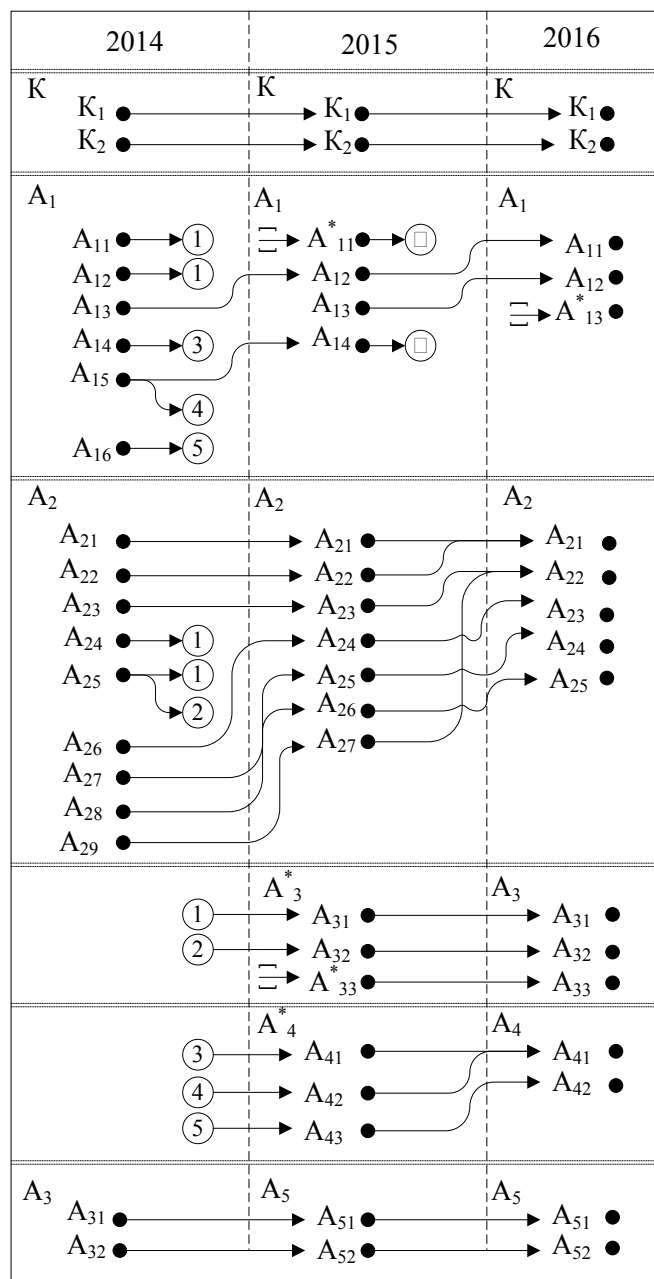


Рисунок 4. Схема дрейфа показателей рейтинга за период 2014–2016 годы. * – новый показатель; ⊗ – показатель прекратил своё действие

Figure 4. The diagram of rating indicator drifts in the period of 2014-2016 years. * – new indicator; ⊗ – indicator has stopped its effect

В таблице 2 приведена номенклатура обозначения и назначения показателей, указанных на рисунке 4.

Номенклатура обозначений показателей рейтинговой системы

Таблица 2.

Table 2.

Nomenclature of designation the rating system indicators

2014 год		2015 год		2016 год	
Обозначение Designation	Назначение Appointment	Обозначение Designation	Назначение Appointment	Обозначение Designation	Назначение Appointment
Группа К Group K					
K_1	Наличие ученой степени Academic degree	K_1	Наличие ученой степени Academic degree	K_1	Наличие ученой степени Academic degree
K_2	Наличие ученого звания The presence of academic rank	K_2	Наличие ученого звания The presence of academic rank	K_2	Наличие ученого звания The presence of academic rank
Группа А Group A					
Подгруппа А₁ Subgroup A₁					
A_{11}	Подготовка учебных изданий с грифом Preparation of textbooks with a signature stamp	A_{11}	Победители конкурса учебных изданий The winners of the competition of textbooks	A_{11}	Регистрация электронных изданий Registration of electronic media
A_{12}	Подготовка учебных пособий Training manuals	A_{12}	Регистрация электронных изданий Registration of electronic media	A_{12}	Регистрация программ в Информрегистре Register programs Informregistr
A_{13}	Регистрация электронных изданий Registration of electronic media	A_{13}	Регистрация программ в Информрегистре Register programs Informregistr	A_{13}	Освоение On-line курсов Development of On-line Courses
A_{14}	Чтение лекций на иностранном языке Lectures in foreign language	A_{14}	Чтение лекций в вузах РФ по приглашению Lecturing in the Russian Federation at the invitation of universities	×	×
A_{15}	Чтение лекций в вузах по приглашению Lecturing at the invitation of universities in	×	×	×	×
A_{16}	Участие в международном образовательном проекте Participation in the international educational project	×	×	×	×
Подгруппа А₂ Subgroup A₂					
A_{21}	Участие в хозяйственной работе Participation in the work of economic contracts	A_{21}	Участие в хозяйственной работе Participation in the work of economic contracts	A_{21}	Участие в хозяйственной работе, госконтракте, гранте Participation in the work of economic contracts, state contracts, grant
A_{22}	Участие в госконтракте или гранте Participation in state contracts, or grant	A_{22}	Участие в госконтракте или гранте Participation in state contracts, or grant	A_{22}	Участие в зарубежной НИР, в международной научной проекте Participation in foreign research, international scientific project
A_{23}	Участие в зарубежной НИР Participation in foreign research	A_{23}	Участие в зарубежной НИР Participation in foreign research	A_{23}	Получение патента на изобретение Obtaining a patent for an invention
A_{24}	Издание научной монографии The publication of scientific monographs	A_{24}	Получение патента на изобретение Obtaining a patent for an invention	A_{24}	Получение свидетельства на полезную модель Obtaining a certificate for a utility model

2014 год		2015 год		2016 год	
Обозначение Designation	Назначение Appointment	Обозначение Designation	Назначение Appointment	Обозначение Designation	Назначение Appointment
A_{25}	Публикационная активность Publication activity	A_{25}	Получение свидетельства на полезную модель Obtaining a certificate for a utility model	A_{25}	Получение свидетельства на программу для ЭВМ Obtaining a certificate on a computer program
A_{26}	Получение патента на изобретение Obtaining a patent for an invention	A_{26}	Получение свидетельства на программу для ЭВМ Obtaining a certificate on a computer program	×	×
A_{27}	Получение свидетельства на полезную модель Obtaining a certificate for a utility model	A_{27}	Участие в международном научном проекте Participation in international research projects	×	×
A_{28}	Получение свидетельства на программу для ЭВМ Obtaining a certificate on a computer program	×	×	×	×
A_{29}	Участие в международном научном проекте Participation in international research projects	×	×	×	×
Подгруппа A_3 Subgroup A_3					
A_{31}	Организация персональных выставок The organization of personal exhibitions	A_{31}	Количество статей в РИНЦ за отчетный период с учетом статуса The number of articles in the RISC for the reporting period based on the status of	A_{31}	Количество статей в РИНЦ за отчетный период с учетом статуса The number of articles in the RISC for the reporting period based on the status of
A_{32}	Подготовка профессиональных спортсменов Preparation of professional athletes	A_{32}	Значение индекса Хирша The value of the Hirsch index	A_{32}	Значение индекса Хирша The value of the Hirsch index
×	×	A_{33}	Суммарный импакт-фактор журналов, в которых опубликованы статьи отчетного периода The total impact factor of the journals in which articles by the reporting period	A_{33}	Суммарный импакт-фактор журналов, в которых опубликованы статьи отчетного периода The total impact factor of the journals in which articles by the reporting period
Подгруппа A_4 Subgroup A_4					
×	×	A_{41}	Чтение курса лекций на иностранном языке Lecturing the course in a foreign language	A_{41}	Чтение лекций в вузах за рубежом Lecturing at universities abroad
×	×	A_{42}	Чтение лекций в вузах за рубежом Lecturing at universities abroad	A_{42}	Участие в международном образовательном проекте Participation in the international project of the adjustable rated
×	×	A_{43}	Участие в международном образовательном проекте Participation in the international project of the adjustable rated		
Подгруппа A_5 Subgroup A_5					
×	×	A_{51}	Организация персональных выставок The organization of personal exhibitions	A_{51}	Организация персональных выставок The organization of personal exhibitions
×	×	A_{52}	Подготовка профессиональных спортсменов Preparation of professional athletes	A_{52}	Подготовка профессиональных спортсменов Preparation of professional athletes

Характеристики групп и подгрупп показателей рейтинговой системы

Table 3.

Characteristics of groups and subgroups of rating system indicators

Группа/ Подгруппа Group / subgroup	Отчетный период Reporting period				
	2015		2016		
	Уровень вариативности,% The level of varia- tion, %	Вид дрейфа Type of drift	Уровень вариативности,% The level of varia- tion, %	Вид дрейфа Type of drift	Изменения при прогнозировании Changes in forecasting
K	0	Нет No	0	Нет No	В пределах ранее полученного диапазона Within the range of the previously obtained
A	58	В соответствии с подгруппами In accordance with the subgroups	26	В соответствии с подгруппами In accordance with the sub- groups	В соответствии с под- группами In accordance with the subgroups
A_1	50	Удаление, перемеще- ние между подгруп- пами, введение нового Deleting, moving be- tween the subgroups, the introduction of new	50	Удаление, введение нового Deleting, the introduction of new	В пределах ранее полученного диапазона, моделирование значений нового показателя случайным образом, удаление показателей Within the range of the previously obtained, mod- eling the new index values randomly deleting indexes
A_2	22	Перемещение между группами Moving between the subgroups	28	Объединение An association	В пределах ранее полу- ченного диапазона Within the range of the previously obtained
A_3	100	Введение нового The introduction of new	0	Нет No	На основе эмпирической динамики показателей публикационной актив- ности в РИНЦ On the basis of empirical indicators of the dynamics of publication activity in the RISC
A_4	100	Перемещение между подгруппами Moving between the subgroups	33	Объединение An association	В пределах ранее полу- ченного диапазона Within the range of the previously obtained
A_5	100	Перемещение между подгруппами Moving between the subgroups	0	Нет No	В пределах ранее полу- ченного диапазона Within the range of the previously obtained

С точки зрения дрейфа показателей авторы выделяют две подгруппы:

– *показатели-константы*, которые не изменяют своего статуса и при последующем прогнозировании значения могут быть перенесены без существенного изменения;

– *показатели-варианты*, которые изменяют своё положение и при последующем прогнозировании следует учитывать межгрупповую динамику.

Для каждой группы и подгруппы определим показатель для уровня вариативности при дрейфе показателей:

$$D = \frac{n_g^{new}}{n_g}, \quad (3)$$

где n_g – количество показателей в группе;
 n_g^{new} – количество изменений для показателей в группе. Показатель считается новым, если с ним произошло хотя бы одно из выше указанных действий дрейфа.

В таблице 3 приведена характеристика групп с точки зрения вариативности согласно траектории, приведённой на рисунке 4, определяющие стратегию прогнозирования.

Таким образом, исследование дрейфа показателей продемонстрировали четыре элемента в прогнозировании функции (1) на период отчёта по управлению деятельностью ППС в 2016:

- моделирование в пределах ранее полученного диапазона осуществляется без пересчёта атрибута в (2) и рассматриваются позиции: минимальное значение из существующих минимумов по отчётным периодам; максимальное значение из максимальных из отчётных периодов; среднее значение для каждого отчётного периода;

- моделирование значений нового показателя случайным образом осуществляется введением нового поля с генерированием возможных значений;

- удаление показателей осуществляется исключением соответствующих полей из гиперкуба исходных данных (2);

- на основе эмпирической динамики показателей публикационной активности в РИНЦ осуществляется на основе предварительного прогноза показателей и использования в итоговом значении функции (1) без пересчёта основных полей гиперкуба исходных данных (2).

Функциональные зависимости показателей и вариативность параметров

Каждый показатель системы рейтинговой оценки деятельности ППС функционально зависит от уровня достижения требуемых величин. Для всех показателей определены линейные зависимости от одного или нескольких переменных. Например, для показателя:

- наличия учёной степени: $K_1 = 30n_{kand} + 50n_{doct}$, где n_{kand} – количество кандидатов наук; n_{doct} – количество докторов наук; 30 и 50 – назначенные параметры; $n_{kand} + n_{doct}$ – количество участников проекта по показателю;

- значения индекса Хирша автора по данным РИНЦ:

$$A_{32} = \sum_{i=1}^{n_h} 1(h_i - h_{li}) + 3h_{li},$$

где h_i – значение индекса Хирша i -ого сотрудника; h_{li} – значение индекса Хирша – ого сотрудника без учёта самоцитирования; n_h – количество ППС, имеющих не нулевое значение показателя в текущем периоде – количество участников проекта по показателю A_{32} ; 1 и 3 – назначенные параметры.

Каждая функциональная зависимость показателей является чувствительной к количеству участников проекта и значению назначенных параметров. Наиболее простым для прогнозирования является вариант, при котором количество участников каждого показателя является известным по ранним периодам отчётности и назначенные параметры не изменяются в течении времени. Однако, для периода 2016–2017 учебного года при прогнозировании следует учесть, что:

- вводится новый показатель по освоению On-line курсов с неизвестным количеством участников A_{13} ;

- динамику показателей публикационной активности можно выполнить только на основе анализа динамики информации по сведениям РИНЦ в предыдущие периоды для персональных данных каждого второго и динамики роста импакт-факторов журналов;

- изменены значения назначенных параметров для показателей $A_{12}, A_{25}, A_{31}, A_{32}$.

Методики и результаты прогнозирования

С учётом указанных особенностей дрейфа показателей и их чувствительности к изменяемым аргументам построено два гиперкуба исходных данных: гиперкуб исходных данных с сохранением количества участников в каждом показателе за исключением показателя A_{13} ; гиперкуб исходных данных с количеством участников проекта после кадровой оптимизации.

Для прогнозирования значений параметра A_{13} предлагается методика:

- 1) для каждого участника проекта по показателю A_{13} сгенерировать случайное число ω в диапазоне $[0;1]$;

- 2) ввести гипотезу об успешном освоении on-line курсов в зависимости от занимаемой должности: «Вероятность успешного освоения on-line курсов по собственному желанию ППС составляет: 20% для должности профессора; 35% – доцента и 50% – ассистента и старшего преподавателя»;

- 3) в соответствии с гипотезой сформировать соответствующее поле в гиперкубе исходных данных (2) по формуле:

$$A_{13i} = 40 \cdot \begin{cases} 1, & \text{если } Cond = true; \\ 0, & \text{если } Cond = false; \end{cases} \quad (4)$$

где $Cond$ – условие определённое гипотезой и формально имеет вид:

$$Cond = (pos = 1 \wedge \omega < 0,2) \vee (pos = 2 \wedge \omega < 0,35) \vee ((pos = 3) \vee (pos = 4) \wedge \omega < 0,50),$$

где pos – обозначение должности ППС: 1 – профессор, заведующий кафедрой, директор института, декан факультета; 2 – доцент; 3 – старший преподаватель; 4 – ассистент;

4) вычислить показатель по группе A_{13} :

$$A_{13} = \sum_{i=1}^{n_{A_{13}}} A_{13i}, \quad (5)$$

где $n_{A_{13}}$ – количество участников проекта с ненулевыми показателями.

Достоверность гипотезы может быть установлена после проведения анализа по результатам окончания прогнозируемого отчётного периода. При указанных условиях моделирования получаем для показателя A_{13} следующие статистические характеристики:

- среднее количество участников – 200 человек (20,3%);
- суммарный балл – 7800;
- среднее количество баллов на одного участника – 40.

Для прогнозирования значений публикационной активности предлагается методика, основанная на изменении суммарных показателей с поправочными коэффициентами и прогнозируемом приросте показателей за предыдущие отчётные периоды. Коррекция показателей производится по формулам:

$$A_{31} = 0,7(3(n_{2016} - n_{v2016}) + 15n_{v2016}), \quad (6)$$

где 0,7 – весовой коэффициент группы; 3 и 15 – назначенные коэффициенты показателя; n_{2016} и n_{v2016} – прогнозируемое количество публикаций в 2016 году коллективом вуза; v – индекс, обозначающий особый статус публикации (статья в журнале ВАК и книга) и определяется соотношением:

$$n_{2016} = n_{2015} + \Delta; \Delta = n_{2015} - n_{2014}, \quad (7)$$

где n_{2015} и n_{2014} – соответствующие количественные показатели организации в 2015 и 2014 отчётных периодах;

$$A_{32} = 0,7(k_h(1(h - h_1) + 4h_1)), \quad (8)$$

где h – значение суммарного индекса Хирша участников проекта в 2015 году; h_1 – значение суммарного индекса Хирша без самоцитирования участников проекта в 2015 году; 1 и 4 – назначенные параметра показателя; k_h – поправочный коэффициент на прирост индекса Хирша организации, определяющийся соотношением:

$$k_h = \frac{h_{org2015}}{h_{org2014}}, \quad (9)$$

где $h_{org2015}$ и $h_{org2014}$ – значения индекса Хирша организации соответственной в 2015 и 2014 году и на 27.07.2016 значение поправочного коэффициента составляет 1,049;

$$A_{33} = 0,7P_{IF}IF_{2015}k_{IF}n_{ja2016}, \quad (10)$$

где P_{IF} – назначенный параметр; IF_{2015} – средневзвешенный импакт-фактор журналов, в которых опубликованы статьи в 2015 году; k_{IF} – поправочный коэффициент, характеризующий равномерный прирост импакт-факторов журналов и определяемый по формуле (10); n_{ja2016} – прогнозируемое количество журнальных статей в 2016 году, определяемое по соотношению (11):

$$k_{IF} = \frac{IF_{2015}}{IF_{2014}}, \overline{IF}_{2015} = 0,355 \text{ и } \overline{IF}_{2014} = 0,191; \quad (11)$$

$$n_{ja2016} = n_{ja2015} + \Delta; \Delta = n_{ja2015} - n_{ja2014}, \quad (12)$$

где $\overline{IF}_{2015}$ и $\overline{IF}_{2014}$ – средние значения импакт-факторов журналов, в которых опубликованы статьи в 2015 и 2014 годах; n_{ja2015} и n_{ja2014} – количество журнальных статей, опубликованных в 2015 и 2014 годах и на 27.07.2016 значение поправочного коэффициента составляет 1,86.

Назначение параметра P_{IF} является не-прогнозируемым процессом. За период 2014–2015 года произошёл резкий скачок в значении импакт-факторов практически всех журналов. На рисунке 5 показана динамика двухлетнего импакт-фактора для четырёх журналов, в которых опубликовано наибольшее количество статей работниками организации: Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова (ВМГТУ); Горный информационно-аналитический журнал (ГИАЖ); Известия вузов. Чёрная металлургия (ИВ.ЧМ); Математическое и программное обеспечение систем в промышленной и социальной сферах (МиПОС). И если на рис. 5а наблюдается возрастающая тенденция роста для всех журналов, то темп прироста в относительных показателях носит случайный и непредсказуемый характер.

Поэтому прогнозирование значения импакт-фактора по назначению P_{IF} является «гаданием на кофейной гуще». Поэтому для назначения P_{IF} принимаем методику сбалансированного ограничения. Согласно этой методике должен соблюдаться баланс между показателями группы публикационной активности. Например, установив ограничение от 25 до 50% от общей суммы показателей группы A_3 :

$$\frac{1}{4} \sum_{i=1}^3 A_{3i} \leq A_{33} \leq \frac{1}{2} \sum_{i=1}^3 A_{3i}.$$

С помощью простых аналитических преобразований получаем ограничения на значения параметра P_{IF} :

$$\frac{1}{3} \frac{A_{31} + A_{32}}{M} \leq P_{IF} \leq \frac{A_{31} + A_{32}}{M}, \quad (13)$$

где $M = 0,7IF_{2015}k_{IF}n_{ja2016}$.

Таким образом, прогнозирование по группе показателей A_3 становится сбалансированным. Исходные данные для прогнозирования значения показателей группы A_3 приведены в таблице 4.

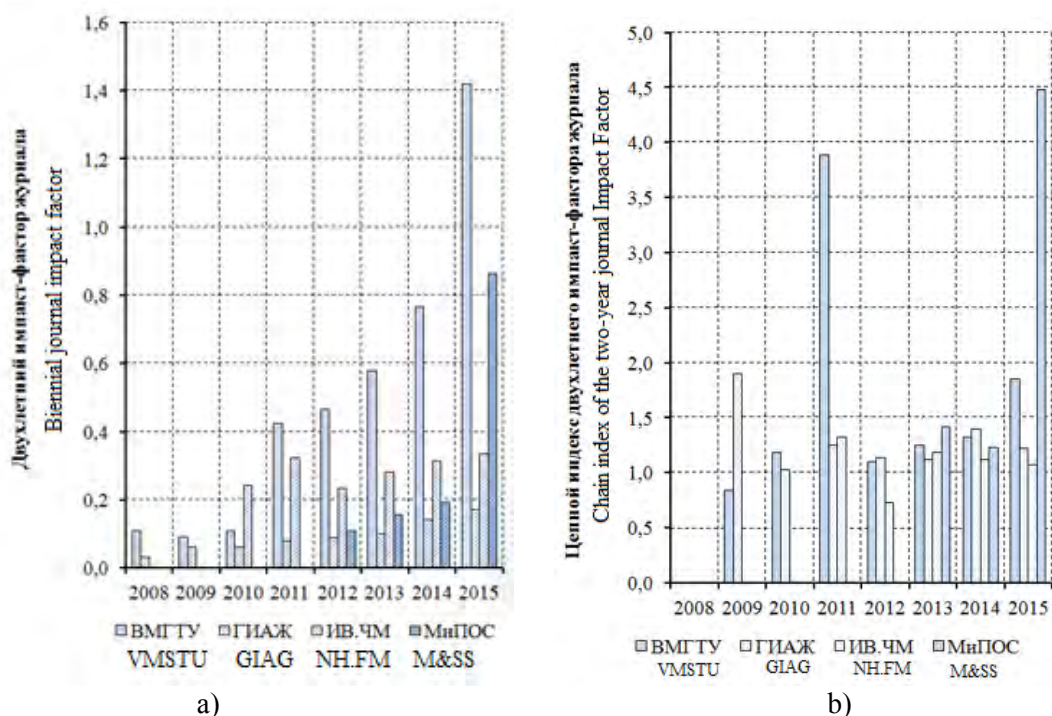


Рисунок 5. Динамика импакт-факторов журналов: а – в абсолютных показателях; б – относительных показателя
Figure 5. Dynamics of journal impact factors: a – in absolute measures; b – in relative measures

Таблица 3.

Значения показателей для прогноза в 2016 году по группе A_3

Table 3.

The values of indicators for prediction in 2016 by a group A_3

Показатель Index	Отчетный период Reporting period		
	2014	2015	Прогноз на 2016 Forecast for 2016
n_{Year}	2668	3883	5098
n_{vYear}	608+161	626+277	644+393
h	—	3391	—
h_1	—	2601	—
$h_{orgYear}$	41	43	—
n_{jaYear}	1750	2112	2474

С использование исходных данных таблицы 4 получаем следующие результаты:

$$A_{31} = 0,7 \cdot (3 \cdot (5098 - (644 + 393)) + 15 \cdot (644 + 393)) = 0,7 \cdot 27738 = 19416;$$

$$A_{32} = 0,7 \cdot (1,049 \cdot (1 \cdot (3391 - 2601) + 4 \cdot 2601)) = 0,7 \cdot 11742 = 8219;$$

$$M = 0,7 \cdot 0,356 \cdot 1,86 \cdot 2474 = 11470;$$

$$1 \leq P_{IF} \leq 3, 11470 \leq A_{33} \leq 34412.$$

Общая сумма баллов составляет:

$$19416 + 8219 + [11470; 34412] = [39106; 66742].$$

В среднем на одного участника проекта от 40 до 69 баллов.

Результаты изменения структуры групповых оценок в прогнозном 2016 году и отчётном 2015 году при $P_{IF} = 1$ приведено на рисунке 6.

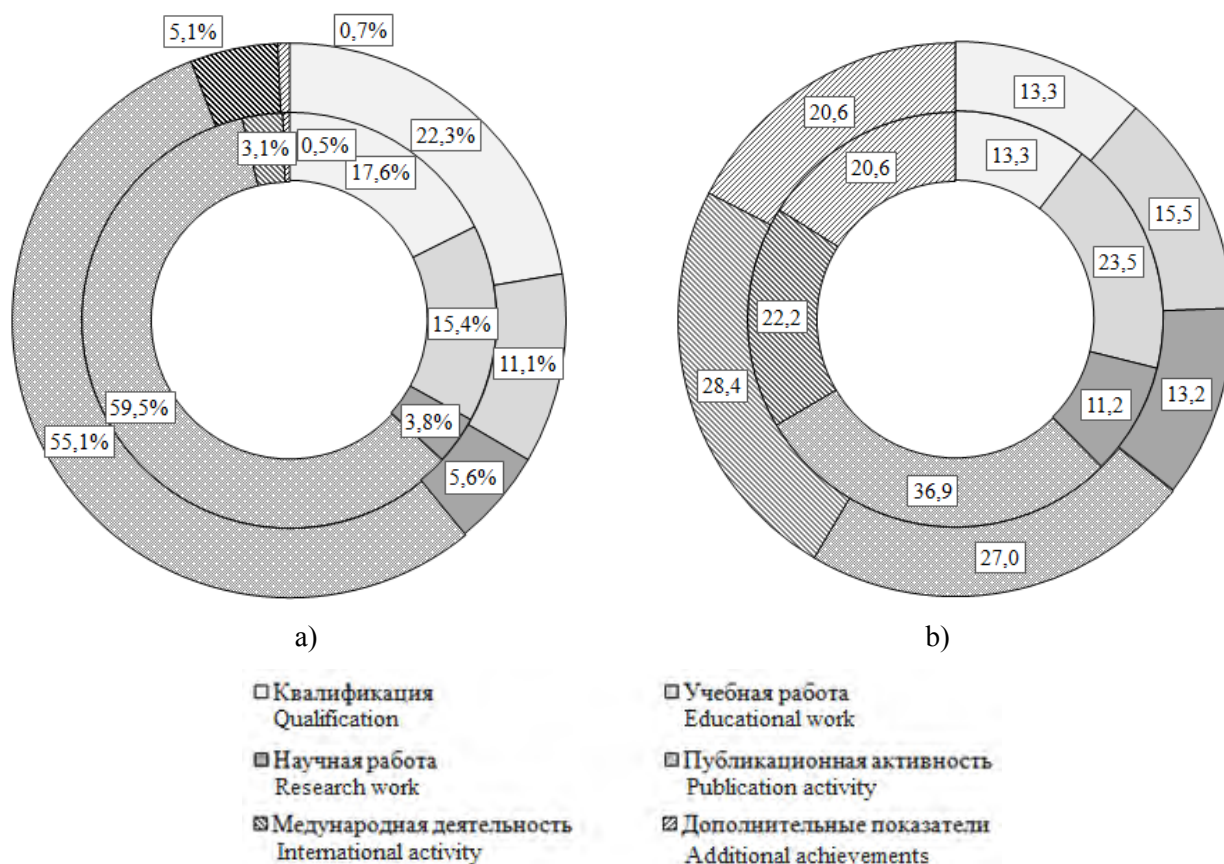


Рисунок 6. Структура групповых оценок: а – распределение баллов по группам и подгруппам; б – соотношение среднего балла в группе и по подгруппам

Figure 6. The structure of the group assessments: a – the distribution of scores by groups and subgroups; b – the ratio of the average score in the group and subgroups

На рисунке 6 внешнее кольцо соответствует данным 2015 года, внутреннее кольцо – данным 2016 года.

Заклучение

1. Современные системы управления деятельностью профессорско-преподавательского состава требуют введения новых форма управления, одной из которых является рейтинговая система. Основная часть математической модели является довольно простой и, как правило, представляет собой линейную комбинацию выбранных показателей и весовых коэффициентов. Однако, каждый отчётный период требует не только анализа результатов, но и прогнозирование предполагаемых будущих значений.

2. При прогнозировании результатов следует учитывать особенности показателей, такие как дрейф показателей, вариативность формы зависимости и значений параметров.

Вид дрейфа определяет стратегию прогнозирования и изменение структуры гиперкуба исходных данных.

3. Для вновь вводимых показателей должен выбираться метод прогнозирования, который определяется их смыслом и динамикой во времени. В качестве основных методов рекомендуется метод генерирования значений для случайных процессов, которые ограничиваются вводимыми гипотезами, и балансово-интервальный способ, позволяющий назначать параметры после истечения отчётного периода для соблюдения баланса между показателями внутри группы.

4. Применение стратегии с учётом дрейфа рабочих показателей и методов оценки вновь вводимых показателей позволило выполнить прогноз структуры новой системы и сбалансировать показатели группы публикационной активности профессорско-преподавательского состава.

ЛИТЕРАТУРА

1 Гришина О.А., Сагинова О.В., Скоробогатых И.И. и др. Оценка эффективности преподавателя в современном образовательном учреждении: монография. Новосибирск: Издательство ЦРНС, 2015. 114 с.

2 Брумштейн И.Ю., Баганина А.А., Ахмедова Р.Р., Горбачева А.Н. Сравнение наукометрических показателей публикационной активности вузов в прикаспийских регионах России // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2016. № 1(33). С. 79–90.

3 Bedarkar M., Pandita D. A Study on the Drivers of Employee Engagement Impacting Employee Performance // Social and Behavioral Sciences. 2014. V. 133. P. 106–115.

4 Ильин А.Е., Ильинова О.В. Экономическая сущность и элементы системы материального стимулирования труда // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2013. № 9. С. 2–5.

5 Феоктистова О.А. Результаты труда научных работников: инструменты государственного стимулирования качества // Наукоедение. 2014. № 5(24). С. 1–17.

6 Бочарников Д.А. Некоторые проблемы системы оплаты труда научных и педагогических работников относящихся к профессорско-преподавательскому составу // Актуальные проблемы российского права. 2015. № 10(59). С. 120–125.

7 Weihua A. Instrumental variables estimates of peer effects in social networks // Social Science Research. 2015. V. 50. P. 382–394.

8 Santos L.M., Amorim L.D., Santos D.N., Barreto M.L. Measuring the level of social support using latent class analysis // Social Science Research. 2015. V. 50. P. 139–146.

9 Эмиров Н.Д., Лабутина Л.М. Социальный эксперимент и продвижение инновационных технологий управления в социальной сфере // Вестник ИжГТУ. 2013. № 3(59). С. 68–71.

10 Барбаков О.М., Горева О.М. Социальный эксперимент на виртуальном пространстве как форма контроля инновационных технологий в системе вузовского образования // Известия высших учебных заведений. Социология. Экономика. Политика. 2007. № 4. С. 86–89.

11 Сидоров А.А., Байгунчекова А.Т. Социальный эксперимент «цена современного общества». Ресурсоэффективным технологиям – энергию и энтузиазм молодых. Сб науч. тр. VI Всероссийской конференции. Томск: Национальный исследовательский томский политехнический университет, 2015. С. 447–448.

12 Yamazaki K. Regularity criteria of the three-dimensional MHD system involving one velocity and one vorticity component // Nonlinear Analysis: Theory, Methods & Applications. 2016. V. 135. P. 73–83.

13 Lin Xu, Chao-Fan Xie, Lu-Xiong Xu The Reliability and Economic Analysis Comparison Between Parallel System and Erlang Distribution System // Advances in Intelligent Systems and Computing. 2016. V. 10. P. 35–42.

14 Логунова О.С., Леднов А.В., Королева В.В. Результаты анализа публикационной активности профессорско-преподавательского состава ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова» // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2014. № 3(47). С. 78–87.

15 Логунова О.С., Егорова Л.Г., Королева В.В. Динамика показателей публикационной активности профессорско-преподавательского состава Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2015. № 3 (51). С. 101–112.

REFERENCES

1 O.A. Grishina, O.V. Saginova, I.I. Skorobogatyy et al. Otsenka effektivnosti prepodavatelya v sovremennom uchebnoy zavedenii [Evaluation of the effectiveness of the teacher in a modern educational institution] Novosibirsk, TsRNS, 2015. 114 p. (in Russian)

2 Brumsteyn Yu.M., Baganina A.A., Akhmedova R.R., Gorbacheva A.N. Comparison of the universities spring activities scientometric indicators in Russian Caspian Regions. *Prikaspiyski zhurnal: control i vysokie tekhnologii* [Caspian journal: control and High technology] 2016, no 1(33), pp. 79–90. (in Russian)

3 Bedarkar M., Pandita D. A Study on the Drivers of Employee Engagement Impacting Employee Performance. *Social and Behavioral Sciences*. 2014, no 133, pp. 106–115.

4 Ilin A.E., Ilinova O.V. The economic essence and elements of the system material incentives. *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* [Proceedings of Kursk State Agricultural Academy] 2013, no 9, pp. 2–5. (in Russian)

5 Feoktistova O.A. The results of scientific employees: tools of the state to stimulate quality. *Naukovedenie* [Science of Science] 2014, no 5(24), pp. 1–17. (in Russian)

6 Bocharnikov D.A. Difficulties in the payment scheme of academic and teaching staff. *Aktual'nye problem rossiiskogo prava* [Actual problems of Russian law] 2015, no 10(59), pp. 120–125. (in Russian)

7 Weihua A. Instrumental variables estimates of peer effects in social networks. *Social Science Research*. 2015, no 50, pp. 382–394.

8 Santos L.M., Amorim L.D., Santos D.N., Barreto M.L. Measuring the level of social support using latent class analysis. *Social Science Research*. 2015, no 50, pp. 139–146.

9 Emirov N.D., Labutina L.M. Social Experiment and Advancement of Innovative Management Technologies in Social Sphere. *Vestnik IzhGTU*. [Proceedings of IzhSTU] 2013, no 3(59), pp. 68–71. (in Russian)

10 Barbakov O.M., Goreva O.M. Social Experiment on Virtual Space as the Form of Control of Innovation Technologies in the System of Higher Education. *News from Higher Educational Institutions. Sociology. Economy. Politics*. 2007, no 4, pp. 86–89. (in Russian)

11 Sidorov A.A., Baygunchekova A.T. Social experiment "the price of a modern society". *Resursoeffektivnym tekhnologiyam – energiyu molodykh* [Resource-efficient technologies - the energy and enthusiasm of young] Tomsk, Tomsk Polytechnic University, 2015, pp. 447–448. (in Russian)

12 Yamazaki K. Regularity criteria of the three-dimensional MHD system involving one velocity and one vorticity component. *Nonlinear Analysis: Theory, Methods & Applications*. 2016, no 135, pp. 73–83.

13 Lin Xu, Chao-Fan Xie, Lu-Xiong Xu. The Reliability and Economic Analysis Comparison Between Parallel System and Erlang Distribution System. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 2016, no 10, pp. 35 – 42.

14 Logunova O.S., Lednov A.V., Koroleva V.V. Analysis of the Publication Activity of the Teaching Staff at Nosov Magnitogorsk State Technical University. *Vestnik Magnitogorskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta imeni G.I. Nosova* [Pro-

ceedings of Nosov Magnitogorsk State Technical University] 2014, no 3(47), pp. 78–87. (in Russian)

15 Logunova O.S., Egorova L.G., Koroleva V.V. A Trend in Indexes of the Publication Activity of the Academic Staff at Nosov Magnitogorsk State Technical University. *Vestnik Magnitogorskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta imeni G.I. Nosova* [Proceedings of Nosov Magnitogorsk State Technical University] 2015, no 3 (51), pp. 101–112. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Оксана С. Логунова д. т. н., зав. кафедры Вычислительной техники и программирования, профессор, Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова, ул. Ленина, 38, г. Магнитогорск, 455000, Россия, logunova66@mail.ru

Елена А. Ильина к. п. н., доцент, кафедра Вычислительной техники и программирования, Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова, ул. Ленина, 38, г. Магнитогорск, 455000, Россия, dar_nas@mail.ru

Валентина В. Королева к. п. н., доцент, кафедра Информационной безопасности, Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова, ул. Ленина, 38, г. Магнитогорск, 455000, Россия, taisa_67@mail.ru

Айгуль У. Ахметова студент, кафедра Вычислительной техники и программирования, Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова, ул. Ленина, 38, г. Магнитогорск, 455000, Россия, msrti@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи

Оксана С. Логунова несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 10.10.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 17.11.2016

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Oksana S. Logunova doctor of technical sciences, head of the department, computer science and programming department, Nosov Magnitogorsk state technical university, Lenin str., 38, Magnitogorsk, 455000, Russia, logunova66@mail.ru

Elena A. Il'ina candidate of pedagogical sciences, assistant professor, computer science and programming department, Nosov Magnitogorsk state technical university, Lenin str., 38, Magnitogorsk, 455000, Russia, dar_nas@mail.ru

Valentina V. Koroleva candidate of pedagogical sciences, assistant professor, computer science and programming department, Nosov Magnitogorsk state technical university, Lenin st. 38, Magnitogorsk, 455000, Russia, dar_nas@mail.ru, taisa_67@mail.ru

Aigul' U. Akhmetova student, computer science and programming department, Nosov Magnitogorsk state technical university, Lenina str. 38, Magnitogorsk, 455000, Russia, msrti@mail.ru

CONTRIBUTION

All authors have equally participated in writing the manuscript

Oksana S. Logunova is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 10.10.2016

ACCEPTED 11.17.2016

Разработка мясных паштетов повышенной пищевой и биологической ценности с применением пророщенного зерна чечевицы

Людмила В. Антипова¹ antipova.l54@yandex.ru
Анастасия А. Мищенко¹ nastya27-94@mail.ru

¹ кафедра технологии продуктов животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Реферат. Одним из актуальных технологических направлений в производстве продуктов, сбалансированных по химическому и аминокислотному составу, является разработка способов обогащения продуктов белком, витаминами и минеральными веществами. В решении данной задачи издавна применяется способ обогащения продуктов растительным сырьем для создания высокопитательных и полезных продуктов, доступных для различных социальных групп. Теоретически обоснован выбор объекта исследования – чечевица, которая имеет ряд преимуществ в пищевых системах. Проанализирован способ повышения биологической ценности объекта в процессе проращивания семян - отмечено улучшение сбалансированности аминокислотного состава. Разработан мясной паштет с использованием пророщенного зерна и исследованы его основные функционально-технологические (ФТС), органолептические свойства и перевариваемость. При определении функционально-технологических характеристик было выявлено увеличение ФТС-показателей, таких как влагосвязывающая, влагоудерживающая, жирудерживающая, эмульгирующая способности при добавлении пророщенной чечевицы. По результатам органолептической оценки выявлено улучшение консистенции паштета при замене 50 % мясного сырья пророщенной чечевицей, а по внешнему виду, цвету, запаху и вкусу контрольный и опытный продукты практически идентичны. Перевариваемость паштета составила 97 %. Предложены различные пути использования пророщенного зерна для создания продуктов, как для общественного, так и для лечебно-профилактического питания.

Ключевые слова: аминокислотный состав, биологическая ценность, чечевица, проращивание, мясные паштеты, функционально-технологические свойства, перевариваемость

The development of meat pate with increased the food and biological values with germinated grains lentils

Luydmila V. Antipova¹ antipova.l54@yandex.ru
Anastasiya A. Mishchenko¹ nastya27-94@mail.ru

¹ technology animal products department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia

Summary. One of the important technological trends in food production, balanced on the chemical and amino acid composition is the development of methods for enrichment product protein, vitamins and minerals. The solution to this problem has long been used a method of enrichment of vegetable raw materials to create a nutrient and healthy products available to different social groups. In theory justified the choice of research object – lentils, which have a number of advantages in food systems. Analyzed method of increasing the biological value of the object in the process of germination grains and marked improvement the balance of amino acid composition. Designed meat pate with using germination grains and investigated its main functional-technological (FTC), organoleptic properties and digestibility. In determining, the functional-technological characteristics revealed an increase in FTC-indicators, such as water binding, water holding, fat holding, and emulsifying ability when you add germination lentils. According to the results of organoleptic evaluation revealed improvement in the consistency of meat pate, when replacing 50% of raw meat, germination lentils, and in appearance, color, smell and taste, control and test products are almost identical. The digestibility of the paste was 97%. Proposed different options of using germination grains of lentils to create a products for public and preventive nutrition.

Keywords: amino acid composition, biological values, lentils, germination, meat pate, functional-technological characteristics, digestibility

Введение

В настоящее время глобальной мировой проблемой является дефицит белкового питания, и на протяжении последних десятилетий, ситуация остается напряженной. Согласно исследованиям Роспотребнадзора за последние три года, более 56% населения России испытывает дефицит белка. Потребление белков животного происхождения в России снизилось на 30%, увеличилось потребление легкоусвояемой

углеводсодержащей пищи (картофеля, хлебо-продуктов, макаронных изделий) и снизилось потребление сложных углеводов (зерновые, бобовые культуры). Кроме того, более 95% потребителей злоупотребляют продуктами с высоким содержанием жиров. Последствием несбалансированного питания, по мнению экспертов, является рост сердечно-сосудистых заболеваний и таких эндокринных нарушений как сахарный диабет.

Для цитирования

Антипова Л. В., Мищенко А. А. Разработка мясных паштетов повышенной пищевой и биологической ценности с применением пророщенного зерна чечевицы // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 115–120. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-115-120

For citation

Antipova L. V., Mishchenko A. A. The development of meat pate increased the food and biological values with determinate grains lentils. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 115–120. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-115-120

Традиционным путем улучшения качества продуктов питания и увеличения в них содержания белков является комбинирование белоксодержащих систем с использованием растений, где наибольшую популярность получили зернобобовые, масличные и злаковые культуры. Рядом авторов [1–3,8–10] и опытом реального производства показана перспективность и целесообразность их применения для увеличения выхода пищевых продуктов и улучшения качества белка в них. Это обеспечивается за счет добавления семян бобовых культур: сои, нута, чечевицы, гороха, люпина.

При обогащении мясных продуктов наибольшей популярностью среди производителей пользуется соя, однако климат центральной России не позволяет выращивать ее в достаточных количествах, что ставит производителей в положение импорт зависимости. Вместе с тем анализ источников отечественного пищевого белка и исследование его функционально-технологических свойств показали, что среди бобовых

культур представляет интерес чечевица, выгодно отличающаяся устойчивой урожайностью, неприхотливостью к почвам, а климат большинства территорий центральной России, в том числе и Воронежской области полностью соответствует наиболее благоприятным условиям для выращивания чечевицы [4].

Чечевица является поистине ценной культурой, так как по своей энергетической ценности и содержанию белка практически не уступает сое (таблица 1), однако отличается оптимальным аминокислотным составом (таблица 2) и содержит в своем составе лишь ингибитор трипсина в пищеварительной системе. Углеводная фракция чечевицы содержит наименьшее количество олигосахаридов, вызывающих кишечный метеоризм (таблица 3) [1–3]. Чечевица издавна признана целебной культурой, которая нашла применение в составе многих продуктов.

Таблица 1.

Пищевая и энергетическая ценность бобовых культур

Table 1.

Food and energy value of legumes

	Белки, г / Proteins, g	Жиры, г / Fats, g	Углеводы, г / Carbohydrates, g	Энергетическая ценность, ккал / Energy value, ccal
Соя / Soybean	16	6,8	40,1	278
Чечевица / Lentil	25	1,5	46,3	295

Таблица 2.

Аминокислотный состав белка продуктов, мг/100 г

Table 2.

Amino acid composition of protein products

Аминокислоты / Amino acids	Яйцо / Egg	Чечевица / Lentil	Соя / Soybean
Незаменимые: / Indispensable:			
Валин / Valine	772	802	2090
Изолейцин / Isoleucine	597	1049	1810
Лейцин / Leucine	1081	2437	2670
Лизин / Lysine	903	2367	2090
Метионин / methionine	424	351	560
Треонин / Threonine	610	1273	1390
Триптофан / Tryptophan	204	169	450
Фенилаланин / Phenylalanine	652	1061	1610
Заменимые: / Interchangeable:			
Аспарагин / Asparagine	1229	2237	2820
Серин / Serin	710	987	1470
Глутаминовая кислота / Glutamic acid	1773	3630	6050
Пролин / Proline	396	822	1860
Глицин / Glycine	416	1109	1420
Цистин / Cysteine	293	312	620
Тирозин / Tyrosine	476	923	1060
Гистидин / Histidine	340	664	980
Аргинин / Arginine	787	1960	2340

Состав углеводной фракции бобовых

Table 3.

The composition of the carbohydrate fraction of legumes

Показатель / Index	Соя / Soybean	Чечевица / Lentil
Углеводы / Carbohydrates	8,8%	20%
Моно-и дисахариды / Mono-and disaccharides	11,4%	5%
Сахароза / Saccharose	5,1%	3,1%
Крахмал / Starch	11,6%	75%
Клетчатка / Cellulose	54%	19,8%
Олигосахариды / Oligosaccharides	4%	1,4%

В последнее время появились сведения о роли проращивания в улучшении состава семян и зерен. Открытие ценности пророщенных объектов традиционно приписывается китайцам, которые научились проращивать бобовые много веков назад. Веками пиво всех сортов делалось из пророщенного зерна. По мнению доктора Эдварда Хоуэлла (Edward Howell), специалиста по ферментам, в прошлом мы ели большую часть зерна в частично пророщенной форме. Зерно, выстаяваясь на открытых полях в снопах и копнах, часто уже начинало прорасти к тому времени, как его переносили в хранилище. [5]

Последние научные исследования в данной области предполагают, что в момент проращивания в зерне формируются биологически активные вещества, в разы увеличивается содержание белка, клетчатки, антиоксидантов и витамина С. В частности отмечено снижение массовой доли олигосахаридов в процессе проращивания, а так же увеличение количества белка, минеральных веществ (кальция, железа, калия) и витаминов. [6]

В связи с недостатком сведений о конкретных изменениях биологической ценности в результате проращивания, целью экспериментальных исследований стало изучение аминокислотного состава чечевицы до и после проращивания, с последующим применением в составе мясных продуктов для улучшения перевариваемости и функционально-технологических свойств пищевых систем при обогащении их минеральными веществами и витаминами.

Материалы и методы.

Экспериментальные исследования проводили в условиях НИЛ кафедр технологии продуктов животного происхождения ВГУИТ, физической и аналитической химии, физики, центра коллективного пользования ВГУИТ и Воронежской областной ветеринарной лаборатории.

В качестве материалов исследования были взяты следующие объекты: коричневая столовая чечевица, пророщенная чечевица, паштет из белого мяса птицы с заменой 50% мясного сырья гидратированной пророщенной чечевицей.

Определение аминокислотного состава зерен чечевицы проводили методом высокоэффективной жидкостной хроматографии на аминокислотном анализаторе в соответствии с инструкцией к прибору.

При изучении функционально-технологических свойств паштета, определение влаго-связывающей способности проводили методом прессования, влагоудерживающей способности – с помощью молочного жиромера. Определение жирудерживающей способности проводили методом определения массовой доли жира в паштете до и после термообработки, эмульгирующей способности и стабильности эмульсии – методом центрифугирования [7].

Оценка химического состава и биологической ценности проводилась с использованием компьютерной программы для моделирования рецептур Generic, изучение перевариваемости продукта проводилось методом *in-vitro* [7].

Была проведена органолептическая оценка мясных продуктов по девятибалльной шкале для установления соответствия показателей качества готовых продуктов требованиям нормативно-технической документации. [7]

Результаты и их обсуждение.

Бобы чечевицы замачивали при температуре 18°C в течение 18 часов до влажности 26–28% и проращивали в течение 4 суток при температуре 13–16 °C до длины ростков 3–4 см.

Пробу для определения аминокислотного состава брали через 72 часа после начала проращивания, результаты сравнивали с образцом не пророщенной чечевицы. В процессе проращивания отмечается существенное повышение биологической ценности семени, за счет улучшения сбалансированности состава незаменимых аминокислот (рисунок 1).

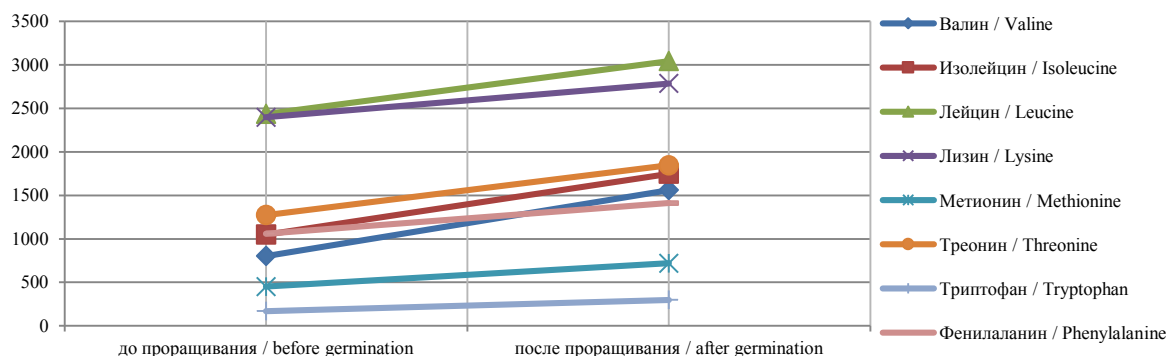


Рисунок 1. Содержание незаменимых аминокислот в процессе проращивания чечевицы.

Figure 1. The content of essential amino acids in the process of germination lentils

Особое внимание стоит обратить на существенное увеличение лизина и триптофана – особо ценных незаменимых аминокислот. Лизин – используется при образовании клеточных белков, костной ткани, особенно необходим в эмбриогенезе, а триптофан участвует в образовании витаминов, клеточного белка в зерне и серотонина в организме человека.

В ходе экспериментальных исследований был получен паштет с заменой 50% мясного сырья (белого мяса птицы) на растительное (пророщенную чечевицу) без ухудшения качественных и органолептических показателей. В соответствии с имеющимися литературными данными, не пророщенную чечевицу целесообразно добавлять порядка 15% к массе сырья, а при содержании чечевицы >15% наблюдается ухудшение органолептических свойств продукта ввиду усиления бобового привкуса. Однако в процессе замачивания и проращивания данные свойства нивелируются: снижается привкус бобовых, уменьшается содержание олигосахаридов в углеводной фракции, в связи с чем пророщенную чечевицу рекомендуется добавлять в значительно больших количествах (50%). Выбор мясного сырья основан на возрастающей популярности белого мяса птицы в мировом потреблении мяса, благодаря оптимальному соотношению цена/качество, низкому содержанию жира, а также кулинарно-технологическому преимуществу. Кроме того, более половины

объема произведенного мяса в России за 2015 год составила птица (58%), среди которой основную долю занимает куриное мясо (96%), что предопределяет развитие широкомасштабного производства.

Предварительно белое мясо птицы и пророщенную чечевицу бланшировали ($t = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$, 25–35 мин) и измельчали. Одновременно готовили томатную пасту из измельченных томатов с добавлением оливкового масла, зелени и чеснока. Полученные ингредиенты смешивали, добавляли специи и гомогенизировали для получения однородной мажеобразной паштетной массы.

При определении функционально-технологических характеристик было выявлено увеличение ФТС-показателей, таких как влагосвязывающая, влагоудерживающая, жироудерживающая, эмульгирующая способности (рисунок 2), при использовании комбинации из пророщенной чечевицы и измельченной куриной грудки с добавлением специй.

По результатам разработана рецептура паштета, определены его потребительские свойства, пищевая и биологическая ценность. Данный продукт отличается повышенной биологической ценностью, сбалансированным аминокислотным, витаминным и минеральным составом и способствует улучшению перевариваемости (таблица 4).

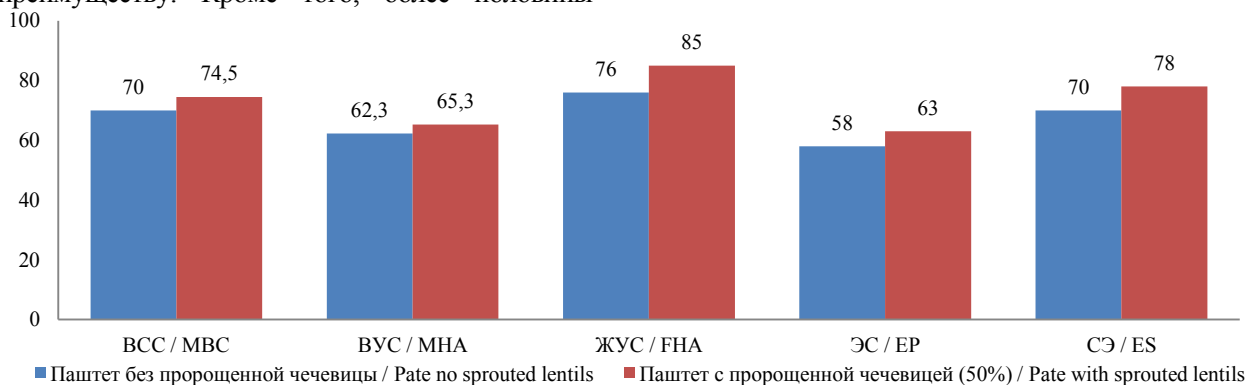


Рисунок 2. Сравнение функционально-технологических свойств паштетов

Figure 2. Comparison of functional and technological properties of pate

Химический состав и биологическая ценность продукта

Table 4.

Chemical composition and biological value of the product

Показатель Index	Паштет (50%) / Paste (50%)	Аминокислотный SKOP, % / Amino acid SKOP, %
Пищевая ценность, кКал Nutritional value, kcal	142,47	
Белки, г/100 г Protein g/100 g	14,4	
Жиры, г/100 г Fat, g/100 g	9,8	
Углеводы, г/100 г Carbohydrates g/100 g	12,9	
Незаменимые аминокислоты: Essential amino acids:		104
Валин, г/100 г Valine, g/100 g	4,5	90
Изолейцин, г/100 г Isoleucine, g/100 g	3,7	92,5
Лейцин, г/100 г Leucine, g/100 g	7,0	100
Лизин, г/100 г Lysine, g/100 g	7,2	140
Метионин + цистеин, г/100 г Methionine + Cysteine, g/100 g	2,7	77
Треонин, г/100 г Threonine, g/100 g	4,0	100
Триптофан, г/100 г Tryptophan, g/100 g	1,2	120
Фенилаланин + тирозин, г/100 г Phenylalanine + tyrosine, g/100 g	7,3	121
Жирные кислоты: Fatty acid:		
НЖК, г/100 г жира NLC, g/100 g fat	45,5	
МНЖК, г/100 г жира MNZHK g/100 g fat	44,8	
ПНЖК, г/100 г жира PUFA, g/100 g fat	3,51	

При определении перевариваемости продукта, постоянное увеличение оптической плотности раствора свидетельствует о переходе

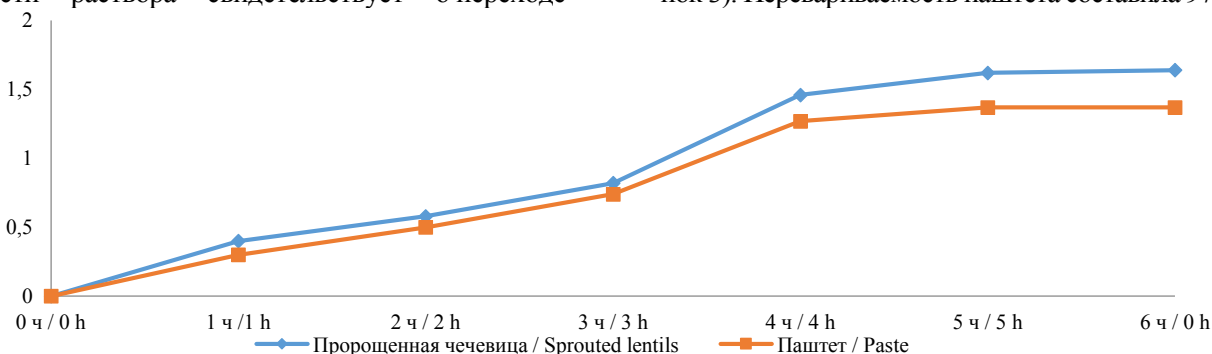


Рисунок 3. Изменение концентрации продуктов гидролиза в растворе

Figure 3. The change in the concentration of hydrolysis products in solution

Органолептические свойства полученного паштета: цвет светло-серый с розовым оттенком, присущий белому мясу курицы и томатам; вкус – присущий белому мясу курицы с томатно-чесночным привкусом, в меру соленый; консистенция – однородная, мажеобразная; запах – чесночный. Диаграмма органолептической оценки по девятибалльной шкале приведена на рисунке 4.

Как видно на рисунке 4, по внешнему виду, цвету, запаху и вкусу контрольный и опытный продукты практически идентичны, однако разработанный паштет (с содержанием 50% пророщенной чечевицы) отличается улучшенной консистенцией.

в него продуктов гидролиза и, следовательно, интенсивности переваривания продукта (рисунок 3). Перевариваемость паштета составила 97%.

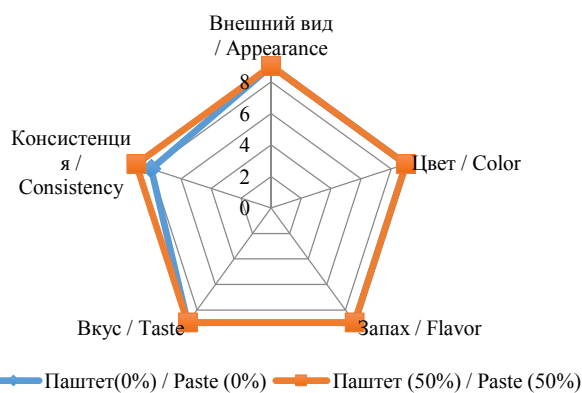


Рисунок 4. Диаграмма органолептической оценки качества паштета

Figure 4. Organoleptic evaluation of the quality of the pate

Выводы

Для повышения биологической ценности продуктов питания целесообразно применять проращивание зерна чечевицы, так как в процессе проращивания отмечено улучшение сбалансированности аминокислотного состава. Выявлено улучшение качества и ФТС-показателей, при добавлении пророщенной чечевицы в продукт. Перевариваемость паштета составила 97%. В связи с полученными данными можно утверждать, что проращивание семян чечевицы может быть

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Антипова Л.В. Оценка потенциала источников растительных белков для производства продуктов питания // Пищевая промышленность. 2013. № 8. С. 10–12.
- 2 Антипова Л.В., Толпыгина И.Н., Мартемьянова Л.Е. Текстураты растительных белков для производства продуктов питания // Пищевая промышленность. 2014. № 2. С. 20–23.
- 3 Наумкина Т.С., Грядунцова Н.В., Наумкин В.В. Чечевица – ценная зернобобовая культура // Зернобобовые и крупяные культуры. 2015. № 2 (14). С. 42–45.
- 4 Янова А.А., Кондыков И.В. Урожайность и морфо-биологические особенности сортов чечевицы нового поколения в центрально-черноземном регионе РФ // Зерновое хозяйство России. 2011. № 1. С. 19–22.
- 5 Howell E. Enzyme nutrition, 1985.
- 6 Хамицаева А.С. Проращенная чечевица и ее использование. // Аграрный научный журнал. 2010. № 6. С. 14–15.
- 7 Джамакеева А.Д. UV/VIS спектроскопия – перспективы применения метода для исследования ценности растительного сырья и мясных продуктов. // Известия Кыргызского государственного технического университета им. И.Раззакова. 2016. Т. 36. № 3. С. 247–251.
- 8 Васнева И., Бакуменко О. Чечевица – ценный продукт функционального питания // Хлебопродукты. 2010. № 11. С. 39–40.
- 9 Самаров В.М., Анохина О.В. Чечевица – новая зернобобовая культура. // Вестник Российской академии естественных наук. Западно-Сибирское отделение. 2013. № 15. С. 142–144.
- 10 Тихоненкова В.А., Миллер Н.А. Чечевица, как ингредиент в пищевых продуктах // В сборнике: Инновации в пищевой промышленности: образование, наука, производство. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. 2014. С. 164–166.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Людмила В. Антипова д. т. н. профессор, кафедра технологии продуктов животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, antipova.l54@yandex.ru

Анастасия А. Мищенко магистрант, кафедра технологии продуктов животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, nastya27-94@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Людмила В. Антипова предложила методику проведения эксперимента

Анастасия А. Мищенко написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 08.11.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 01.12.2016

использовано в качестве предварительной обработки сырья для повышения биологической ценности и улучшения функционально-технологических свойств при производстве пищевых продуктов.

Пророщенную чечевицу и белковые препараты на ее основе целесообразно использовать при создании низкокалорийных продуктов с пониженным уровнем холестерина, продуктов для коррекции метаболических нарушений, для полного зондового питания или для восстановительного периода.

REFERENCES

- 1 Antipova L.V. Assessing the potential of plant protein sources for food production. *Pishcheyaya promyshlennost'* [Food industry] 2013, no. 8, pp. 10–12. (in Russian)
- 2 Antipova L.V., Tolpygina I.N., Martemyanova L.E. Textured vegetable protein for food production. *Pishcheyaya promyshlennost'* [Food industry] 2014, no. 2, pp. 20–23. (in Russian)
- 3 Naumkina T.S., Gryadunova N.V., Naumkin V.V. Lentils are a valuable bean culture. *Zernobobovye i krupnyanye kul'tury* [Leguminous and grain crops] 2015, no. 2 (14), pp. 42–45. (in Russian)
- 4 Yanova A.A., Kondykov I.V. Yield and morpho-biological characteristics of lentil varieties of new generation in the Central black earth region of Russia. *Zernovoe khozyaistvo Rossii* [Grain economy of Russia] 2011, no. 1, pp. 19–22. (in Russian)
- 5 Howell E. Enzyme nutrition, 1985.
- 6 Khamitsaeva A. S. Sprouted lentils and its use. *Agrarnyi nauchnyi zhurnal* [Agrarian science magazine] 2010, no. 6, pp. 14–15. (in Russian)
- 7 Dzhamaakeeva A. D. UV/VIS spectroscopy – perspectives of application of the method to studies of the value of plant materials and meat products comrade. *Izvestiya Kyrgyzskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [Proceedings of the Kyrgyz state technical university named after I. Razzakov] 2016, vol. 36, no. 3, pp. 247–251. (in Russian)
- 8 Vasneva I., Bakumenko O. Lentils are a valuable functional food product. *Kleboprodukty* [Bread Products] 2010, no. 11, pp. 39–40. (in Russian)
- 9 Samarov V. M., Anokhina O. V. Lentils – new bean culture. *Vestnik RAEN* [Proceedings of the Russian Academy of natural Sciences. West Siberian branch] 2013, no. 15, pp. 142–144. (in Russian)
- 10 Tihonenkova V. A., Miller N.A. Lentils, as ingredient in food products. *Innovatsii v pishchevoi promyshlennosti* [In the book: Innovation in the food sector: education, science, production Materials of all-Russian scientific-practical conference] 2014, pp. 164–166. (in Russian)

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Luydmila V. Antipova doctor of technical sciences, professor, technology animal products department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia, antipova.l54@yandex.ru

Anastasiya A. Mishchenko master student, technology animal products department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia, nastya27-94@mail.ru

CONTRIBUTION

Luydmila V. Antipova proposed a scheme of the experiment

Anastasiya A. Mishchenko wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 11.8.2016

ACCEPTED 1.12.2016

Особенности питания спортсменов при повышенных физических нагрузках

Евгений А. Мазуренко¹ mazurenko-evgene@ya.ru
Геннадий И. Касьянов² g_kasjanov@mail.ru

¹ кафедра физкультуры, Кубанский государственный технологический университет, ул. Московская, 2, г. Краснодар, 350072, Россия

² кафедра технологии продуктов питания животного происхождения, Кубанский государственный технологический университет, ул. Московская, 2, г. Краснодар, 350072, Россия

Реферат. В статье описаны особенности конструирования специализированных продуктов питания для людей с повышенной физической активностью, к которым относятся студенты, входящие в состав любительских и профессиональных команд игры в регби. Актуальность проблемы исследования заключается в том, что до настоящего времени не создано единых рекомендаций по рационам и режимам питания регбистов. Для человека с высокой физической активностью особенно важен качественный состав потребляемых белков. Спортивные врачи и тренеры рекомендуют рацион питания регбистов с преобладанием в них незаменимых аминокислот, участвующих в биосинтезе нейромедиаторов. Высочайшие нагрузки на организм регбиста объясняются тем, что в тренировочные занятия регбистов входят силовые элементы, применяемые в элитных воинских частях и полицейских подразделениях с целью отработки коллективного взаимодействия в жестких условиях. Они включают тяжелоатлетические элементы, напряженный бег с препятствиями и виды боевых искусств и единоборств. К специальным задачам организации режима питания регбистов относится применение высокоуглеводной диеты для предотвращения хронической нехватки энергии во время тренировок и в период соревнований. В диете должно быть оптимальное содержание продуктов из злаковых культур, со сравнительно небольшим содержанием белка и жира. Необходимо пополнять запасы энергии приемом пищи, сбалансированной по химическому составу, не допуская длинных перерывов и включая белковые и углеводные продукты. В работе применялись современные газофотометрические и спектрофотометрические методы исследований на приборах Центра коллективного пользования Института пищевой и перерабатывающей промышленности КубГУ. К основным результатам выполненных исследований относится разработка рационов питания спортсменов-регбистов команды КубГУ и рецептур специализированных растительно-мясных паштетов.

Ключевые слова: повышенная физическая активность, специализированные продукты, рацион питания, регби, рецептуры, паштеты, дегустация

Feeding habits of athletes with high physical activity

Evgenii A. Mazurenko¹ mazurenko-evgene@ya.ru
Gennadii I. Kasyanov² g_kasjanov@mail.ru

¹ physical eeducation department, Kuban state technological university, Moscovskaya str., 2, Krasnodar, 350072, Russia

² products of animal origin food technology department, Kuban state university of technology, Moscovskaya str., 2, Krasnodar, 350072, Russia

Summary. The article describes the features of construction of specialized foods for sportsmen, members of Amateur and professional teams to play Rugby. The relevance of the study lies in the fact that so far not established a unified recommendations on diets and nutrition regimes of the Rugby players. We are committed to the solution of the time-consuming assessment of individual needs athletes Rugby players in nutrients. For the Rugby player is especially important qualitative composition of protein intake. Sports doctors and coaches recommend rational diet of the Rugby players with the prevalence of essential amino acids involved in the bio-synthesis of neurotransmitters. The highest loads on the body of a Rugby player due to the fact that in the training sessions of Rugby players includes power elements used in elite military units and police units in order to develop collective interactions in hard conditions. They include elements of weightlifting, intense agility and martial arts and martial arts. The special task of organizing the diet of Rugby players is the use of high carbohydrate diets to prevent chronic lack of energy during training and during competitions. The diet should be an optimal content of products from cereal crops, with relatively little protein and fat. You need to replenish energy stores by eating balanced chemical with the rod, avoiding long breaks and including protein and carbohydrate foods. For quality control using modern gas and spectrophotometric devices Institute of Food and Processing Industry of the Kuban State University of Technology. Key findings include the development of the diets of athletes in team rugby Kuban State University and some of the specialized vegetable and meat products, "rugby" and "Sport".

Keywords: increased physical activity, specialty products, diet, rugby, recipes, pate, tasting

Для цитирования

Мазуренко Е. А., Касьянов Г. И. Особенности питания спортсменов при повышенных физических нагрузках // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 121–126. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-121-126

For citation

Mazurenko E. A., Kasyanov G. I. Feeding habits of athletes with high physical activity. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 121–126. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-121-126

Введение

Главным условием успехов в соревнованиях и сохранения здоровья спортсменов является сбалансированное рациональное питание, которое может полностью удовлетворить потребности организма регбиста в энергии, пластическом материале, биологически активных веществах и вызывать у спортсмена положительные эмоции. Выдерживать систематические физические нагрузки профессиональному регбисту или любителю обычно приходится в несколько стадий, с неодинаковой потребностью в пище. Уровень исследований в области биохимических и физиологических процессов, одновременной адаптации к характеру питания и режиму физических нагрузок, позволяет создавать адекватные схемы питания, которые рассчитаны чаще всего на среднестатистического человека и не вполне учитывают индивидуальные особенности физиологии спортсмена-регбиста и режим тренировок. В любительских занятиях регби также немало проблем, связанных с различными аспектами здоровья.

Состояние проблемы. Современная игра в регби отличается интенсивными физическими нагрузками во время тренировок и соревнований, высоким нервно-эмоциональным напряжением борьбы, нацеленностью на высокие спортивные результаты. Период подготовки к соревнованиям связан с огромными затратами времени на ежедневные тренировки, с небольшими возможностями восстановления полной физической работоспособности.

Научно-методические рекомендации по образу жизни и режимам питания спортсменов-регбистов опубликованы в работах Б.А. Варакина, Н.Н. Колева, В.К. Петренчука, Р. Пулена, М.В. Сахаровой, М.В. Скворцова, А.А. Сорокина, Ж.К. Холодова. В большинстве публикаций, посвящённых спортивному питанию, приводятся технологические приёмы создания специализированных продуктов питания для спортсменов, в соответствии с концептуальной схемой конструирования новых пищевых продуктов функционального назначения и требований спортивной медицины [1, 2, 4]. Большое внимание уделяется созданию для регбистов-профессионалов, сбалансированных по составу рецептур, обогащённых натуральными пищевыми добавками [3, 5, 7]. Внимание авторов публикаций привлекает описание концепции здорового питания, основанной на преимуществах здорового образа жизни, без курения, наркотиков и алкоголя [6, 8].

Однако до настоящего времени ещё не разработаны сбалансированные по химическому и энергетическому составу рационы питания спортсменам-регбистам различных возрастных групп.

Цель и задачи исследования. Цель исследований – совершенствование технологии продуктов питания для людей с повышенной физической активностью. Для реализации поставленной цели сформулированы следующие задачи:

- Выполнить аналитический обзор патентно-информационной литературы по состоянию производства продуктов для спортсменов, включая регбистов.

- Оценить роль натуральных пищевых добавок в конструировании функциональных продуктов питания для спортсменов-регбистов.

- Обосновать выбор компонентов для создания функциональных продуктов питания для спортсменов-регбистов.

- Предусмотреть комплексное использование компонентов растительного и животного сырья для продуктов спортивного питания.

- Усовершенствовать технологию специализированных продуктов, обогащённых CO_2 -экстрактами и CO_2 -шротами.

- Усовершенствовать технологию продуктов со сбалансированным содержанием белка, пищевых волокон, витаминов.

- Апробация полученных результатов исследований и расчет ожидаемого экономического эффекта.

Научная новизна. Впервые выполнена оценка состояния питания спортсменов-регбистов на основании результатов анкетного опроса студентов КубГУ в количестве до 50 чел., что позволило получить объективную информацию о наиболее значимых нарушениях структуры питания студентов, занимающихся игрой в регби.

Установлены некоторые положительные изменения в рационах питания студентов-регбистов за 3 последних учебных годов (2013–2014; 2014–2015; 2015–2016) по потреблению продуктов животного происхождения.

Выявлены нарушения в уровнях потребления овощей, злаков и орехов у спортсменов-регбистов, не соответствующие требованиям «Норм физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах различных групп населения Российской Федерации».

Оценена роль натуральных пищевых добавок в конструировании функциональных продуктов питания для спортсменов-регбистов. Обоснован выбор компонентов для создания функциональных продуктов питания для спортсменов-регбистов.

Предложено комплексное использование компонентов растительного и животного сырья для продуктов спортивного питания. Установлено, что для удовлетворения современных принципов нутрициологии организма спортсменов-регбистов целесообразно комплексное использование компонентов растительного и животного происхождения.

Оценён пищевой статус и факторов риска у регбистов с использованием частотного метода. Для оценки состава тела применяли метод биоимпедансометрии с определением показателей тощей (ТМ) и жировой массы тела (ЖМ), активной клеточной (АКМ) и скелетно-мышечной массы (СММ), общей (ОЖ), внеклеточной (ВнеЖ) и внутриклеточной (ВнуЖ) жидкости, основного (ОО) и удельного основного обмена (УОО) – ОО/МТ, фазового угла (ФУ).

Усовершенствована технология специализированных продуктов, обогащенных CO_2 -экстрактами. Разработан проект технической документации на специализированные продукты питания и технические условия ТУ 9160–169–04801346–16. Выполнена апробация полученных результатов исследований и расчет ожидаемого экономического эффекта.

Объекты исследования. Для исследований использовали сырье – говядину и свинину жилованную, печень говяжью; сыроворотку молочную, крахмал картофельный, белковый изолят, лук репчатый, муку из пророщенного ячменя, амарантовую муку; CO_2 -экстракты и CO_2 -шроты.

Конкурентноспособность новой продукции устанавливали по общепринятым методикам, с учётом взаимосвязи качества и цены.

Выбор пищевых компонентов при разработке специализированных продуктов питания для спортсменов-регбистов, осуществляли на основании результатов инструментального и органолептического анализа, а также разработок Института питания РАН, с учётом физиологических потребностей регбистов студенческого возраста.

Методы исследования

Количество обследуемых при изучении состояния пищевого статуса спортсменов-регбистов, маркетинговых исследований по выявлению потребителей БАД и функциональных продуктов питания определяли с использованием формулы:

$$T = \frac{aNt^2}{\Delta^2 N + t^2 + \sigma^2}$$

где t – показатель кратности ошибок; σ – показатель вариации; N – численность генеральной совокупности; A – размер возможной ошибки.

Отбор проб и подготовку для лабораторных исследований сырья проводили согласно единой методике изучения отечественных пищевых продуктов по ГОСТ 9404–60, ГОСТ 5904–82, ГОСТ 26929–94, готовых изделий согласно ГОСТ 5667–65, ГОСТ 5904–82. Органолептические и физико-химические показатели изучали с использованием общепринятых методов анализа.

Адекватность продуктов питания спортсменов-регбистов физиологическому состоянию, производили с учётом антропометрических данных и измерения параметров двигательной активности.

Потребность организма регбистов в основных пищевых и биологически активных веществах определяли с учётом индивидуальных физиологических потребностей и спортивной специализации, периода тренировок и энергетической нагрузки.

Фактическое поступление индивидуальных пищевых веществ в организм регбиста определяли с учётом потерь БАВ при тепловой и низкотемпературной технологической обработки пищевых продуктов. Расчёт энергетической ценности рецептур продуктов производился с использованием коэффициентов, учитывающих степень усвояемости основных пищевых веществ.

Эргометрические и биохимические исследования выполнялись на базе кафедры физкультуры Кубанского государственного технологического университета и на приборах Центра коллективного пользования Института технологии пищевых производств.

Целесообразность выбора компонентов для конструирования продуктов специализированного питания

Среди факторов, определяющих выбор компонентов при конструировании продуктов специализированного питания для регбистов, главными являются физиологическая потребность организма спортсмена и биодоступность отдельных веществ, а также потребительские свойства продуктов.

С учётом того обстоятельства, что максимальный дефицит в пищевом статусе людей с повышенной физической активностью отмечен по белкам растительного происхождения, витаминам и витаминподобным веществам, антиоксидантам и пищевым волокнам, авторами были выбраны пищевые компоненты, позволяющие исключить указанный дефицит. Из пищевых добавок были выбраны CO_2 -экстракты и CO_2 -шроты из растительного сырья, содержащие ценные БАВ.

В состав продуктов специализированного назначения для спортсменов-регбистов рекомендовано включение эффективных биопротекторов флавоноидов, аминокислот, незаменимых микроэлементов, водо- и жирорастворимых витаминов, полиненасыщенных жирных кислот.

Разработка рецептур пищевых специализированных продуктов для людей с повышенной физической активностью

В таблице 1 приведены рецептуры мясорастительных паштетов, рекомендованных для включения в рацион питания регбистов.

При разработке рецептуры пищевого функционального продукта и технологической схемы его получения учитывали данные химического состава компонентов, их биологическую направленность и содержание биологически активных веществ.

Массовая доля компонентов мясорастительных паштетов

Table 1.

Mass fraction of components of meat and vegetable pies

Сырьё/ Raw materials	Паштет Рэгби Pate Rugby	Паштет Спортивный Pate Sports	Паштет Кубанский Pate Kuban	Паштет Диетический Pate Dietary	Паштет Победный Pate Victorious	Паштет Нежный Pate Tender
Говядина жилованная второго сорта Beef tendon removed the second grade	20	20	15	17	17	15
Свинина н/ж Pork n/f	10	12	15	12	12	15
Жирсырьё (обрезки шпика, свинина жирная, жир свиной) Fat Source (trimming bacon, pig-on fat, pork fat)	15	13	10	8	10	10
Печень говяжья beef liver	10	8	6	7	6	8
Молочная сыворотка Milk serum	5	6	6	6	6	7
Крахмал картофельный Potato starch	3	3	3	3	3	3
Лук репчатый Bulb onions	8	7	6	7	7	7
Животный белок Animal protein	4	5	6	5	4	4
СО ₂ -шрот CO ₂ meal	4	5	6	7	7	8
Мука из пророщ. ячменя Flour germinated barley	2	3	4	5	6	7
Мука амаранта Amaranth flour	1	2	3	4	5	6
СО ₂ -экстракт перца чёрного/ CO ₂ extract of black pepper	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
СО ₂ -экстракт амаранта/ CO ₂ extract of amaranth	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
СО ₂ -экстракт семян винограда/ CO ₂ extract of grape seeds	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
СО ₂ -экстракт чёрного тмина/ CO ₂ extract of black cumin	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Соль повар./ Salt cook	1,6	1,6	1,6	1,3	1,6	1,6
Вода (бульон) для гидратации белка/ Water (broth) for hydration of the protein	до 100%	до 100%	до 100%	до 100%	до 100%	до 100%

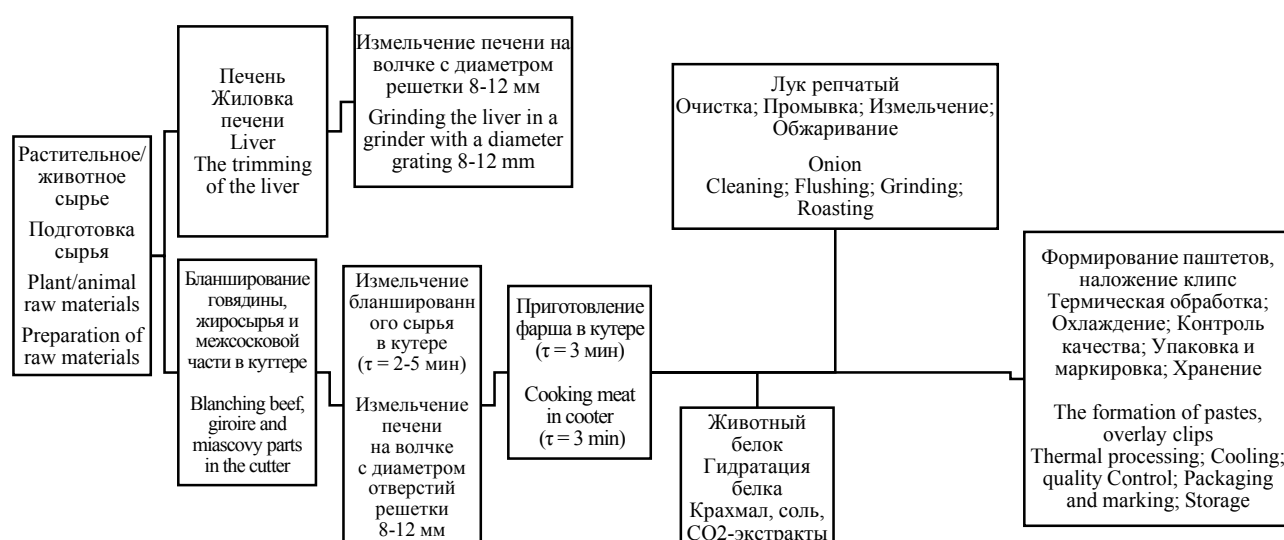


Рисунок 1. Структурная схема производства паштетов «Рэгби» и «Спортивный», рекомендованных для включения в рацион питания регбистов

Figure1. Block diagram of the production of pates “Rugby” and “Sports” recommended for inclusion in the diet of rugby power

Обогащение паштетов CO₂-экстрактами и CO₂-шротами

Отработана технология обогащения паштетов из животного и овощного сырья CO₂-экстрактами и CO₂-шротами. Технология получения CO₂-экстрактов на лабораторном уровне отработана в лаборатории цеха экстракции ООО «Компания Караван».

Особенностью предлагаемой технологии является возможность использования тонкоизмельченного CO₂-шрота, полученного

способом газожидкостного взрыва. Определен качественный состав CO₂-экстрактов, полученных по традиционной технологии.

Комплексную оценку разработанной продукции проводили по физико-химическим, биохимическим, микробиологическим, органолептическим показателям, были также определены показатели безопасности и относительная биологическая ценность. Экспериментальные данные состава мясорастительных консервов приведены в таблицах 2,3.

Таблица 2.

Физико-химические показатели паштетов

Table 2.

Physical and chemical pates

Показатели Indicators	Рецептура Recipe					
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6
Влага, % Moisture, %	68,1	65,4	67,8	68,9	69,3	67,4
Белок, % Protein, %	11,54	10,48	13,6	13,3	12,68	12,75
Жир, % Fat, %	14,92	13,78	15,43	15,17	16,07	15,13
Зола, % Ash, %	1,4	1,2	1,3	1,12	1,13	1,22
Углеводы, % Carbohydrates, %	7,8	8,4	10,2	8,1	9,3	7,6
Метаболическая энергия Metabolic energy						
кДж / 100 г. kJ / 100 g.	899	846,8	992,7	944,5	987,6	925,6
ккал / 100 г. kcal / 100 g.	215,1	202,4	237,3	225,7	236,1	221,2
ккал / банка (№ 3) kcal / Bank (No. 3)	625,3	667,4	577,8	651,8	554,1	567,8

Таблица 3.

Технико-экономические показатели производства продукции

Table 3.

Technical and economic indices of production

Показатели Indicators	Рецептура Recipe					
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6
Производственная себестоимость 1 туб, тыс. руб. The production cost of the tubes 1, thousand RUB.	4,2	4,8	4,6	4,7	4,9	4,8
Рентабельность продукции, % Product profitability, %	19	21	21	22	20	21
Рентабельность продаж, % The profitability of sales, %	54	55	53	51	52	56
Срок окупаемости, год The payback period, year	4,1	3,8	3,5	3,8	3,7	4,2

Расчетная экономическая эффективность выпуска новых видов мясорастительных продуктов для спортсменов-регбистов в условиях одного предприятия составляет от 4,2 до 4,9 тыс. руб. на 1 туб выпускаемой продукции.

Заключение

Выполнен аналитический обзор патентно-информационной литературы с глубиной поиска 15 лет по состоянию производства продуктов питания для спортсменов с высокой физической нагрузкой, включая регбистов.

Впервые выполнена оценка состояния питания спортсменов-регбистов на основании результатов анкетного опроса студентов КубГТУ в количестве 50 чел., что позволило получить объективную информацию о наиболее значимых нарушениях структуры питания студентов, регулярно занимающихся регби.

Установлены некоторые положительные изменения в рационах питания студентов-

регбистов за 3 последних учебных годов (2013–2014; 2014–2015; 2015–2016) по потреблению продуктов животного происхождения.

Выявлены нарушения в уровнях потребления овощей, злаков и орехов у спортсменов-регбистов, не соответствующие требованиям «Норм физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах различных групп населения Российской Федерации».

Выявлены нарушения в уровнях потребления пищевых продуктов у спортсменов-регбистов, выражающиеся в избыточном потреблении жиров – до 45% калорийности рациона; недостаточном потреблении витамина В₁ до 60%, витамина В₂ – до 30%, витамина С – до 20%, витамина А – до 40%.

Оценена роль натуральных пищевых добавок в конструировании функциональных продуктов питания для спортсменов-регбистов. Обоснован выбор компонентов для создания функциональных продуктов питания для спортсменов-регбистов.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Гринченко В.С., Мазуренко Е.А. Технологии специализированных продуктов питания для спортсменов. Краснодар: Дом-Юг, 2015. 176 с.
- 2 Дубровский В.И. Спортивная медицина. М.: Гуманитар. изд. центр ВЛАДОС, 2005. 528 с.
- 3 Иванов В.А. Интегральная подготовка в структуре тренировочного процесса квалифицированных регбистов. Автореф. дис. ... канд. пед. наук. М., 2004. 22 с.
- 4 Кондратенко В.В., Кондратенко Т.Ю., Чубит Л.Ю. Концептуальная схема конструирования новых пищевых продуктов функционального назначения // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2006. № 17. 10 с.
- 5 Мазуренко Е.А. Особенности подготовки команды регбистов КубГТУ // В сб. матер. междунаучно-практ. конф. «Устойчивое развитие, экологически безопасные технологии и оборудование для переработки пищевого сельскохозяйственного сырья; импортозамещение». Краснодар: КубГТУ, 2016. С. 135–138.
- 6 Мясинникова Е.И., Гринченко В.С., Мазуренко Е.А. Особенности получения овощных криопорошков // В сб. матер. междунаучно-практ. конф. «Устойчивое развитие, экологически безопасные технологии и оборудование для переработки пищевого сельскохозяйственного сырья, импортозамещение», Краснодар: КубГТУ, 2015. С. 74–76.
- 7 Рогозкин В.А., Пшендин А.И., Шишина Н.Н. Питание спортсменов. М., 1989. 160 с.
- 8 Туманян Г.С. Здоровый образ жизни и физическое совершенствование. М.: Академия, 2006. 334 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Евгений А. Мазуренко старший преподаватель, кафедра физкультуры, Кубанский государственный технологический университет, ул. Московская, 2, г. Краснодар, 350072, Россия, mazurenko-evgene@ya.ru
Геннадий И. Касьянов доктор технических наук, кафедра технологии продуктов питания животного происхождения, Кубанский государственный технологический университет, ул. Московская, 2, г. Краснодар, 350072, Россия, g_kasjanov@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Евгений А. Мазуренко обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провёл эксперимент, выполнил расчёты
Геннадий И. Касьянов написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 17.10.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 25.11.2016

REFERENCES

- 1 Grinchenko V.S., Mazurenko E.A. Tekhnologiya spetsializirovannykh produktov pitaniya dlya sportsmenov [Technologies of specialized food products for athletes] Krasnodar, Dom-Yug, 2015. 176 p. (in Russian).
- 2 Dubrovsky V.I. Sportivnaya meditsina [Sports medicine] Moscow, VLADOS, 2005. 528 p. (in Russian).
- 3 Ivanov V.A. Integral'naya podgotovka v structure trenirovochnogo protsessa kvalifitsirovannykh regbistov [Integral training in the structure of training process of skilled Rugby players] Moscow, 2004. 22 p. (in Russian).
- 4 Kondratenko V.V., Kondratenko T.Yu., L.Yu. Chubit Conceptual scheme design of new food products of functional-first appointment. Politematicheskii setevoim elektronnyi zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrouniversiteta [Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban state agrarian university] 2006, no. 17, 10 p. (in Russian).
- 5 Mazurenko E.A. peculiarities of training of the Rugby team of the Kuban state University. Ustoichivoe razvitie, ekologicheskii bezopasnye tekhnologii I oborudovanie dlya pererabotki pishchevogo syr'ya [Proc. mater. international. sci.-pract. conf. "Sustainable development, environmentally friendly technologies and equipment for processing agricultural raw materials; importoperation"] Krasnodar, KubSTU, 2016. pp. 135–138 (in Russian).
- 6 Malinnikova E.I., Grinchenko V.S., Mazurenko E.A. peculiarities of obtaining of cryo-powders are vegetable. Ustoichivoe razvitie, ekologicheskii bezopasnye tekhnologii I oborudovanie dlya pererabotki pishchevogo syr'ya [Proc. mater. international. sci.-pract. conf. "Sustainable development, environmentally friendly technologies and equipment for processing agricultural raw materials; importoperation"] Krasnodar, KubSTU, 2015. pp. 74–76 (in Russian).
- 7 Rogozkin V.A., Pshendin A.I., Shishina N.N. Pitanie sportsmenov [The nutrition of athletes] Moscow, 1989. 160 p. (in Russian).
- 8 Tumanyan G.S. Zdorovyi obraz zhizni I fizicheskoe sovershenstvovanie [Healthy lifestyle and physical improvement] Moscow, Akademiya, 2006. 334 p. (in Russian).

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Evgenii A. Mazurenko senior lecturer, physical education department, Kuban state technological university, Moscovskaya str., 2, Krasnodar, 350072, Russia, mazurenko-evgene@ya.ru
Gennadii I. Kasyanov doctor of technical sciences, products of animal origin food technology department, Kuban state university of technology, Moscovskaya str., 2, Krasnodar, 350072, Russia, g_kasjanov@mail.ru

CONTRIBUTION

Evgenii A. Mazurenko review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations
Gennadii I. Kasyanov wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 10.17.2016

ACCEPTED 11.25.2016

Исследование процесса кристаллизации лактозы при охлаждении сгущенного молока с сахаром на отечественном вакуум-кристаллизаторе

Екатерина И. Добриян,¹ dobreka@mail.ru
Анна М. Ильина¹ mosanja@yandex.ru

¹ лаборатория ресурсосберегающих процессов и функциональных продуктов, Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности «ВНИМИ», ул. Люсиновская, дом 35, корпус 7, Москва 115093, Россия.)

Реферат. Одним из наиболее распространенных пороков сгущенного молока с сахаром является неоднородность его консистенции «засахаривание». Указанный порок обусловлен наличием крупных кристаллов лактозы в продукте. Кристаллы лактозы размером до 10 мкм органолептически не ощущаются. Более крупные кристаллы придают неоднородность консистенции, которая может оцениваться как «мучнистая», «песчанистая», «хруст на зубах». Крупные кристаллы образуют кристаллический осадок на дне банки или промышленной тары в виде толстого слоя. Промышленная переработка продукта с нарушенным процессом кристаллизации приводит к поломкам дорогостоящего оборудования на кондитерских фабриках, что сопровождается большими убытками. Одним из факторов, оказывающих существенное влияние на процесс кристаллизации лактозы, является скорость охлаждения продукта. Необходимым условием обеспечения однородности консистенции продукта является вакуумное его охлаждение. Для этой цели в молочной консервной промышленности применяют вакуумные кристаллизаторы фирмы «Виганд» производства Германии. Однако в последние годы выпуск их прекращен. ФГБНУ «ВНИМИ» разработал «Исходные требования для разработки отечественного вакуумного кристаллизатора», по которым был изготовлен промышленный образец. Испытания изготовленного вакуум-кристаллизатора в линии по производству сгущенного молока с сахаром показали, что охлаждение продукта в отечественном вакуум-кристаллизаторе гарантирует получение готового продукта с микроструктурой, удовлетворяющей требованиям ГОСТ Р 53436–2009 «Консервы молочные. Молоко и сливки сгущенные с сахаром». Проведенные исследования свидетельствуют о том, что средний размер кристаллов лактозы в сгущенном молоке с сахаром, охлажденном на отечественном кристаллизаторе, составляет 6,78 мкм. Гранулометрический состав кристаллической фазы продукта, охлажденного на вновь разработанном вакуум-кристаллизаторе полностью идентичен гранулометрическому составу продукта, охлажденному на вакуум-кристаллизаторе фирмы «Виганд».

Ключевые слова: лактоза, сгущенное молоко с сахаром, кристаллизация, вакуумное охлаждение, консистенция, гранулометрический состав, размер кристаллов

Investigation of lactose crystallization process during condensed milk cooling using native vacuum-crystallizer

Ekaterina I. Dobriyan,¹ dobreka@mail.ru
Anna M. Il'ina¹ mosanja@yandex.ru

¹ laboratory of resource-saving technologies & functional products, All-Russian dairy research institute, Russia, Moscow, Lusinovskaya str. 35, bld. 7, Moscow, 115093, Russia.

Summary. One of the most general defects of condensed milk with sugar is its consistency heterogeneity – “candyng”. The mentioned defect is conditioned by the presence of lactose big crystals in the product. Lactose crystals size up to 10 μm is not organoleptically felt. The bigger crystals impart heterogeneity to the consistency which can be evaluated as “floury”, “sandy”, “crunch on tooth”. Big crystals form crystalline deposit on the can or industrial package bottom in the form of thick layer. Industrial processing of the product with the defective process of crystallization results in the expensive equipment damage of the equipment at the confectionary plant accompanied with heavy losses. One of the factors influencing significantly lactose crystallization is the product cooling rate. Vacuum cooling is the necessary condition for provision of the product consistency homogeneity. For this purpose the vacuum crystallizers of “Vigand” company, Germany, are used. But their production in the last years has been stopped. All-Russian dairy research institute has developed “The references for development of the native vacuum crystallizer” according to which the industrial model has been manufactured. The produced vacuum – crystallizer test on the line for condensed milk with sugar production showed that the product cooling on the native vacuum-crystallizer guarantees production of the finished product with microstructure meeting the requirements of State standard 53436–2009 “Canned Milk. Milk and condensed cream with sugar”. The carried out investigations evidences that the average lactose crystals size in the condensed milk with sugar cooled at the native crystallizer makes up 6,78 μm. The granulometric composition of the product crystalline phase cooled at the newly developed vacuum-crystallizer is completely identical to granulometric composition of the product cooled at “Vigand” vacuum-crystallizer.

Keywords: lactose, condensed milk with sugar, crystallization, vacuum cooling, consistency, granulometric composition, crystals size

Введение

Одним из основных технологических процессов производства сгущенного молока с сахаром является процесс кристаллизации лактозы (молочного сахара), которым определяется консистенция продукта.

Для цитирования

Добриян Е. И., Ильина А. М. Исследование процесса кристаллизации лактозы при охлаждении сгущенного молока с сахаром на отечественном вакуум-кристаллизаторе. // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 127–134. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-127-134

Кристаллы лактозы размером до 10 мкм органолептически не ощущаемы, консистенция продукта, при этом, оценивается как «однородная». При размере кристаллов от 10 до 15 мкм консистенция продукта характеризуется как «слабомучнистая». Более крупные кристаллы являются причиной «мучнистости», «песчанистости» и могут вызывать «хруст на зубах».

For citation

Dobriyan E. I., Ilyina A. M. Investigation of lactose crystallization process during condensed milk cooling using native vacuum-crystallizer. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 127–134. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-127-134

Крупные кристаллы образуют кристаллический осадок на дне банки или промышленной тары в виде толстого слоя. Появление этого порока не только ухудшает потребительский состав сгущенного молока с сахаром, но и затрудняет его промышленную переработку.

Лактоза в молоке находится в состоянии молекулярного раствора (размер частиц 1 мкм). При сгущении молока массовая доля лактозы увеличивается от 4–4,5% в исходной смеси, до 12% в сгущенной. что составляет концентрацию ее в водной части продукта 30–31%.

В неохлажденном сгущенном молоке с сахаром лактоза находится в состоянии ненасыщенного раствора. В процессе охлаждения раствора уменьшается кинетическая энергия его частиц и раствор переходит в состояние пересыщения. Характеристикой пересыщенности раствора является то предельное пересыщение, которое может быть достигнуто. Явление предельного пересыщения тесно связано со стабильностью пересыщенных растворов. Совокупность предельных концентраций раствора, полученных при различных температурах, при достижении которых сразу же начинается спонтанная кристаллизация, образуют метастабильную зону. Растворы с концентрацией вещества выше предельной, кристаллизуются моментально, насыщенный раствор, в котором кристалл не растет и не растворяется, называется стабильным.

Молекулы жидкости обладая значительной кинетической энергией, не могут образовывать сколько-нибудь устойчивый агрегат, и всякое случайное скопление молекул, образовавшееся благодаря тепловому движению, быстро распадается. При понижении температуры, а, следовательно, при уменьшении кинетической энергии молекул, образовавшиеся скопления их становятся более устойчивыми. Охлаждение продукта и, связанное с этим, уменьшение кинетической энергии и скорости движения растворенных частиц лактозы сопровождается переходом ее из насыщенного раствора в пересыщенный, а затем в кристаллическое состояние. Минимальное количество новой фазы, способное к самостоятельному существованию, называется кристаллическим зародышем. Он является центром кристаллизации новой фазы.

Если процессом кристаллизации лактозы не управлять, то происходит самопроизвольная кристаллизация ее с образованием очень крупных кристаллов (рисунок 1)

Одним из факторов, оказывающих существенное влияние на процесс кристаллизации лактозы, является скорость охлаждения продукта.

Необходимым условием обеспечения однородности консистенции продукта является вакуумное его охлаждение. Для этой цели в молочноконсервной промышленности применяют вакуумные кристаллизаторы фирмы «Виганд» производства Германии. Однако в последние годы выпуск их прекращен. Эксплуатируемые в настоящее время на заводах вакуум-кристаллизаторы, физически и морально устарели. Из-за отсутствия альтернативы, предприятия вынуждены использовать для охлаждения сгущенного молока с сахаром реакторы, работающие при атмосферном давлении или проводят гидролиз лактозы дорогостоящим импортным ферментом β -галактозидазой.

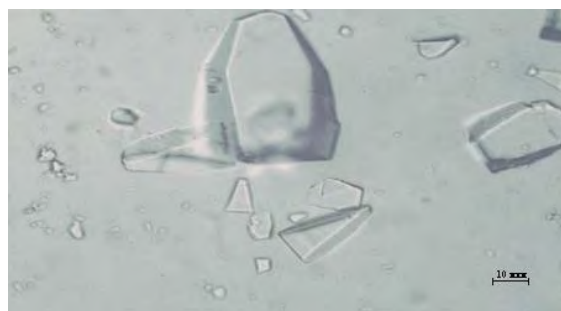


Рисунок 1. Кристаллы лактозы в сгущённом молоке с сахаром при самопроизвольной кристаллизации

Figure 1. Lactose crystals in the condensed milk with sugar during spontaneous crystallization

ФГБНУ «ВНИМИ» разработал «Исходные требования для разработки отечественного вакуумного кристаллизатора, обеспечивающего получение продукта, с микроструктурой, удовлетворяющей требованиям ГОСТ 31688–2012. Консервы молочные. Молоко и сливки сгущенные с сахаром. Технические условия.

Промышленные испытания разработанного вакуум-кристаллизатора показали, что, в сгущенном молоке с сахаром, охлажденном в изготовленном вакуум-кристаллизаторе, максимальное число кристаллов (69%) имеют размер до 5 мкм, в то время как, в сгущённом молоке с сахаром, охлаждённом в реакторе при атмосферном давлении, максимальное число кристаллов (25%) имеют размер 26,5 мкм. Средний размер кристаллов лактозы в исследуемых образцах составляет соответственно 6,78 мкм и 23,33 мкм.

Кристаллическая фаза продукта охлаждённого в вакуум-кристаллизаторе, характеризуется высокой степенью однородности, в то время, как кристаллическая фаза сгущенного молока с сахаром, охлажденного в реакторе характеризуется высокой полидисперсностью.

Дифференциальные кривые распределения кристаллов по размерам для рассматриваемых образцов показаны на рисунке 2.

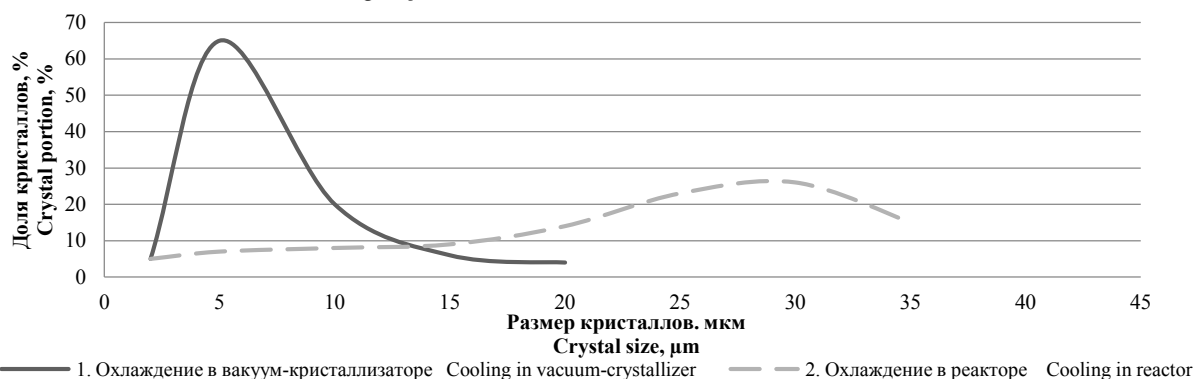


Рисунок 2. Дифференциальные кривые распределения по размерам кристаллов лактозы сгущенного молока с сахаром, охлажденного: 1) в разработанном вакуум-кристаллизаторе, 2) в реакторе

Figure 2. The differential curves distribution by lactose crystals sizes of condensed cooled milk with sugar: 1) in the developed vacuum-crystallizer, 2) in the reactor

Дифференциальная кривая распределения кристаллов лактозы продукта, охлажденного в кристаллизаторе имеет сдвиг пика распределения кристаллов в сторону уменьшения их размера, а для продукта, охлажденного в открытых реакторах имеет место сдвиг пика распределения кристаллов в сторону увеличения их размера.

Гранулометрический состав кристаллической фазы продукта, охлажденного на вновь разработанном

вакуум-кристаллизаторе полностью идентичен гранулометрическому составу продукта, охлажденному на вакуум-кристаллизаторе фирмы «Виганд».

Проведенные исследования показали, что охлаждение сгущенного молока с сахаром в отечественном вакуум-кристаллизаторе гарантирует получение готового продукта с микроструктурой, удовлетворяющей требованиям ГОСТ 31688–2012. Консервы молочные. Молоко и сливки сгущенные с сахаром. Технические условия.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Рябова А.Е., Галстян А.Г., Малова Т.И., Радаева И.А. и др. К вопросу о гетерогенной кристаллизации лактозы в технологиях сгущенных молочных продуктов с сахаром // Техника и технология пищевых производств. 2014. №1. С.78-85
- 2 Parimaladevi P., Srinivasan K. Achievement of favorable uniform crystal size distribution of alpha-lactose monohydrate (α -LM) through swift cooling process // Journal of Food Engineering. 2015. V. 151. P. 1–6.
- 3 Huppertz T., Gazi I. Lactose in dairy ingredients: Effect on processing and storage stability // Journal of Dairy Science. 2016. V. 99. № 8. P. 6842–6851.
- 4 Parimaladevi P., Srinivasan K. Studies on the effect of different operational parameters on the crystallization kinetics of α -lactose monohydrate single crystals in aqueous solution // Journal of Crystal Growth. 2014. V. 401. P. 252–259.
- 5 ГОСТ 31688–2012. Консервы молочные. Молоко и сливки сгущенные с сахаром. Технические условия.

REFERENCES

- 1 Ryabov A.E., Galstyan A.G., Malova T.I., Radaeva I.A. et al. Question of heterogenous crystallization of the lactose in the technology of condensed milk products with sugar. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Technique and technology of food production] 2014, vol. 1, pp. 78-85 (in Russian)
- 2 Parimaladevi P., Srinivasan K. Achievement of favorable uniform crystal size distribution of alpha-lactose monohydrate (α -LM) through swift cooling process. *Journal of Food Engineering*, 2015, vol. 151, pp. 1–6.
- 3 Huppertz T., Gazi I. Lactose in dairy ingredients: Effect on processing and storage stability. *Journal of Dairy Science*, 2016, vol. 99, issue 8, pp. 6842–6851.
- 4 Parimaladevi P., Srinivasan K. Studies on the effect of different operational parameters on the crystallization kinetics of α -lactose monohydrate single crystals in aqueous solution. *Journal of Crystal Growth*, 2014, vol. 401, pp. 252–259
- 5 GOST 31688–2012 Konservy molochnye. Moloko i slivki sgushchennye s sakhsrom. [State standard 31688–2012 Canned milk. Milk and sweetened condensed cream. Specifications] (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Екатерина И. Добриян к. т. н., ведущий научный сотрудник, лаборатория ресурсосберегающих процессов и функциональных продуктов, Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности, ул. Люсиновская, 35, корпус 7, Москва 115093, Россия, dobreka@mail.ru
Анна М. Ильина к. т. н., младший научный сотрудник, лаборатория ресурсосберегающих процессов и функциональных продуктов, Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности, ул. Люсиновская, 35, корпус 7, Москва 115093, Россия, mosanja@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Анна М. Ильина обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провел эксперимент, выполнил расчёты
Екатерина И. Добриян написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 03.10.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 18.11.2016

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Ekaterina I. Dobriyan candidate technical science, leading researcher, Laboratory of resource-saving technologies & functional products, All-Russian dairy research institute, Lusinovskaya str., 35, Bld. 7, Moscow, 155093 Russia, dobreka@mail.ru
Anna M. Il'ina candidate technical science, junior researcher, Laboratory of research-saving technologies & functional products, All-Russian Dairy Research Institute, Lusinovskaya str., 35, Bld. 7, Moscow, 155093 Russia, mosanja@yandex.ru

CONTRIBUTION

Anna M. Il'ina review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations
Ekaterina I. Dobriyan wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 10.3.2016

ACCEPTED 11.18.2016

Обогащенные изделия из крупы для питания женщин в период беременности

Татьяна В. Алексеева,	¹	zyablova@mail.ru
Юлия О. Калгина,	¹	yuliya1991@mail.ru
Вероника И. Шевченко,	¹	nika1993@mail.ru
Дмитрий А. Бокарев	¹	bokarev_dima93@mail.ru

¹ кафедра сервисных технологий, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Реферат. В настоящее время остро стоит вопрос об организации правильного и полноценного питания беременных женщин. Питание является фактором генетической программы развития. Неполющенное питание приводит к задержке развития и функционального созревания органов и систем плода. Наиболее ранимыми являются интеллект, психика, система иммунитета, желудочно-кишечный тракт и почки, эндокринная система. В данном аспекте интерес представляют жмых зародышей пшеницы (ЖЗП) и мелкодисперсная яичная скорлупа. Целью исследований являлось разработка рецептур и технологий каш, обогащенных пастой на основе жмыха зародышей пшеницы и мелкодисперсной яичной скорлупы. Для приготовления опытных образцов каш применялась паста, полученная после гидратации смеси ЖЗП и мелкодисперсной яичной скорлупы, при этом она сохраняет практически полностью биологически активные вещества исходных компонентов. Мелкодисперсная яичная скорлупа является источником природного кальция, который чрезвычайно важен для полноценного развития плода и нормального функционирования организма будущей мамы. Кальций, содержащийся в яичной скорлупе, практически полностью усваивается организмом. Во время беременности потребность в кальции значительно возрастает, поскольку соли этого элемента необходимы для формирования костной, нервной, сердечно-сосудистой систем плода, обеспечения нормальной свертываемости крови ребенка и основы для формирования зубов. Помимо кальция, яичная скорлупа содержит достаточное количество аскорбиновой кислоты, которая необходима для полноценного роста и развития плода.

Ключевые слова: жмых зародышей пшеницы, яичная скорлупа, каши, функциональные продукты

Enriched products of cereals for food of women during pregnancy

Tat'yana V. Alekseeva,	¹	zyablova@mail.ru
Yuliya O. Kalgina,	¹	yuliya1991@mail.ru
Veronika I. Shevchenko,	¹	nika1993@mail.ru
Dmitriy A. Bokarev	¹	bokarev_dima93@mail.ru

¹ service and restaurant business department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Summary. Now the question of the organization of the healthy and good nutrition of pregnant women is particularly acute. Food is a factor of the genetic program of development. Defective food leads an arrest of development and functional maturing of bodies and systems of a fruit. The most vulnerable are the intelligence, mentality, system of immunity, digestive tract and kidneys, endocrine system. In this aspect the cake of germs of wheat (WGC) and a fine egg shell are of interest. The purpose of researches was development of compounding and technologies of the porridges enriched with paste on the basis of cake of germs of wheat and a fine egg shell. The paste received after hydration of mix WGC and a fine egg shell, at the same time was applied preparation of prototypes of porridges it keeps almost completely biologically active agents of initial components. The fine egg shell is a source of natural calcium which is extremely important for full development of a fruit and normal functioning of an organism of future mother. The calcium which is contained in an egg shell is almost completely acquired by an organism. During pregnancy the need for calcium considerably increases as salts of this element are necessary for formation of bone, nervous, cardiovascular systems of a fruit, ensuring normal coagulability of blood of the child and a basis for formation of teeth. Besides calcium, the egg shell contains enough ascorbic acid which is necessary for the full-fledged growth and development of a fruit.

Keywords: wheat germ cake, eggshell, cereals, functional food

Для цитирования

Алексеева Т. В., Калгина Ю. О., Шевченко В. И., Бокарев Д. А. Обогащенные изделия из крупы для питания женщин в период беременности // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 130–134. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-130-134

For citation

Alekseeva T. V., Kalgina Yu. O., Shevchenko V. I., Bokarev D. A. Enriched products of cereals for food of women during pregnancy. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 130–134. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-130-134

Введение

Проблема здорового питания беременных остается объектом особого внимания. Питание беременной женщины влияет не только на состояние организма, но и на полноценное развитие и здоровье будущего ребенка. Рациональное питание будущей матери определяется сбалансированностью поступающих в организм питательных веществ, витаминов, микроэлементов и зависит от многих факторов.

Актуальность данной проблемы с одной стороны в том, что рост и правильное развитие плода требуют достаточного снабжения энергией и питательными веществами (как заменимыми, так и незаменимыми), а с другой – необходимо полноценное обеспечение беременной женщины питательными веществами, учитывая физиологические изменения, происходящие в ее организме. Кроме того, питание должно не только поддерживать энергетические и пластические процессы матери и плода, но и, в случае беременной, обеспечивать комфортное самочувствие и высокую активность женщины на всех этапах беременности [1, 2].

Для решения данной проблемы разработаны рецептуры каш с применением жмыха зародышей пшеницы (ЖЗП) – побочного продукта при глубокой комплексной переработке зерна пшеницы и мелкодисперсной яичной скорлупы, включающие в себя многие макро- и микроэлементы, необходимые для полноценного развития плода и поддержания здоровья будущей мамы [3, 4].

Одним из главных достоинств ЖЗП для беременной женщины, является высокое содержание витамина Е, отвечающего за функционирование плаценты, и принимающего участие в внутриутробном развитии плода. Также, в состав ЖЗП входит фолиевая кислота, способствующая бурному делению клеток, что положительно сказывается на развитии плодного яйца на ранних стадиях. Кроме того, она способствует верной передаче генетической информации. Как и витамин Е, она участвует в формировании плаценты, «страхует» от выкидыша и замершей беременности. Не последнюю роль фолиевая кислота играет в синтезе гемоглобина и при ее недостатке может развиваться анемия. Очень важно получать фолиевую кислоту в первые 4 недели беременности, именно в это время закладывается нервная трубка, а затем из нее развивается головной мозг. При недостаточном поступлении в организм матери фолиевой кислоты, могут возникнуть различные пороки развития головного мозга, в том числе нервные грыжи. В среднем потребность в фолиевой кислоте составляет 0,4 до 0,8 мг в сутки. Содержание её в ЖЗП – 1 мг/г, что дает еще одно преимущество данной пищевой добавки.

Дефицит незаменимых пищевых веществ, в том числе витаминов, во время беременности отрицательным образом сказывается на здоровье не только самой женщины, но и будущего ребенка. Недостаток витаминов во время беременности, когда потребность женского организма в этих незаменимых пищевых веществах особенно велика, наносит ущерб здоровью матери и ребенка, увеличивает детскую смертность, является одной из причин недоношенности, врожденных уродств, нарушений физического и умственного развития детей.

Дефицит витаминов способствует возникновению и развитию железодефицитной анемии, поскольку обеспеченность витаминами С и В₂ влияет на всасывание и транспорт железа, в синтезе гемоглобина участвуют фолиевая кислота и витамин В₁₂, в созревании эритроцитов – витамин В₆ [5].

Недостаточность витамина В₆ нередко является одной из причин раннего токсикоза, а его достаточное поступление нормализует обмен триптофана и тем самым оказывает нейропротекторное действие. Кроме того, недостаток витамина В₆ способствует задержке жидкости в организме.

Дефицит фолиевой кислоты при беременности существенно повышает риск возникновения врожденных пороков, обусловленных дефектами нервной трубки (серьезный порок развития нервной системы эмбриона), а также гипотрофии и недоношенности.

Дефицит витаминов В₆, В₁₂ и фолиевой кислоты сопровождается повышением уровня гомоцистеина в крови, обладающего нейротоксическим действием, а также увеличивающего у беременных угрозу выкидыша.

Рецептуры новых видов каш серии «Витаминка» представлены в таблице 1. Технология приготовления каш состояла из традиционных этапов: первичной обработки сырья, тепловой обработки и оформления блюд.

Новым было то, что в каши вводилась обогащающая добавка на основе ЖЗП и мелкодисперсной яичной скорлупы. Яйца предварительно подвергают обработке в соответствии с санитарно-эпидемиологическими требованиями [6]. Далее удаляли внутреннюю пленку, высушивали и измельчали скорлупу до размера частиц 40×10^{-6} м. На следующем этапе происходит соединение ЖЗП и яичной скорлупы в количестве 37% и 4% от массы пасты, соответственно. Перед введением в изделия проводили гидратацию полученной смеси в соотношении 1,0:1,7 в течение 15–45 мин в 2 этапа, на первом этапе при интенсивном перемешивании, на втором – термостатировании в состоянии покоя до достижения консистенции, близкой к структуре пасты. Далее полученную пищевую систему вносят согласно рецептурам [7, 8].

Таблица 1.

Рецептуры каш серии «Витаминка»

Table 1.

Formulations cereals series "Vitaminka"

Компоненты Compounds	Каша рисовая серия «Витаминка» Rise cereal		Каша пшенная серия «Витаминка» Millet cereal		Каша гречневая серия «Витаминка» Buckweat cereal	
	Контроль Control	Опыт Experiment	Контроль Control	Опыт Ex- periment	Контроль Control	Опыт Experiment
Паста Paste	–	3,46	–	3,65	–	7,6
Крупа рисовая Rice	17,3	13,84	–	–	–	–
Вода Water	54	54	65	65	57,8	57,8
Чернослив (слива сушеная) Prunes	23	23	–	–	–	–
Масло сливочное Butter	3,8	3,8	10	10	4	4
Соль поваренная пищевая Salt	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Крупа пшено шлифованное Millet	–	–	18,25	14,6	–	–
Изюм Raisins	–	–	1,5	1,5	–	–
Яйцо куриное Egg	–	–	5	5	–	–
Гречневая крупа ядрица Buckweat	–	–	–	–	38	30,4

Таблица 2.

Содержание витаминов и микроэлементов в рисовой каше

Table 2.

The content of vitamins and trace elements in rice porridge

Наименование показателя Indicator	Рисовая каша серии «Витаминка» Rice cereal "Vitaminka"	
	(контроль) control	(опыт) experiment
Fe, мг	0,6	4,60
Ca, мг	11,8	73,66
Na, мг	3,5	3,7
K, мг	125,7	140,00
P, мг	40,8	57,90
Zn, мг	0,28	1,50
Mg, мг	22,4	23,46
Mn, мг	0,24	0,74
S, мг	9,0	9,23
I, мг	0,003	0,072
Cu, мг	0,0489	0,099
Co, мг	0,0002	0,11
Mo, мг	0,0007	0,05
F, мг	0,0098	0,23
Cr, мг	0,0003	0,25
B1, мг	0,01	0,04
B2, мг	0,02	0,03
B5, мг	0,07	0,19
B6, мг	0,03	0,04
B9, мг	0,00032	0,00032
A, мг	0,02	0,027
C, мг	0,2	0,2
E, мг	0,1	0,50
H, мг	0,0006	0,0006
PP, мг	0,715	0,86

Разработанные изделия обладали высокими органолептическими показателями в пределах 4,5–5 баллов при снижении коэффициентов избыточности, коэффициентов различий аминокислотного скора и повышении коэффициентов утилитарности, что говорит об увеличении ценности белка и сбалансированности аминокислотного состава. Биологическая ценность новых изделий составила 64,5–98,3%, коэффициент утилитарности – 0,39–0,96, коэффициент избыточности – 2,8 [9, 10].

В таблице 2 представлен макро-, микро-элементный и витаминный состав (мг в 100гр продукта) на примере каши рисовой серии «Витаминка», позволяющий отнести их к продуктам функционального назначения.

Анализ витаминно-минерального состава разработанных продуктов на основе круп показал, что содержание йода и витаминов Е и А находилось на уровне 15% и более от суточной потребности организма, что соответствует

общим принципам обогащения продуктов питания. Массовая доля железа, натрия, калия, фосфора и витаминов В₂, В₃, В₆, РР, К, фосфора, цинка, находилась в пределах 12–40%, что подтверждает их высокую пищевую ценность и позволяет оценить их как функциональные [11].

Заключение

В результате применения гидратированной смеси ЖЗП и мелкодисперсной яичной скорлупы для питания беременных женщин, получаем качественный продукт, с улучшенными органолептическими свойствами, обладающий высокой биологической и пищевой ценностью, с содержанием всех незаменимых кислот, сбалансированным аминокислотным, витаминным и минеральным составом и хорошей усвояемостью. В связи с особенностями состава данных инновационных изделий их можно использовать в лечебно-профилактическом питании.

ЛИТЕРАТУРА

1 Rodionova N. S., Manykovskya M. V. Development of biotechnology combined food systems enriched with plant complexes on the basis of animal origin // Journal of EcoAgri-Tourism. 2014. № 2. vol 10. pp. 192-194.

2 Родионова Н.С., Алексеева Т.В., Маликова Т.Н. Продукты функционального назначения с фракциями отечественных источников биоресурсов низко-масличного сырья // Материалы междунар. научно-техн. конф. «Продовольственная безопасность: научное, кадровое и информационное обеспечение». Воронеж: ВГУИТ, 2015. Ч. 1. С. 367–368.

3 Родионова Н.С., Попов Е.С. Разработка технологии пищевых систем на основе продуктов глубокой комплексной переработки растительного сырья // Актуальная биотехнология. 2014. № 3 (10). С. 8-11.

4 Белокурова Е.В., Коломникова Я.П., Солохин С.А. Разработка технологии мучных изделий повышенной пищевой ценности для предприятий общественного питания // Хлебопродукты. 2015. № 1. С. 56-58.

5 Антипова Л.В., Ибрагимова З.Р., Газданова Р.Ю. Антианемические продукты питания с использованием крови убойных животных // Вестник ВГУИТ. 2013. № 4 (58). С. 151–153.

6 СанПиН 2.3.6.1079–01 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям общественного питания, изготовлению и оборотоспособности в них пищевых продуктов и продовольственного сырья».

7 Rodionova N., Belokurova E., Solokhin S. Quality assessment of bakery products with the introduction of biogenic animal raw materials // Journal of Advanced Research in Technical Science. 2016. № 1. pp. 85-86.

8 Antipova L., Gorbunkov M. The experience of enzyme preparations application in the processing of animal origin raw materials // European Journal of Natural History. 2015. № 2. pp. 42-43.

9 Rodionova N., Popov E., Kolesnikova T. Effect of LT-LT-processing on consumer properties of semi-finished products from animal raw materials // Journal of Advanced Research in Technical Science. 2016. № 1. pp. 87-88.

10 Ponomaryova E., Lukina S., Magomedov M. Production technology of functional bakery products // European Journal of Natural History. 2015. № 6. pp. 59-73.

REFERENCES

1 Rodionova N. S., Manykovskya M. V. Development of biotechnology combined food systems enriched with plant complexes on the basis of animal origin // Journal of EcoAgri-Tourism. 2014. № 2. vol 10. pp. 192-194.

2 Rodionova N.S., Alekseeva T.V., Malikova T.N. Products of functional purpose with the factions of the domestic sources of biological resources low-oil raw materials. Prodovol'stvennaya bezopasnost': nauchnoe, kadrovoe i informatsionnoe obespechenie [Materials of Intern. sci-tech. Conf. "Food security: scientific, personnel and information security"] Voronezh, 2015, part 1, pp. 367–368. (in Russian)

3 Rodionova N.S., Popov E.S. Development of technology for food systems based on the products of deep complex processing of Ras vegetation materials. Current biotechnology. 2014, no. 3 (10), C. 8-11. (in Russian)

4 Belokurova E.V., Kolomnikova Y.P., Solokhin S.A. Development of technology of bakery products increased nutritional value for public catering enterprises Bakery foods. 2015, № 1, pp. 56-58. (in Russian)

5 Antipova L.V., Ibragimov Z.R., Gazdanova R.Yu. Anti-anemic food using blood of slaughtered animals. Proceedings of VSUET [Vestnik VGUIT] 2013, no. 4 (58), pp. 151–153. (in Russian)

6 SanPiN 2.3.6.1079–01 "Sanitarno-epidemiologicheskie trebovaniya k organizatsii obshchestvennogo pitaniya, izgotovleniyu i oborotosposobnosti" [Sanitary rules 2.3.6.1079–01 "Sanitary-epidemiological requirements of the organizations of public catering, production and turnover in them of foodstuff and food raw materials"] (in Russian)

7 Rodionova N., Belokurova E., Solokhin S. Quality assessment of bakery products with the introduction of biogenic animal raw materials // Journal of Advanced Research in Technical Science. 2016. № 1. pp. 85-86.

8 Antipova L., Gorbunkov M. The experience of enzyme preparations application in the processing of animal origin raw materials // European Journal of Natural History. 2015. № 2. pp. 42-43.

9 Rodionova N., Popov E., Kolesnikova T. Effect of LT-LT-processing on consumer properties of semi-finished products from animal raw materials // Journal of Advanced Research in Technical Science. 2016. № 1. pp. 87-88.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Татьяна В. Алексеева д. т. н., профессор, кафедра сервисных технологий, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, zyablova@mail.ru

Юлия О. Калгина аспирант, кафедра сервисных технологий, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, yuliya1991@mail.ru

В... И. Шевченко студент, кафедра сервисных технологий, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, nika1993@mail.ru

Д... А. Бокарев студент, кафедра сервисных технологий, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, bokarev_dima93@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Татьяна В. Алексеева предложила методику проведения эксперимента и организовал производственные испытания

Вероника И. Шевченко, Дмитрий А. Бокарев обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провели эксперимент, выполнили расчёты

Юлия О. Калгина написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 15.10.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 19.11.2016

10 Ponomaryova E., Lukina S., Magomedov M. Production technology of functional bakery products. *European Journal of Natural History*. 2015. № 6. pp. 59-73.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Tat'yana V. Alekseeva doctor of technical science, professor, service and restaurant business department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, zyablova@mail.ru

Yuliya O. Kalgina graduate student, service and restaurant business department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, yuliya1991@mail.ru

Veronika I. Shevchenko student, service and restaurant business department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, nika1993@mail.ru

Dmitriy A. Bokarev student, service and restaurant business department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, bokarev_dima93@mail.ru

CONTRIBUTION

Tat'yana V. Alekseeva proposed a scheme of the experiment and organized production trials

Veronika I. Shevchenko, Dmitriy A. Bokarev review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

Yuliya O. Kalgina wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 10.15.2016

ACCEPTED 11.19.2016

The impact of different starter cultures on fat content, pH and SH dynamics in white brined cheese production

Borche Makarijoski	¹	makarijoski.borce@gmail.com
Stefce Presilski	¹	
Mohammad Usman Khan	²	
Lukas Hleba	³	
Mohammad Ali Shariati	⁴	
Shilan Rashidzadeh	⁵	

¹ Faculty of biotechnical sciences, Bitola

² Department of energy systems engineering, University of agriculture, Faisalabad, Pakistan

³ Slovak university of agriculture, Faculty of biotechnology and food sciences, Department of microbiology, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovakia

⁴ All Russian research institute of phytopathology, Moscow, Russia

⁵ Department of food science and technology, Gorgan payame nour university, Gorgan, Iran

Summary. White brined cheese is a specific dairy product for Balkan Peninsula countries, Mediterranean, North Africa, Eastern Europe and some parts of Asia. The survey was conducted in 2016 at a dairy industry laboratory in R. of Macedonia. In this research work the influence of three different starter cultures of three white brined cheese variants (A, B, C) has been examined regarding the fat content dynamics. The starter culture in variant A (SMCH-5) contained following bacteria strains: *Lb. bulgaricus*, *Str. thermophilus* and *Lb. acidophilus*. In the variant B (Choozit Feta A) the follow bacteria strains were included: *Lac. lactis* ssp. *lactis*, *Lac. lactis* ssp. *cremoris*, *Str. thermophilus*, *Lb. bulgaricus* and *Lb. helveticus*. The variant C (MOTC 092 EE) was a combination of the strains: *Lac. lactis* ssp. *lactis*, *Str. thermophilus*, *Lb. bulgaricus*, *Lb. helveticus* and *Lb. casei*. The impact of the above mentioned three different starter cultures was determined over the fat content, pH and SH during the process of ripening of the white brined cheese.

Keywords: white-brined cheese, starter cultures, fat content, pH, SH, dynamic

Introduction

Cheese is the generic name for a group of fermented milk-based food products produced worldwide in a wide range of flavours and forms. Although there is no reliable estimate of the number of cheese varieties produced throughout the world, well over 1000 named varieties are recognized. Cheese is the quintessential convenience food; indeed, it has been said that there is a cheese for every taste preference and a taste preference for every cheese. (Eck, A. and Gilles J. – C., 2000)

Cheese manufacture, which dates from 6000–7000 BC, is essentially a method for preserving the nutritive value of milk through fermentation, removal of moisture and addition of salt.

It is fascinating that such a wide range of flavours can be produced from the basic ingredients of cheese which are milk, starter cultures, salt and often rennet.

Cheese is a fermented food product in which lactose is converted to lactic acid by the action of bacteria. The strains of lactic acid bacteria used to acidify milk are usually carefully selected and deliberately added to milk as a culture known as a starter.

White brined cheese has a great tradition in R. Macedonia and is usually produced from cow milk. The increased consumption of white brined cheese contributes to the necessity to be produced in almost all dairy facilities in industrial way: milk pasteurization, adding ingredients (calcium chloride, color, rennet.), and also the addition of starter cultures for continuous milk acid fermentation.

According to El Soda et al. (2003), the use of commercial starter cultures in an industrial way of cheese production is necessary for obtaining a final product with a standard identifiable feature. A variety of bacteria cultures are available for making specific cheese types. These bacteria, commonly called starters, are added to the milk after pasteurization and at specific temperatures. They are allowed to work for specific time periods depending on the type of cheese. During this period the bacteria consumes the lactose which is milk sugar.

The most important function of the starter cultures is the production of lactic acid and the release of enzymes during the fermentation process of white brined cheese (Leroy and de Vuyst, 2004).

Для цитирования

Makarijoski B., Presilski S., Usman Khan M., Hleba L., Ali Shariati M., Rashidzadeh Sh. The impact of different starter cultures on fat content, pH and SH dynamics in white brined cheese production. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 135–140. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-135-140

For citation

Makarijoski B., Presilski S., Usman Khan M., Hleba L., Ali Shariati M., Rashidzadeh Sh. The impact of different starter cultures on fat content, pH and SH dynamics in white brined cheese production. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 135–140. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-135-140

Material and methods

As for this research the white brined cheese was manufactured from pasteurized cow milk in a local dairy plant “Milkom” – v. Nogaevci, Gradsko, R. Macedonia. Regarding the production the raw milk was supplied from Gradsko region in Macedonia. The chemical composition of the milk used for the manufacturing of white cheese was 12.13% total solids, 3.7% fat, 3.21% protein, 0.67% ash, and 4.55% lactose. The pH of the milk was 6.49 and it was pasteurized at 72 °C for 15 seconds and cooled at 34 °C. The curding was done at temperature of 34 °C. First the following starter cultures were added: for white brined-cheese Variant A – SMCH-5, for white brined cheese Variant B – Choozit Feta A and for white brined cheese Variant C – MOTC 092 EE. Then the CaCl_2 0.02% and blego color 10 ml/100 l milk was added. The cow milk was coagulated with chymosin rennet (Chymax Extra Powder 1.5 g/100 l milk) completed in 45 min. Further on, the curd was cut in cubes of 1 cm³, resting for 5 minutes and afterwards pressed in cheese mold for 3 hours. Cheese blocks were placed in tinned cans filled with brine solution of 8g NaCl/100g. During the ripening period of 30 days the cheese was held at 15–17 °C, and then kept at 2–4 °C. (Figure 1 White-brined cheese technology).

In order to determine their influence on fat content, pH and SH in white brined cheese three different types of starter cultures were used. There were three variants of cheese produced which differ by starter cultures used in production process (Var. A – SMCH-5, product by LB Lactis – Bulgaria, Var. B – Choozit Feta A – product by Danisco – Denmark and Var. C MOTC 092 EE (produced by Sacco Clerici).

The determination of the content of milk fat in cheese is determined by the Gerber method (Caric at al. 2002). The pH of milk and cheese samples was measured using a digital pH meter (digital pH meter, model MP120FK Mettler Toledo, Greifensee, Switzerland). SH was measured according to Soxlet Henkel method

The determination of milk fat content, pH and SH of white brined cheese was examined on the 1st day, 10th day, 30th day and the 60th day. Further on, the standard statistical method (Najchevska, 2002) was used for statistical presentation of the analyzed data as well as the F-test for analysis of the variance in tested cheese variants.

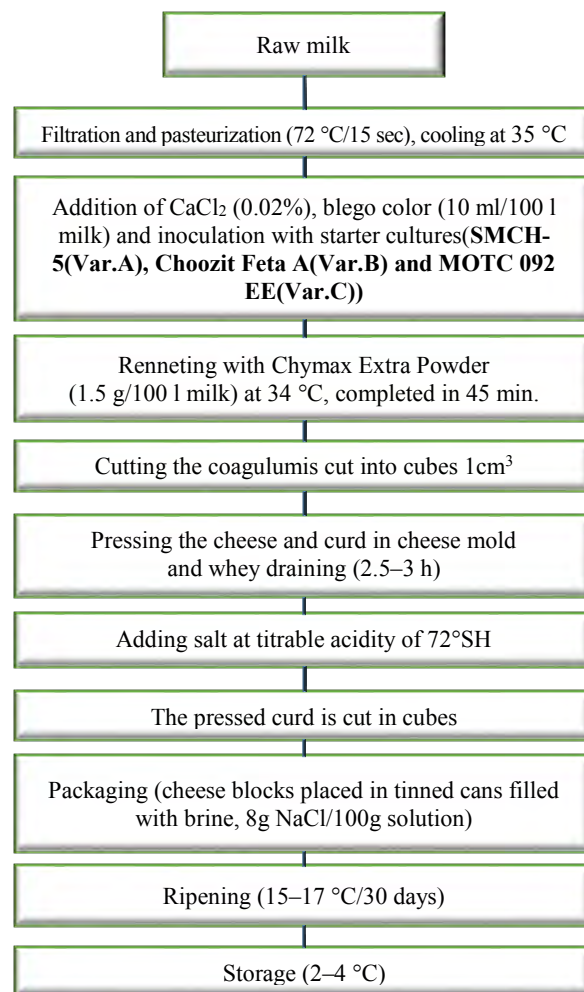


Figure 1. Modified protocol of white cheese production (Ozcan at al.2012)

Results and discussion

Milk fat remains incorporated between the protein matrix and the curd, although a very small part is eliminated through the whey after cutting and pressing the curd.

Milk fats influence rheological and sensory characteristics of white brined cheese. The greater amount of milk fat helps generate white brined cheese with softer consistency and better sensory properties, unlike the low fat milk percentage which helps generate white brined cheese with hard consistency and its sensory properties are less expressed.

The fat content regarding the examined three varieties of white brined cheese is presented in Table 1, and in Figure 1. According to the results depicted in Tables 1 it can be concluded that fat content in the white brined cheese (var. A, var. B and var. C) at the first day of production was the following: 20.96% (var. A); 21.36% (var. B) и 21.32% (var. C).

Significant changes regarding the further period of ripening have not been registered which is shown in the graph below.

Continuous increase of fat content was noticed to all examined variants of white brined

cheese (var. A var. B and var. C) without significant peaks. After 60 days of ripening period, Variant A had shown 22.40% of fat content, Variant B had shown 22.42% of fat content and Variant C had shown 22.34% of fat content.

Table 1.

Fat content dynamics in white brined cheese

Index	Variant A (SMCH-5)				Variant B (Choozit Feta A)				Variant C (MOTC 092 EE)			
Day	1 day	10 day	30 day	60 day	1 day	10 day	30 day	60 day	1 day	10 day	30 day	60 day
x	20.96	21.48	22.02	22.40	21.36	21.84	22	22.42	21.32	21.8	21.94	22.34
Min	20.60	21	21.70	22.10	21.20	21.60	21.80	22.20	21	21.5	21.6	22.2
Max	21.20	21.70	22.30	22.60	21.60	22.10	22.20	22.60	21.5	22	22.2	22.5
Sd	0.230	0.295	0.239	0.187	0.167	0.207	0.187	0.148	0.217	0.212	0.23	0.152
Cv	1.098	1.373	1.084	0.835	0.783	0.949	0.850	0.662	1.017	0.973	1.049	0.679

The presented data are in correlation with the conclusions of Dozet et al. (1996) emphasizing that in the production process of white brined cheese, lipolytic reactions are not significantly expressed which however differs for blue cheeses, where more lipolytic processes and more changes in fat content percentage are noticed.

Popović, Vranješ et al. (2011) had similar results in their study regarding the fat content in Sjenichko cheese. They have determined that the average of fat content was 22.97% (minimum 21.97% and maximum 23.97% of fat content) which appears as similar to the results presented in this paper.

The results presented in this survey are quite similar to the results provided by Chomakov et al. (2000). Their values for fat content in white brined cheese are in the range limits of 21–25%.

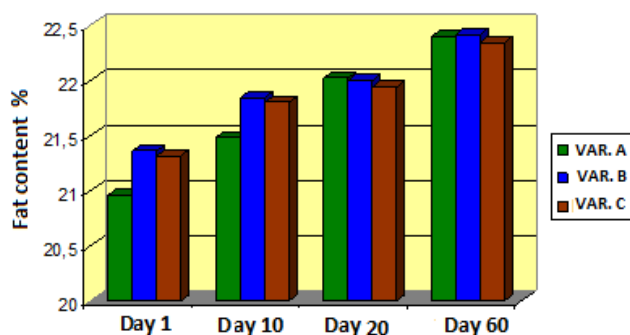


Figure 2. Fat content dynamics in white brined cheese

The increase of fat content in white brined cheese from this survey is also followed by increase of the dry fat matter content. The energy value of cheese mostly depends on the fat content. It is of a great importance that the milk during the industrial production should not be transported in long lines, causing increased fat loss, which in total will effect on product amount.

With the use of Fisher's-test statistically significant differences among the tested varieties were not determined, so it can be concluded that the starter cultures do not affect the fat content in white brined cheese (table 2).

Table 2

Analysis of variance for the fat content in white brined cheese

Source of variation	Sum of squares (SQ)	Degree of freedom (DF)	Variance	F-value
Total	0.3374	14		ns 0.32
Between groups	0.0174	2	0.0087	
In groups	0.32	12	0.0266	

ns – not statistically significant; • significance level $p < 0.05$; ** significance level $p < 0.01$ $F_{0.05} = 3,74$ $p < 0,05$; $F_{0.01} = 6.51$ $p < 0.01$

Active acidity (pH) is defined as concentration of hydrogen ions. This parameter according Baltadzhieva (1993) has a control function and reflects the buffering capacity of the cheese. By increasing the concentration of hydrogen or hydroxyl ions to some extent, active acidity is not changed. The pH value of the cheese is most affected by phosphates, carbonates, citrates, casein, albumin and globulins. The dynamics of the active acidity in tested variants of cheese is shown in Tables 5, 6 and 7, and also in Figure 2.

In this survey the pH values at the first day after production of the three variants of cow's brined cheeses were as followed: 4.93 (Var. A); 4.95 (Var. C) and 5.01 (Var. B). The content of starter cultures is so important for the dynamics of the active acidity.

According to Gruev (1995) the most important bacteria for fermentation process in brined cheese production is *Str. Lactis*. This bacterium has role to make hydrolytic degradation of cheese paracasein. In further stages of ripening particularly important is bacterium *Lac. Casei*. While yogurt culture composed of *Str. thermophilus* and *Lac. bulgaricus* practically does not participate in the maturation process because they develop at temperatures above 15 °C and salt concentration between 6 to 8%.

The activity of starter cultures and the decrease of pH is expressed on the 10th day when the pH was 4.66 (Var. A); 4.71 (Var. B) and 4.69 (Var. C). After the 10th day came to accumulation of lactic acid with the transformation of lactose which has negative affects on the bacteria. That's the reason for decreasing the process of acidification and autolysis on lactic acid bacteria cells.

The value of active acidity after period of one month fermentation was similar for each variant white brined cheese: 4.5 (Var. A); 4.54 (Var. B) and 4.52 (Var. C).

Table 3.

Dynamics of active acidity (pH) of white brined cheese

Index	Variant A (SMCH-5)				Variant B (Choozit Feta A)				Variant C (MOTC 092 EE)			
Day	1 day	10 day	30 day	60 day	1 day	10 day	30 day	60 day	1 day	10 day	30 day	60 day
x	4.93	4.66	4.5	4.42	5.01	4.71	4.54	4.48	4.95	4.69	4.52	4.45
Min	4.87	4.61	4.44	4.4	4.91	4.68	4.48	4.43	4.88	4.6	4.43	4.41
Max	5.02	4.71	4.55	4.45	5.09	4.75	4.61	4.52	5.04	4.75	4.6	4.5
Sd	0.058	0.045	0.051	0.019	0.082	0.032	0.049	0.042	0.06	0.06	0.067	0.036
Cv	1.174	0.972	1.133	0.423	1.628	0.688	1.09	0.934	1.207	1.275	1.482	0.805

The further reduction of active acidity level was with lower dynamics. At 60-th day the lowest pH value was determined in variant A (4.42), then the variant C (4.45), while the highest pH was measured in variant B (4.48).

These changes are regarded identical to the research of Radulović et al. (2011) who suggested that *Lactococcus* achieve their maximum until the 15th day of ripening, but they were not entirely extinct in the following period. High level of this bacteria 106 cfu g⁻¹ is registered at the 60th day of ripening.

Slightly higher results from this survey were presented Smiljanić et al. (2014). In their studies the value of pH after 60 days fermentation was 4.6, which can be explained by the fact that in traditional manufacturing process of white brined cheese starter culture is not added like in our case.

The obtained data for pH of white brined cheese in this survey are in correlation with the results by Chobanova Vasilevska (2007) where were noticed variations of pH from 4.50 to 4.8, and also by Ostojić and Mesner (1978) where was determined an average of pH 4.44.

According to Kostova (2013) the pH of traditional Macedonian white brined cheese is in range between 4.04 to 5.05.

Similar results to ours were also presented by Talevski (2011). In his survey he produced three variants of white brined cheese with three different starter cultures. The pH of white brined cheeses were between 4.54 to 4.62.

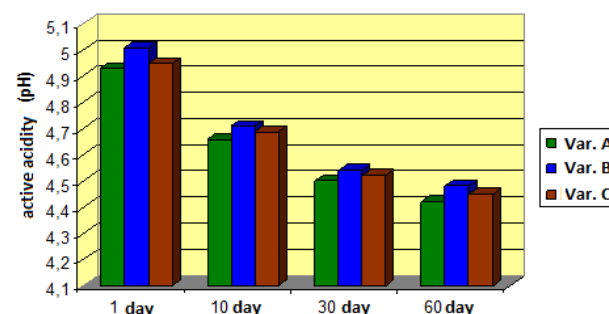


Figure 3. Dynamics of the active acidity (pH) in white brined cheese

Table 4.

Analysis of variance for the active acidity (pH) in white brined cheese

Source of variation	Sum of squares (SQ)	Degree of freedom (DF)	Variance	F-value
Total	0.0231	14		
Between groups	0.00958	2	0.00479	*4.25
In groups	0.01352	12	0.001126	

ns – not statistically significant; • significance level $p < 0.05$; ** significance level $p < 0.01$ $F_{0.05} = 3.74$ 3α $p < 0.05$; $F_{0.01} = 6.51$ 3α $p < 0.01$

Starter cultures have minimal influence on pH value of white brined cheese at level $p < 0.05$ which can be noticed with positive Fisher test (table 4).

The dynamics of the titratable acidity of the three varieties of white brined cheese is shown in table 5, and also in figure 4. The starting values in tested variants were: 51.20°SH (var. A); 48.40°SH (var. B) 50.40°SH (var. C). These results for titratable acidity were quite similar with results presented by Tratnik at al. (2000) for feta cheese obtained from full fat and partly skimmed milk. Titratable acidity between 47.27 and 61.81°SH.

On the tenth day of production were noticed a continuous increase of titratable acidity in all variants. The minimum value at that point of measurement was established in white brined cheese (variant B) produced from Choozit Feta A (69.20°SH), while the maximum reached the white brined cheese (variant A) produced from SMCH-5 (72°SH).

After 30 days fermentation period, the titratable acidity values of three variants white brined cheese were as follows: 79.20°SH (Variant A); 76.40°SH (Variant B) and 77.60°SH (Variant C).

In that stage of fermentation, the increase of titratable acidity is mostly affected by *Lactobacillus* which are tolerant to low pH and high salt concentration. According to Núñez (1978), at the initial stage prevailing streptococci, but due to the high salt concentration and the inhibitory action of the active acidity comes to their extinction and its place is taken by *Lactobacillus*.

These results approximating the optimal acidity in this period noted by Stojiljkovic (2007) indicating that the cheese titratable acidity in 20–25 days should be 62–74°SH. Higher titratable acidity causes friable and sour cheese, while the lower acidity has the opportunity to get to faster deterioration due to lack of lactic acid.

Table 5.

Dynamics of titratable acidity (°SH) of titratable acidity in white brined cheese

Index	Variant A (SMCH-5)				Variant B (Choozit Feta A)				Variant C (MOTC 092 EE)			
Day	1 day	10 day	30 day	60 day	1 day	10 day	30 day	60 day	1 day	10 day	30 day	60 day
x	51.20	72	79.20	86.40	48.40	69.20	76.40	82	50.40	70	77.60	84.40
Min	48	66	76	84	46	64	74	80	48	68	74	82
Max	54	74	82	88	52	74	78	84	52	74	82	86
Sd	2.280	3.464	2.280	1.673	2.191	3.633	1.673	1.414	2.191	2.449	3.578	1.673
Cv	4.454	4.811	2.879	1.937	4.527	5.250	2.190	1.725	4.347	3.499	4.610	1.983

Generally, it can be concluded that the main lactic acid fermentation process for white brined cheese is completed within 30 days and after that period the intensity of lactic acid fermentation process is getting lower. Rapid production of lactic acid and the increase of titratable acidity helps to create a greater amount of monocalcium para-casein which cause better gluing of curd grains and compact cheese pieces.

After 30 days fermentation period, the titratable acidity values of three variants white brined cheese were as follows: Variant A 86.40°SH, Variant B – 82°SH and Variant C – 84.40°SH.

According to Kostova (2013), the titratable acidity in white brined cheese is between 80°SH and 96°SH. Our results correspond with the results of Sjenichkoto cheese produced from sheep's milk where titratable acidity had extremes of 57.54 to 97.73°SH. (Ružić Muslićići cop., 2011).

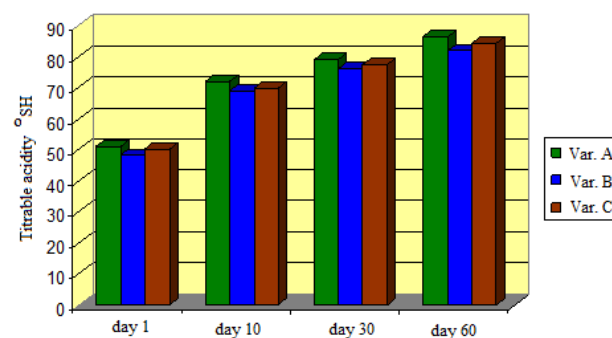


Figure 4. Dynamics of titratable acidity (°SH) in white brined cheese

At the table above are presented the results of analysis of variance for titratable acidity in three variants of white brined cheese. From the obtained results it is noticed that the starter cultures have significant impact at level $p < 0.01$ and have influence on white brined cheese titratable acidity. Obtained F-value (9.58) was greater than the tabular values of both levels.

Table 6.
Analysis of variance of titratable acidity (°SH)
in white brined cheese

Source of variation	Sum of squares (SQ)	Degree of freedom (DF)	Variance	F-value
Total	78.934	14		
Between groups	48.534	2	24.267	**9.58
In groups	30.40	12	2.533	

ns – not statistically significant; • significance level $p < 0.05$; ** significance level $p < 0.01$ $F_{0.05} = 3.74$ $p < 0.05$; $F_{0.01} = 6.51$ $p < 0.01$

Conclusion

Significant differences in the content of milk fat during the fermentation process among all three white brined cheese variants (A, B and C) produced by different types of starter cultures have not been found. According to the analyzed data it can be confirmed and concluded that starter cultures

do not influence the content of milk fat during the process of fermentation of white brined cheese.

The content of milk fat was presented such as: 22.34% (variant C), 22.4% (Variant A) to 22.42% (variant B). The starter cultures that were used in the production process of the three different variants (A, B and C) of white brined cheese had a minimal impact on the dynamics of the active acidity. The pH values of all three variants of cheese (A, B and C) after two months of ripening period were as follow: 4.42 (Var. A), 4.48 (Var. B) and 4.45 (Var. C). The starter cultures that were used in the production process of the three different variants (A, B and C) of white brined cheese had a minimal impact on the dynamics of the titratable acidity. The SH values of all three variants of cheese (A, B and C) after two months of ripening period were as follow: 86.40 (Var. A), 82 (Var. B) and 84.40 (Var. C).

REFERENCES

- 1 Bojanić Rašović M., Mirecki S., Nikolić N., Vučinić S. et al. Mikrobiološki i hemijski kvalitet autohtonih sireva u Crnoj Gori. Prehrambena industrija – Mleko i mlečni proizvodi. 2010, no. 1–2, pp. 127–133.
- 2 Чомаков Х., Симов Ж., Пышева И. Технология на млякото и млечните продукти. София, 2010.
- 3 Dozet N., Adžić N., Stanišić M., Živić N. Autohtoni mlječni proizvodi. Beograd, 1996.
- 4 Carić M., Milanović S., Vucelja D. Standardne metode i analize mleka i mlečnih proizvoda. Novi Sad, 2000.
- 5 Eck A., Gilles J.-C. et al. Cheesemaking from Science to Quality Assurance. Technique and Documentation. Paris, 2000.

- 6 El Soda M., Ahmed N., Omran N., Osman G. et al. Isolation, identification and selection of lactic acid bacteria cultures for cheesemaking. Emir. J. Agric. Sci. 2003, no. 15 (2), pp. 51–71.

- 7 Leroy F., de Vuyst L. Lactic acid bacteria as functional starter cultures for the food fermentation industry. Trends in Food Science and Technology, 2004, vol. 15, no. 2, pp. 67–78.

- 8 Popović-Vranješ A., Pejanović R., Ostojić M., Bauman F. et al. Proizvodnja Sjeničkog sira u industrijskim uslovima. Prehrambena industrija – Mleko i mlečni proizvodi. 2011, no. 1, pp. 47–51.

- 9 Radulović Z., Miočinović J., Pudja P., Barać M. et al. The application of autochthonous lactic acid bacteria in white brined cheese production. Mljekarstvo, 2011, no. 61 (1), pp. 15–25.

- 10 Ozcan et al. Determination of free amino acids in cheese. Mljekarstvo, 2012, no. 62(4), pp. 241–250.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Borche Makarijoski, Faculty of Biotechnical Sciences, Bitola, makarijoski.borce@gmail.com

Stefce Presilski, Faculty of biotechnical sciences-Bitola, University "St. Kliment Ohridski"-Bitola, R.Macedonia

Mohammad Usman Khan, Department of Energy Systems Engineering, University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan,

Lukas Hleba, Slovak University of Agriculture, Faculty of Biotechnology and Food Sciences, Department of Microbiology, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovakia,

Mohammad Ali Shariatid, All Russian Research Institute of Phytopathology, Moscow Region, Russia,

Shilan Rashidzadeh, Department of Food Science and Technology, Gorgan Payame Nour University, Gorgan, Iran,

CONTRIBUTION

All authors are equally participated in writing the manuscript

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 11.9.2016

ACCEPTED 12.3.2016

Разработка рецептур безглютеновых мучных кулинарных изделий повышенной пищевой ценности

Яна П. Домбровская¹ yana_dombrovskaya@inbox.ru
Светлана И. Аралова¹ s.anokhina27@mail.ru

¹ кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394000, Россия

Реферат. Статья посвящена проблемам производства безглютеновых продуктов питания, которые необходимы для людей, страдающих таким заболеванием как целиакия. Раскрыта актуальность разработок рецептур безглютеновых продуктов питания, которые не уступают традиционным по многим показателям. Классические рецептуры безглютеновых хлебобулочных изделий, главным образом, основаны на рисовой, гречневой, кукурузной муке, которые обладают недостаточной пищевой ценностью. В связи с этим актуальна разработка технологий и рецептур мучных блюд с использованием нетрадиционного растительного сырья, богатого пищевыми волокнами, белками и другими полезными веществами, улучшающие биологическую и пищевую ценность данных продуктов. В статье подробно описана разработка рецептуры безглютеновых кексов, за основу была взята рецептура кекса «Столичного». Основным сырьем для новой рецептуры выбрана рисовая мука, а в качестве обогащающих добавок – льняная мука и мука из яичной скорлупы. Были проведены пробные выпечки, на основании которых было выбрано процентное соотношение вводимых веществ и произведена оценка качества полуфабрикатов и готовых изделий. Качество полуфабрикатов оценивалось по таким показателям как влажность и микроструктура теста. Качество готовых изделий было оценено с помощью органолептических и физико-химических показателей, результаты сведены в таблицы. Исследована антиоксидантная активность изделий. Произведена сенсорометрическая оценка аромата контрольного и опытного образцов. Рассчитан химический состав. Содержание белков, витаминов, минеральных веществ в опытном образце значительно возросло по сравнению с контролем. Внесением муки яичной скорлупы добились соотношения Ca-Mg-P, максимально приближенного к идеальному 1:0,39:1,53. Замена пшеничной муки на льняную и рисовую муку и внесение яичной скорлупы улучшило аминокислотный состав продукта. Биологическая ценность возросла на 2,3%.

Ключевые слова: безглютеновые продукты, глютен, нетрадиционное сырье, целиакия

Formulation of gluten-free flour culinary products of high nutritional value

Yana P. Dombrovskaya,¹ yana_dombrovskaya@inbox.ru
Svetlana I. Aralova,¹ s.anokhina27@mail.ru

¹ service and catering business department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394000, Russia)

Summary. The article is devoted to the production of gluten-free foods that are necessary for people suffering from this disease as celiac disease. The article reveals the relevance of developing recipes for gluten-free foods, which are not inferior to traditional in many respects. Classic recipes gluten-free bakery products, mainly based on rice, buckwheat, corn flour, which have little nutritional value. In this regard, the current development of technologies and formulations pastry dishes with use of nonconventional vegetable raw materials rich in dietary fibers, proteins and other beneficial substances that improve the biological and nutritional value of these products. The paper describes the formulation of gluten-free muffins, was based on the recipe of the cake "Capital". The main raw material for the new compositions of selected rice flour, and as enriching additives – flax flour and flour from the eggshell. Was conducted baking tests on the basis of which was chosen percentage of the input substances and the assessment of quality of semi-finished and finished products. The quality of semi-finished products was evaluated by such indicators as humidity and the microstructure of the test. The quality of finished products was assessed using organoleptic and physical-chemical parameters, the results presented in the tables. Investigated the antioxidant activity of products. Produced sensometrical evaluation of aroma of control and experimental samples. Calculated chemical composition. The content of protein, vitamins, mineral substances in the experimental sample is significantly increased compared to control. Making flour egg shell has achieved the ratio of Ca-Mg-P as close to a perfect 1:0,39:1,53 Replacement of wheat flour with flaxseed and rice flour and the introduction of egg shell improve the amino acid composition of the product. The biological value increased by 2.3%.

Keywords: gluten-free products, gluten-free, non-traditional raw materials, celiac disease

Для цитирования

Домбровская Я. П., Аралова С. И. Разработка рецептур безглютеновых мучных кулинарных изделий // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 141–147. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-141-147

For citation

Dombrovskaya Ya. P., Aralova S. I. Formulation of gluten-free flour culinary products of high nutritional value. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 141–147. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-141-147

Введение

Питание – это один из важнейших факторов, определяющих здоровье населения. Общегосударственными проблемами и приоритетными задачами здравоохранения являются проблемы питания, а в частности, безопасность пищевых продуктов, отсутствие полноценного рационального питания, адекватность пищи образу жизни, возрасту.

Потребность в диетических и профилактических продуктах обусловлена общим состоянием здоровья населения. В стране прогрессируют алиментарно-зависимые заболевания, которые возникают от несбалансированности рациона питания.

Одно из таких заболеваний – целиакия, которая возникает у людей, страдающих непереносимостью глютена. Это белок, входящий в состав злаковых культур. Таким образом, люди, страдающие данным заболеванием, не могут употреблять в пищу кулинарные изделия из традиционных видов муки и должны пожизненно соблюдать безглютеновую диету. Согласно исследованиям, непереносимость глютена (целиакия) наблюдается примерно у 2% населения. У больных не вырабатывается фермент, который расщепляет глютен, вследствие чего образуются продукты его неполного гидролиза, которые приводят к атрофии ворсинок тонкой кишки. Резко нарушается переваривание пищи и всасывание большинства пищевых веществ, в том числе и тех, которые организм в состоянии расщепить и подготовить для всасывания. Латинское название *gluten* означает «клей», таким образом, его называют еще клейковиной.

Классические рецепты безглютеновых хлебобулочных изделий, главным образом, основаны на рисовой, гречневой, кукурузной муке, которые обладают недостаточной пищевой ценностью. В связи с этим актуальна разработка технологий и рецептов мучных блюд с использованием нетрадиционного растительного сырья, богатого пищевыми волокнами, белками и другими полезными веществами. Выпуск продуктов для данной категории населения в нашей стране развито слабо. В настоящее время безглютеновые продукты импортируются из стран ЕЭС и имеют высокую стоимость. Также обладают низкой пищевой ценностью, поскольку состоят преимущественно из крахмалопродуктов [1]. Рынок безглютеновых продуктов питания нуждается в разработке новых рецептов изделий, которые будут удовлетворять пищевые потребности людей, страдающих целиакией.

Материалы и методы

Перспективными видами сырья для замены пшеничной муки на безглютеновую, являются рисовая и льняная мука.

В состав белков льняного семени входит полный аминокислотный набор незаменимых аминокислот. Льняное семя – самый богатый природный источник альфа – линоленовой кислоты. Мука характеризуется повышенным содержанием льняного белка и низкой энергетической ценностью. Льняная мука содержит в 2 раза больше белка, чем пшеничная мука 1 сорта. Большой объем входящего в состав рисовой муки крахмала делает ее высокопитательной пищей, весьма полезной ослабленным людям, а также спортсменам.

Мука из яичной скорлупы богата большим количеством макроэлементов таких как Са, Mg, Р. Аминокислотный состав льняной муки в сравнении с идеальным белком представлен в таблице 1 [2].

В качестве исходной рецептуры была взята рецептура кекса «Столичного». Были проведены пробные выпечки, на основании которых была произведена оценка качества полуфабрикатов и готовых изделий. Полуфабрикаты оценивали по влажности и микроструктуре теста. Влажность была измерена на приборе ПИВИ-1 экспресс – методом. Для изучения микроструктуры теста, применяли микроскоп БИОМЕД 2. Качество готовых изделий оценивали по органолептическим и физико-химическим показателям. К основным физико-химическим показателям относятся массовая доля влаги, щелочность (для кекса, приготовленного на химических разрыхлителях) или кислотность (для кекса, приготовленного на дрожжах), массовая доля общего сахара и массовая доля жира.

Измерения содержания антиоксидантов (СА) проводили по методике, в основе которой лежит амперометрический способ определения содержания антиоксидантов, заключающийся в измерении электрического тока, возникающего при окислении исследуемого вещества (или смеси веществ) на поверхности рабочего электрода при определенном потенциале и сравнении полученного сигнала с сигналом стандарта (кверцетина), измеренного в тех же условиях. Величина СА образцов определяется содержанием в них природных флавоноидов, в частности, катехинов (вещества группы флавана); кверцетина, рутина, дигидрокверцетина (вещества группы флавола); а также витаминов и других соединений, способных связывать свободные радикалы.

Изучение запаха проведено в Научно-исследовательской лаборатории на лабораторном (экспериментальном) анализаторе запахов «МАГ-8» с методологией «электронный нос» (производство Россия). В качестве измерительного массива применены 8 сенсоров

на основе пьезокварцевых резонаторов ОАВ-типа с базовой частотой колебаний 10,0 МГц с разнохарактерными пленочными сорбентами на электродах.

Таблица 1.

Аминокислотный состав льняной муки в сравнении с идеальным белком

Table 1.

Amino acid composition of Flaxseed meal in comparison with ideal protein

Незаменимая аминокислота/ Essential amino acid	Идеальный белок, мг/г белка / Ideal protein mg/g protein	Льняная мука, мг/г белка / Flax flour, mg/g protein
Валин / Valine	50,0	70,0
Изолейцин / Isoleucine	40,0	51,0
Лейцин / Leucine	70,0	70,0
Лизин / Lysine	55,0	40,0
Метеонин +Цистеин /Metionin +Cysteine	35,0	42,0
Треонин / Threonine	40,0	80,9
Триптофан / Tryptophan	10,0	15,0
Фенилаланин / Phenylalanine	60,0	56,0

Результаты и обсуждения

1.1 Разработка рецептуры

Исследованы технологические аспекты замены пшеничной муки, в составе которой глютен, на льняную и рисовую муку при производстве кексов функциональной направленности. При реализации поставленной задачи за контрольную взята рецептура кекса «Столичного» из пшеничной муки. Новое изделие разрабатывали на основе описанной технологии, при этом учитывали свойства вносимых добавок с целью корректировки технологических параметров.

Для определения оптимального соотношения рисовой и льняной муки проводили пробные лабораторные выпечки. Для выпечек были выбраны соотношения льняной/рисовой муки: 20:80, 30:70, 40:60.

Органолептическая оценка выпеченных образцов показала, что льняная мука оказывала значительное влияние на качество кексов. Так, при добавлении 20% льняной муки кексы имели желтый цвет с вкраплениями частиц оболочек семени льна, появлялся приятный, едва ощущаемый привкус и аромат льняной муки. При дозировке льняной муки до 30% характерный вкус и запах усиливался, кексы приобретали приятный коричневый цвет. Добавление 40% льняной муки изменяло цвет кексов до коричневого и темно-

коричневого из-за присутствия большого количества частиц оболочек семени льна. Одним из важных органолептических показателей качества мучных кондитерских изделий является ощущение при разжевывании. Установлено, что в образце с добавлением 40% льняной муки значительно ощущалось присутствие частиц оболочек семени льна и ощущался характерный горьковатый вкус. По пористости и эластичности образцы с соотношением 20:80, 30:70 также превосходили – 40:60. Пробные выпечки были проведены без добавления какао порошка.

Для проведения дальнейших исследований был выбран образец с соотношением льняной и рисовой муки 30:70, так как он по химическому составу компонентов является более ценным. Для обогащения кекса макронутриентами в рецептуру была введена мука из яичной скорлупы.

Согласно теории сбалансированного питания соотношение Ca:Mg:P должно быть 1:0,5:1,5. Именно в таком соотношении данные элементы наилучшим образом усваиваются.

Добавив в рецептуру 3 грамма муки яичной скорлупы, добились соотношение максимально приближенное к идеальному 1:0,39:1,53. В таблице 2 представлена рецептура опытного и контрольного образцов.

Рецептура опытного и контрольного образцов

Table 2.

Formulation of experimental and control samples

Наименование сырья / Name of raw materials	Содержание сухих веществ,% The contents dry substances,%	Опытный образец (кекс из льняной и рисовой муки), г The prototype (cupcake from flax and rice flour),g	Контрольный образец (кекс из пшеничной муки), г A control sample. (cupcake made from wheat flour), g
Мука пшеничная / The flour	85,5	–	23,4
Мука рисовая / Rice flour	91,0	16,4	–
Мука льняная / Flour flax	91,0	7,0	–
Сахар-песок / Sugar	99,8	17,5	17,5
Масло сливочное, 72,5% / Butter, 72,5%	84,0	17,5	17,5
Изюм / Raisins	80,0	17,5	17,5
Меланж / Melange	27,0	25,0	14,0
Какао-порошок / Cocoa powder	95,5	3,0	3,0
Мука из яичной скорлупы / Flour from the eggshel	99,75	3,0	–
Ванильный сахар / Vanilla sugar	99,8	0,4	0,4
Разрыхлитель / Baking powder	91,5	0,5	0,5
Соль / Salt	96,5	0,1	0,1
Выход / Output		100	90

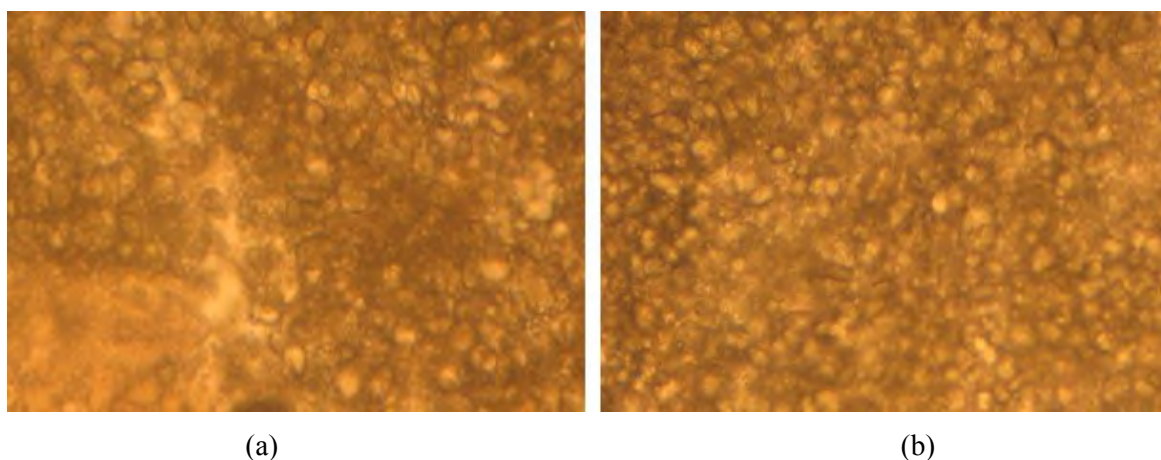
1.2 Исследование свойств полуфабрикатов

Чтобы увидеть влияние вносимых компонентов, проанализировали и сравнили образцы теста контрольной и опытной пробы по показателям влажность и изучили микроструктуру теста.

Методом электронной сканирующей микроскопии была изучена микроструктура теста опытного и контрольного образцов. Микрофотографии структуры теста представлены на рисунке 1. Из рисунка видно, что для

контроля характерно неравномерное распределение пор по всему объёму структуры: на отдельных участках поры отсутствуют, на других наблюдается их большое скопление. В опытной пробе отмечено более равномерное распределение пор по объёму структуры.

Результаты анализа на влажность теста приведены на рисунке 2. У опытного образца за счёт вводимых компонентов влажность выше, чем у контроля, что увеличивает выход изделия. Это объясняется введением большего количества яиц в тесто.



(a)

(b)

Рисунок 1. Микрофотографии структуры контрольной (a) и опытной (b) проб теста

Figure 1. Photomicrographs of the structure of the control (a) and experimental (b) samples test

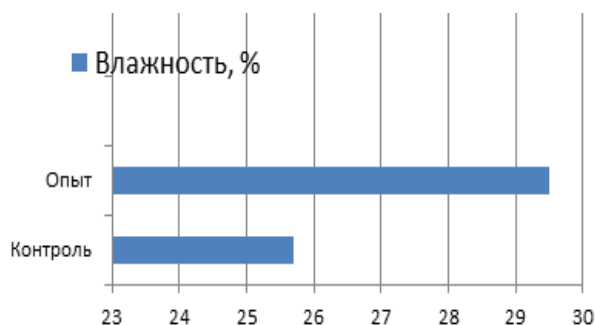


Рисунок 2. Влажность опытного и контрольного образца теста

Figure 2. The humidity of the experimental and control sample test

1.3 Анализ качества готовых изделий

1.3.1 Органолептические и физико-химические показатели качества готовых изделий

К числу основных органолептических показателей мучных изделий относится внешний вид, состояние мякиша, вкус и запах. Для определения внешнего вида изделия осматривали, обращая внимание на правильность формы, на состояние поверхности. Вкус и запах определяли в процессе дегустации.

Органолептические показатели качества контрольного и опытного образцов представлены в таблице 3, а физико-химические показатели качества — в таблице 4. По органолептическим и физико-химическим показателям оба кекса соответствуют ГОСТ 15052–2014 [3].

Таблица 3.

Физико-химические показатели качества кексов

Table 3.

Physical-chemical indicators of the quality of the cupcakes

Показатель / Figure	По НД /AT ND	Контрольный образец / A control sample	Опытный образец / The prototype
Влажность, % /Humidity, %	12,0–24,0	21,0	19,4
Щелочность, град /Alkalinity, hail	Не более 2,0 / Not more than 2,0	1,9	1,8
Удельный объём, см ³ /100 г. / Specific volume, cm ³ /100 g	Не менее 181,0 / Not less than 181,0	195,0	184,0
Массовая доля жира, % / Mass fraction of fat, %	9,0–22,0	13,7	16,9

Таблица 4.

Органолептические показатели качества кексов

Table 4.

Organoleptic indicators of the quality of the cupcakes

Показатель / Figure	Контрольный образец / A control sample	Опытный образец / The prototype
Внешний вид / Appearance	Кекс круглой формы с выпуклой поверхностью, на поверхности имеет характерную трещину. На разрезе виден равномерно распределённый изюм / The cupcake's round shape with a convex surface, the surface has a characteristic crack. The cut is visible evenly distributed raisins	
Цвет / Color	Коричневого цвета / Brown	Темно-коричневого цвета / Dark brown
Запах / Smell	Приятный, без постороннего привкуса, свойственный данному виду полуфабриката и используемому сырью, с лёгким ароматом ванили / Pleasant, without foreign taste, characteristic of this type of semi-finished and raw materials used, with a slight scent of vanilla	
Консистенция / Consistency	Упругая, эластичная, без следов непромеса, хорошо пропечена / Elastic, without a trace of notmixed, well baked	
Вкус / Taste	Приятный, без постороннего привкуса, свойственный данному виду полуфабриката и используемому сырью, с лёгким своеобразным привкусом изюма / Pleasant, without foreign taste, characteristic of this type of semi-finished and raw materials used, with a slight peculiar taste of raisins	
Пористость / Porosity	Равномерная, среднепористая, тонкостенная, развитая, без пустот / Even, for moderate, thin-walled, well-developed, without voids	

1.3.2 Антиоксидантная активность изделий

Измерения содержания антиоксидантов (СА) проводили по методике, в основе которой лежит амперометрический способ определения содержания антиоксидантов, заключающийся в измерении электрического тока, возникающего при окислении исследуемого вещества (или смеси веществ) на поверхности рабочего электрода при определенном потенциале и сравнении полученного сигнала с сигналом стандарта (кверцетина), измеренного в тех же условиях.

Таблица 3
Содержание антиоксидантов в изделиях
Table 3
The content of antioxidants in products

Образец / Sample	Содержание антиоксидантов, мг/г / The content of antioxidants, mg/g
Контрольный / Control	0,0735
Опытный / Experienced	0,1318

Содержание антиоксидантов в опытной пробе превышает содержание антиоксидантов в контрольной пробе в 2 раза.

Антиоксиданты являются незаменимыми элементами, предотвращающими окисление тканей и клеток и защищающие от негативного влияния свободных радикалов [4].

1.3.3 Сенсорометрическая оценка аромата изделий

Тестирование аромата с помощью мультисенсорной системы увеличивает объективность оценки влияния новых компонентов на органолептические показатели продукта и позволяет характеризовать аромат. Для сенсоров матрицы аналитическим сигналом является набор откликов, которые представлены в виде «визуальных отпечатков» (круговая лепестковая диаграмма).

Геометрия – вид диаграммы и ее площадь служит качественной и количественной характеристиками сенсорометрической оценки аромата. Сигналы «визуальных отпечатков» матрицы восьми сенсоров в равновесной газовой фазе кексов представлены на рисунке 3.

Суммарная площадь полного «визуального отпечатка» – оценивает общую интенсивность аромата, пропорциональна концентрации летучих веществ, в том числе воды – построенного по всем сигналам всех сенсоров за полное время измерения [5].

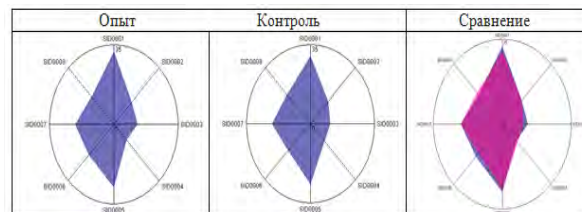


Рисунок 1. «Визуальные отпечатки» сигналов матрицы 8-ми сенсоров в парах равновесной газовой фазы контрольной и опытной проб

Figure 1. "Visual fingerprints" of signals of a matrix of 8 sensors in the pairs of the equilibrium gas phase of the control and test samples

Площади «визуальных отпечатков» опытной пробы незначительно, но превышают площади «визуальных отпечатков» контрольной на 16% за счет введения новых компонентов.

1.3.4 Влияние вносимых компонентов на химический состав и биологическую ценность изделий

Химический состав был рассчитан и сведен в таблицу 6.

Содержание белков, витаминов, минеральных веществ значительно возрастает по сравнению с контролем. При этом энергетическая ценность кексов практически одинакова.

Таблица 4

Химический состав

Chemical composition

Table 4

Наименование показателя / Name figure	Контрольный образец, г / Контрольный образец, г	Опытный образец, г / The prototype, g
Белки, г/100 г / Proteins, g/100 g	6,20	8,20
Жиры, г/100 г. / Fat, g/100 g	15,14	16,90
Углеводы, г/100 г. / Carbohydrates, g/100 g	46,30	43,88
Витамины, мг/100г / Vitamins, mg/100g		
В ₁ (тиамин) / B ₁ (thiamine)	0,10	0,23
В ₂ (рибофлавин) / B ₂ (Riboflavin)	0,15	0,16
Минеральные элементы, мг/100г / Mineral elements in mg/100g		
Кальций / Calcium	45,86	206,73
Калий / Kalium	325,11	381,3
Фосфор / Phosphorus	251,96	317,10
Магний / Magnesium	33,93	80,45
Натрий / Natrium	57,35	64,29
Железо / Ferrum	2,51	3,01
Энергетическая ценность, ккал / Energy value, kcal	347,0	360,0

По программе полноценного питания соотношение Са:Мг:Р должно быть 1:0,5:1,5. Именно в таком соотношении данные элементы наилучшим образом усваиваются.

Добавив в рецептуру 3 г муки яичной скорлупы, добились соотношения, максимально приближенного к идеальному 1:0,39:1,53. Замена пшеничной муки на льняную и рисовую муку и внесение яичной скорлупы улучшило аминокислотный состав продукта. Расчет биологической ценности показал, что она у опытного образца по сравнению с контролем увеличилась на 2,3%. Аминокислотный скор лимитирующей аминокислотой для опыта составляет 96,7%,

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Коломникова Я.П., Анохина С.И., Старикова А.В. Современные технологии безглютеновых мучных изделий // Актуальная биотехнология. 2015. № 4. С. 20–23.
- 2 Корнева О.А., Джум Т.А., Котелевская К.В. Использование обезжиренной муки из семян масличных культур в производстве безглютеновых продуктов // Известия вузов. Пищевая технология. 2014. № 2–3. С. 36–37.
- 3 ГОСТ 15052–2014. Кексы. Общие технические условия. Введен в действие Постановлением Комитета РФ по стандартизации, метрологии и сертификации 1.01.2016 г. № 72П
- 4 Кучменко Т.А. Химические сенсоры на основе пьезокварцевых микровесов. В монографии Проблемы аналитической химии. 2011. Т. 14. С. 127–202.
- 5 Urminska D., Chnapek M. Genetic Diversity Among Buckwheat Samples in Regards to Gluten-Free Diets and Coeliac Disease. 2016.
- 6 Pollak I., Bender D.V., Pajić A.A. Gluten u pivumit ili stvarnost? // Proceedings. 51st Croatian and 11th International Symposium on Agriculture. Opatija. Croatia. V. 243. P. 246.
- 7 Лукин А.А., Меренкова С.П. Разработка технологии производства хлебобулочного изделия с использованием муки из пророщенного зерна пшеницы // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. 2016. Т. 4. № 3. С. 5–12.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Яна П. Домбровская к. т. н., доцент, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, yana_dombrovskaya@inbox.ru
Светлана И. Аралова студент, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, s.anokhina27@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Яна П. Домбровская предложила методику проведения эксперимента и организовал производственные испытания, консультация в ходе исследования
Светлана И. Аралова обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперимент, выполнила расчёты, написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 13.10.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 18.11.2016

а для контроля – 66,0%. Согласно рекомендациям ВОЗ, если аминокислотный скор лимитирующей аминокислоты белка больше 90–95%, то белок можно считать полноценным.

Заключение

В ходе эксперимента разработана рецептура кекса с заменой пшеничной муки на рисовую и льняную муку. Предложенный способ производства кексов позволяет улучшить органолептические и физико-химические показатели качества, повысить пищевую и биологическую ценность готовых изделий.

REFERENCES

- 1 Kolomnikova Ya.P., Anokhina S.I., Starikov A.V. Modern technology of gluten-free bakery products. *Aktual'naya biotekhnologiya* [Current biotechnology] 2015, no. 4, pp. 20–23. (in Russian)
- 2 Korneva O.A., Jum T.A., Kotelevskaya K.V. Use of defatted flour from oilseeds in the production of gluten-free products. *Izvestiya vuzov. Pishchevaya tekhnologiya* [News of universities. Food technology] 2014, no. 2–3, pp. 36–37. (in Russian)
- 3 GOST 15052–2014 Keksy. Obshchie tekhnicheskie usloviya [State standard 15052–2014 Cupcakes. General technical conditions. Promulgated by Decree of the Committee of the Russian Federation for standardization, Metrology and certification] 2016 (in Russian)
- 4 Kuchmenko T.A. Khimicheskie sensory na osnove p'ezokvartsevykh mikrovesov [Chemical sensors based on piezoquartz microweight. In the monograph Problems of analytical chemistry] 2011, vol. 14, pp. 127–202. (in Russian)
- 5 Urminska D., Chnapek M. Genetic Diversity Among Buckwheat Samples in Regards to Gluten-Free Diets and Coeliac Disease, 2016.
- 6 Pollak I., Bender D.V., Pajić A.A. Gluten u pivumit ili stvarnost? Proceedings. 51st Croatian and 11th International Symposium on Agriculture. Opatija, Croatia, vol. 243, pp. 246.
- 7 Lukin A. A., Merenkova S. P. The development of production technology of the baked product using flour from germinated wheat. *Vestnik YUzhno-Uralskogo gosudarstvennogo universiteta Seriya Pishchevye i biotekhnologii*. [Bulletin of South Ural State University. Series: Food and Biotechnology]. 2016, T. 4, no. 3, pp. 5–12. (in Russian)

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Yana P. Dombrovskaya candidate of technical sciences, associate professor, service and catering business department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, Russia, yana_dombrovskaya@inbox.ru
Svetlana I. Aralova student, service and catering business department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, Russia, s.anokhina27@mail.ru

CONTRIBUTION

Yana P. Dombrovskaya proposed a scheme of the experiment and organized production trials, consultation during the study
Svetlana I. Aralova review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations, wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 10.13.2016

ACCEPTED 11.18.2016

Study on plant Gums and their new development in application: with focus on tragacanth, guar and arabic Gum; a short review

Farnoush Hassanpour¹

¹ food science and technology department, Isfahan (Khorasgan) branch, Islamic azad university, Isfahan, Iran

Summary. Gums refer to a type of polysaccharides which are used to increase viscosity and create some other functional properties such as thickening agent, emulsifying agent, stabilizer, crystal inhibitor and so forth. They are classifying based on their nature and originality including, microbial, plant, exudate and animal Gums. This article shortly reviews a group of plant Gums and recent findings in their application. Gums or Hydrocolloids are main compounds which create stability of emulsion via entering into water phase. The importance of these compounds is on viscosity and electrostatic reactions to stabilize nonalcoholic emulsion with below properties; 1) easily soluble in cold water, 2) the lowest amount of viscosity in water, 3) having maximum level of emulsifier amount, 4) no creation of gelling. Diversity and functionality of Gums and regarding their still novelty in food industries have made Gums one of the main additives in food formulations. Since sourced of Gums are different we must focus on using them together to improve their synergistic effect but interactions among them and combined matrixes produced by them also need to be studied in details.

Keywords: guar, arabic Gum, tragacanth Gum, Functional properties

Introduction

There are many challenges in way of production of functional beverages. The main target is supplying health claims and permanent developments of flavor profile and desire mouth feel throughout their shelf life.

Formulating a functional component is an obligation and fulfillment of functional properties is one of the controversial issues in production of any functional foods. All these challenges increase in terms of final product. It must be noted that compounds are final and critical items in ensuring the quality and safety of final products (Pimenov N., 2015). Before formulating, it is important that final functionality must define base on all the food ingredients (Pimenov N., 2016).

Texture definitions and beverages stabilization

Texture is a wide term which covers many rheological and sensorial qualities. Texture covers appearance and mouth feel of beverage when drink: appearance when poring, glassing on bottle, mouth feel, precipitation of taste.

The importance of rheological behavior, in particular flow properties of hydrocolloids can be related to mouth feel and textural properties of Gum (Glykex Mann, 1982). Stabilizing, a term relating to bio-physiochemical mechanism is complicated and different. Each parameter needs to be categorized correctly and overall, a stabilized beverage is homogenous and flow. A homogenous beverage defines as a beverage with no gelling status, no viscosity, lack of layer forming, lack of phase separation, lack of clarification,

with no flocculation (Pimenov N., 2013). Each parameter has different parts and depends on formulation and process of beverage.

Mainly, hydrocolloids create the following proerpties in different formulation of food stuffs:

- Viscosity enhancing or thickening properties
- Gelling properties
- Surface activity and emulsifying properties
- Hydrocolloids as edible films and coatings
- Fat replacers

Hydrocolloids can modify organoleptic properties and consider as one of food additives. Due to the property of having conformationally disorder chains, hydrocolloids are good alternatives for creating thickening agent. In regards to create thickening properties polymer solvent interaction is needed (Philips et al., 1986).

There are several factors affecting aforesaid property such as the type of used hydrocolloid, its concentration and food system.

From the viewpoint of functionality hydrocolloids categorize in two groups as follows:

1) Thickening agent: creating beverage texture but unable to make it suspension, they slow down precipitation of oil droplet with no possibility of prevention of separation.

2) Gelling agent: make connections and bond among molecules along with 3 dimensional matrixes. It leads to stabilize oil droplets in matrix and thus density of created droplets will be less than the amount of efficacy in matrix.

Since Gums have solid soft matrix, they can widely use in food applications. Some correlated phenomenon is affecting emulsifier properties of Gums

Для цитирования

Farnoush Hassanpour. Study on plant Gums and their new development in application: with focus on tragacanth, guar and arabic Gum; a short review // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 148–150. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-148-150

For citation

Farnoush Hassanpour. Study on plant Gums and their new development in application: with focus on tragacanth, guar and arabic Gum; a short review. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 148–150. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-148-150

which include retarding of precipitation, diminishing of oil droplet and so forth. It must be noted that Gums will adsorb very slowly onto liquid surface.

Gums or Hydrocolloids are main compounds which create stability of emulsion via entering into water phase. The importance of these compounds is on viscosity and electrostatic reactions to stabilize nonalcoholic emulsion with below properties; 1) easily soluble in cold water, 2) the lowest amount of viscosity in water, 3) having maximum level of emulsifier amount, 4) no creation of gelling.

Introduce of some Gums

1.1 Guar

Guar Gum and Locust Bean Gum: they are galactomanam extracted from endosperm of *Cyamopsis tetragonoloba* and *Ceratonia siliqua* respectively. Endosperm parts degrade to fine particles. Both Gums compose of glycoside bonds (β 1,4) and a bond on branch which connects Galactose.

1.2 Arabic Gum

Acacia Gum or so-called Arabic Gum is used since thousand years ago is an exudate Gum and today known as an additive (Imenson, 2010). The structure of Gum Arabic is relatively complex. The main chain of this polysaccharide is built from (1 $\rightarrow$ 3) and (1 $\rightarrow$ 6) – linked β -D-galactopyranosyl.



Figure 1. Arabic Gum

1.3 Tragacanth Gum

This kind of Gum exudate from *Astragalus Gummifer* Labillardiere and other special species of *Astragalus* from western Asia (mostly in Iran, some in Turkey). This type includes a water soluble part which is contained 30–40% of Gum Structure which is a highly branched neutral polysaccharide composed of 1 $\rightarrow$ 6-linked D-galactosyl backbones with L-arabinose side chains joined by 1 $\rightarrow$ 2, 1 $\rightarrow$ 3 – and/or 1 $\rightarrow$ 5-linkages.

Table 1.

Summary of the recent finding on Arabic, Guar and Tragacanth Gums

Reference	The type of Gum studied	Results
Hu et al, 2016	<i>Gum Arabic</i> purpose of present work was to develop eugenol oil nanoemulsions using Gum arabic and lecithin as food grade natural emulsifiers, and study their antimicrobial activity.	Results showed that nanoemulsions with a particle size of 103.6 ± 7.5 nm were obtained by mixing aqueous phase (0.5% Gum arabic, 0.5% lecithin, w/v) and eugenol oil (1.25%, w/v), which was premixed with ethanol (as a co-surfactant), followed by high speed homogenization process
Chivero et al, 2016	<i>Gum Arabic & Xanthan Gum</i> Assessment of soy soluble polysaccharide, Gum arabic and OSA-Starch as emulsifiers for mayonnaise-like emulsions	It was concluded that it is possible to employ hydrocolloid emulsifiers to produce mayonnaise.
Dodi et al, 2016	guar Gum Carboxymethyl guar Gum nanoparticles for drug delivery applications: Preparation and preliminary in-vitro investigations	Results obtained so far suggest that carboxymethylated guar Gum nanoparticles formulated with STMP warrant further investigations as polysaccharide based biocompatible drug nanocarriers.
Mudgil et al, 2016	<i>guar Gum</i> Development of functional yoghurt via soluble fiber fortification utilizing enzymatically hydrolyzed guar Gum	Results revealed that partially hydrolyzed guar Gum could be potentially used for soluble fiber enrichment of yoghurt with acceptable functional and sensory quality.
Jayabrata Maity, Samit Kumar Ray, 2016	<i>guar Gum</i> Enhanced adsorption of Cr(VI) from water	The structure of the hydrogels was characterized and the hydrogels showing the best results in mechanical and swelling properties were used for the removal of low (5–50 mg/L) and high (100–800 mg/L) concentration of Cr (VI) ions from water. The composite hydrogel showed a high removal of 97.8% (4.89 mg/g gel) and 91.4% (182.4 mg/g gel) at an initial feed metal ion concentration of 5 mg/L and 200 mg/L, respectively

Chung et al., 2016	<i>Gum Arabic</i> Enhancement of colour stability of anthocyanins in model beverages	this study provides valuable information about enhancing the stability of anthocyanins in beverage systems using natural ingredients
Ranjbar-Mohammadi et al., 2016	<i>Tragacanth Gum</i> nanofibrous scaffolds for application in regeneration of peripheral nerve damage	Results of 8 days of in vitro culture of PC12 cells on aligned PLLA/GT 75:25 nanofibers, showed 20% increase in cell proliferation compared to PLLA/GT 75:25 random nanofibers. PLLA/GT 75:25 aligned nanofibers acted as a favorable cue to support neurite outgrowth and nerve cell elongation compared with PLLA nanofibers. Our results showed that aligned PLLA/GT 75:25.
Razavi et al., 2016	<i>guar Gum, sage seed Gum</i> Investigation of the interaction between sage seed Gum and guar Gum	With increasing SSG fraction, the extent of viscosity reduction in the range of 0.01–316 s ⁻¹ increased from 58.68 for GG to 832.73 times for SSG which was not the same at different ranges of shear rate.

Conclusion

Diversity and functionality of Gums and regarding their still novelty in food industries have made Gums one of the main additives

REFERENCES

- 1 Chiveroa P., Gohtanib S., Yoshiib H., Nakamura A. Assessment of soy soluble polysaccharide, Gum Arabic and OSA-Starch as emulsifiers for mayonnaise-like emulsions. LWT – Food Science and Technology, 2016, no. 69, pp. 59–66.
- 2 Chunga C., Rojanasasitharab T., Mutilangib W., Julian McClements D. Enhancement of colour stability of anthocyanin in model beverages by Gum Arabic addition. Food Chemistry, 2016, no. 201, pp. 14–22.
- 3 Dodia G. A., Palac E., Barbud D., Peptanariue D. et al. Carboxymethyl guar Gum nanoparticles for drug delivery applications: Preparation and preliminary *in-vitro* investigations. Materials Science and Engineering: C, 2016, no. 63, pp. 628–636.
- 4 Glicksman M. Functional properties of hydrocolloids, in Food Hydrocolloids Vol I, Boca Raton, FL, CRC Press Inc., 59, 614-hoeffer ac, Practical Guides for Food Industry, Hydrocolloids, Eagan Press Handbook Series, 2004, pp. 33–34.
- 5 Hua Q., Gerharda H., Upadhyayab I., Venkitanarayanb K., et al. Antimicrobial eugenol Nano emulsion prepared by Gum Arabic and lecithin and evaluation of drying technologies. International Journal of Biological Macromolecules, 2016, no. 87, pp. 130–140.
- 6 Maity J., Ray Samit K. Enhanced adsorption of Cr(VI) from water by guar Gum based Composite hydrogels. International Journal of Biological Macromolecules Available online 13 April In Press, Accepted Manuscript – Note to users, 2016.

in food formulations. Since sourced of Gums are different we must focus on using them together to improve their synergistic effect but interactions among them and combined matrixes produced by them also need to be studied in details.

7 Mudgila D, Baraka S., Khatkarb B.S. Development of functional yoghurt via soluble fiber fortification utilizing enzymatically hydrolyzed guar Gum. Food Bioscience, 2016, no. 14, pp. 28–33.

8 Pimenov N., Laishevtcev A., Pimenova V. The identification of salmonella infection in hatching eggs and products of turkey-keeping. Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences, 2015, no. 10, pp. 9–17.

9 Pimenov N., Laishevtcev A., Lenev S., Semiykin V. et al. Improvement of allocation and identification of salmonella enterica bacteria of arizonae subspecies. International Journal of Pharmaceutical Research & Allied Sciences, 2016, no. 5(2), pp. 342–348.

10 Pimenov N. Specific control of salmonella in poultry. Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences, 2013, no. 11, pp. 16–23.

11 Phillips G., Williams P. Gum arabic, in Phillips GO and Williams PA Handbook of Hydrocolloids, Cambridge, Woodhead Publishing, 2000, no. 164, pp. 167.

12 Ranjbar-Mohammadia M. P., Prabhakaranb M., Bahramic S.H., Ramakrishnab S. Gum tragacanth/poly (L-lactic acid) nanofibrous scaffolds for application in regeneration of peripheral nerve damage. Carbohydrate Polymers, 2016, no. 140, pp. 104–112.

13 Razavia S. M. A., Alghooneha A., Behrouziana F. W., Cuib S. Investigation of the interaction between sage seed Gum and Guar Gum: Steady and dynamic shear rheology. Food Hydrocolloids 2016, no. 60, pp. 67–76.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Farnoush Hassanpour, food science and technology department, Isfahan (Khorasgan) branch, Islamic azad university, Isfahan, Iran

CONTRIBUTION

Farnoush Hassanpour wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The author declare no conflict of interest.

RECEIVED 10.22.2016

ACCEPTED 11.27.2016

Накопление селена в китайской капусте сорта Пак-чой в процессе культивирования

Кирилл Ю. Муравьев	¹	k.murav@yandex.ru
Надежда В. Баракова	¹	n.barakova@mail.ru
Юрий В. Хомяков	²	himlabafi@yandex.ru
Ольга Р. Удалова	²	udal59@inbox.ru

¹ кафедра пищевой биотехнологии продуктов из растительного сырья, Университет ИТМО

² Агрофизический научно-исследовательский институт

Реферат. В большинстве регионов России почвы бедны селеном и поэтому население имеет высокий риск развития онкологических заболеваний. Чтобы бороться с развитием злокачественных опухолей необходимо искусственно обогащать почву и растения селеном. Одним из путей обогащения растений селеном является агрохимический способ. Этот способ предусматривает обогащение растений необходимыми микро- и макроэлементами в процессе культивирования путём введения в почву, листья и стебли растений питательных субстратов, содержащих эти элементы. Проведены исследования влияния неорганических солей селена на скорость накопления биомассы китайской капусты сорта Пак-чой с целью установления режима культивирования, при котором достигается максимальный выход биомассы ботвы растений, а также накопление селеносодержащих органических соединений. Проведены исследования динамики накопления селена в растениях в регулируемых условиях при внесении в почву селеносодержащего питательного субстрата. Количество селена в растениях определяли с помощью спектроскопии. Определены математические функции, описывающие динамику накопления селена, а также установлены производные этих функций для определения скорости его накопления. Было установлено, что введение селена на промежуточных и поздних стадиях культивирования является оптимальным для роста растений и приводит к повышенному накоплению биомассы, в то время как введение селена на ранних стадиях культивирования приводит к её уменьшению. Кроме того, внесение селенита калия в питательный субстрат в концентрации $1,0 \text{ мг} \times \text{дм}^{-3}$ оказалось более эффективно, чем $0,5 \text{ мг} \times \text{дм}^{-3}$ в силу того, что при более высокой концентрации селена динамика роста растений увеличивается.

Ключевые слова: китайская капуста Пак-чой, селен, обогащение селеном, режимы культивирования, культивирование в регулируемых условиях, накопление биомассы, динамика накопления селена

Accumulation of selenium in a Chinese cabbage of a grade Pak-choi in the course of cultivation

Kirill Yu. Murav'ev	¹	k.murav@yandex.ru
Nadezhda V. Barakova	¹	n.barakova@mail.ru
Yurii V. Khomyakov	²	himlabafi@yandex.ru
Ol'ga R. Udalova	²	udal59@inbox.ru

¹ food biotechnology of herbal products department, ITMO University, St. Petersburg, Russia

² Agrophysical research institute

Summary. Most agricultural areas of Russia have soils poor in mineral selenium, causing higher oncology risks for population of such areas. The way to control malignancy incidence is selenium fortification of soils and plants. This can be achieved by agrochemical enrichment of cultivated plants with nutritive substrates containing essential minerals and trace elements. The current study aimed to assay the effect of inorganic selenium on the rate of Chinese *pakchoi* cabbage biomass gain for the development of agrochemical techniques for introducing selenium. The optimal selenium introduction technique would demonstrate the best balance of biomass gain rate and selenium ion accumulation in organic matter. Selenium ion accumulation dynamic was assessed during controlled growth of plants in soils enriched with nutritive substrate containing inorganic selenium (potassium selenite). The amount of selenium in plants was determined by spectroscopy. Mathematical functions describing the selenium uptake dynamic of controlled grown plants have been found, including derivatives of these functions that led to obtaining the numerical values of the respective uptake rates. It has been found that agricultural techniques that involve introduction of selenium at intermediate and late stages of cultivation are optimal for plant growth dynamic, as introducing selenium at early stages of cultivation has a negative impact on biomass uptake rates. Additionally, introducing potassium selenite to the nutritive substrate at $1.0 \text{ mg} \times \text{dm}^{-3}$ proved to be more effective than introducing potassium selenite at $0.5 \text{ mg} \times \text{dm}^{-3}$ as the former dosage led to a better plant growth dynamic.

Keywords: chinese Pak choi cabbage, selenium, selenium uptake, cultivation methods, controlled conditions cultivation, biomass gain, selenium accumulation dynamic

Для цитирования

Муравьев К. Ю., Баракова Н. В., Хомяков Ю. В., Удалова О. Р. Накопление селена в китайской капусте сорта Пак-чой в процессе культивирования // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 151–155. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-151-155

For citation

Murav'ev K. Yu., Barakova N. V., Khomyakov Yu. V., Udalova O. R. Accumulation of selenium in a Chinese cabbage of a grade Pak-choi in the course of cultivation. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 151–155. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-151-155

Введение

Селенсодержащие органические вещества в природе встречаются в основном в растениях, произрастающих в тех регионах, почвы которых были обработаны удобрениями, содержащими соли селена [1]. В настоящее время доказано, что микроэлемент селен незаменим для жизнедеятельности человека и является структурным компонентом важных ферментов в организме – гормоносинтезирующих, антиоксидантных, ферментативных системах детоксикации и биотрансформации ксенобиотиков (чужеродных для организма человека химических веществ) [2]. Токсический эффект ксенобиотиков зависит от функционального состояния ферментов глутатион-S-трансферазы и способствует более длительному сохранению в организме промежуточных продуктов, которые могут провоцировать злокачественную трансформацию клетки [3]. При прогрессивном раке желудка выявлен дефицит микроэлементов (Se, Fe, Cu) [4]. Считается, что 30 – 60% селена, содержащегося в организме человека, входит в состав фермента – глутатионпероксидазы, обезвреживающего самые активные и агрессивные свободные радикалы [5]. Селен совместно с витамином Е защищает мембраны клеток, митохондрий, лизосом от перекисного окисления липидов. Если селена недостаточно, то это наиважнейшее звено антиоксидантной защиты не работает [6]. Помимо этого, селен является важнейшим генопротектором, который блокирует повреждение ДНК [7]. В большинстве регионов России почвы бедны селеном, поэтому существует необходимость разрабатывать удобрения и биологически активные средства по внесению его в агроэкосистемы [8].

При выборе растений для обогащения их селеном необходимо руководствоваться требованием, чтобы растение содержало вещества, которые могут быть полезны при создании функциональных продуктов питания для профилактики онкологических заболеваний. В овощах семейства крестоцветных (особенно в китайской капусте сорта Пак-чой) содержатся алкалоиды группы глюкоброссидина, которые при разрушении растительной клетки распадаются, образуя ряд индольных соединений.

Данные эпидемиологических наблюдений указывают, что употребление индол-3-карбинола снижает риск развития некоторых видов гормонозависимых опухолей [9].

Одним из путей обогащения растений селеном является агрохимический способ. Выращивание растений с использованием удобрений или питательных растворов, содержащих селен, позволяет аккумулировать его и впоследствии трансформировать в органическую форму – селенсодержащие аминокислоты [10].

К сожалению, токсичность селена может негативно сказываться на рост и развитие самих растений, поэтому необходимо использовать специальные режимы культивирования со строго установленными дозами внесения селена [11].

Эксперимент проводился на китайской капусте сорта Пак-чой. Обогащение капусты селеном осуществлялось в процессе культивирования, которое производилось при температуре 24° С и влажности воздуха 80–90% на кассетах площадью 2400 см² с субстратом на основе верхового торфа низкой степени разложения. На каждой кассете производился засев 72 растений. Для стимулирования роста капусты в субстрат вносился питательный раствор следующего состава: Ca(NO₃)₂ · H₂O – 1 г/л; KNO₃ – 0,37 г/л; KH₂PO₄ – 0,37 г/л; MgSO₄ · 7H₂O – 0,37 г/л; раствор микроэлементов – 1 мл/л.

Селенит калия вносился в субстрат с питательным раствором. В первую, контрольную кассету, селенит калия не вносился. В кассету № 2 селенит калия вносился в составе питательного раствора в количестве 0,5 мг/л, в кассету № 3 – в количестве 1,0 мг/л. Культивирование капусты проводилось в течение шести недель. Количество внесенного селена в каждую

кассету представлено в таблице 1.

В процессе культивирования один раз в неделю проводился отбор проб в количестве четырех растений с кассеты. После отбора пробы растения высушивались до постоянной массы при температуре 65 °С в потоке воздуха.

Таблица 1.

Количество внесенного селена

Table 1.

Фmount of introduced selenium

Номер кассеты The cassette number	Количество внесенного селена, мг The amount of selenium introduced mg				
	1-я неделя (1 week)	2-я неделя (2 week)	3-я неделя (3 week)	4-я неделя (4 week)	5-я неделя (5 week)
№ 1 (контроль) control	–	–	–	–	–
№ 2	9,24	18,48	27,72	36,96	46,20
№ 3	18,55	37,1	55,65	74,20	92,75

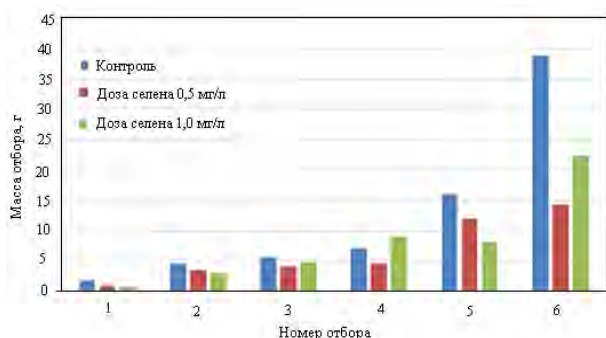


Рисунок 1. Прирост биомассы растений капусты сорта Пак-чой

Figure 1. The growth of cabbage plant varieties biomass Pak-choi

Из данных, представленных на диаграмме, следует, что внесение селенита калия на начальных стадиях роста капусты Пак-чой оказывает тормозящее действие на рост растений, что можно объяснить токсичным действием селена.

В то же время, полученные результаты также показали, что в процессе роста капусты селен положительно влияет на прирост биомассы растения.

При дозе внесения селенита калия в питательный раствор в количестве 1,0 мг/л скорость прироста биомассы увеличивается на 30%. По окончании культивирования капусты Пак-чой (6 неделя) биомасса растений, выращенных при дозе внесения селена в питательный раствор в количестве 0,5 г/дм³ составила 22,43 г, биомасса растений, выращенных при внесении селена в количестве 1,0 г/дм³ составила 29,80 г.

График накопления биомассы растений в приведенных единицах представлен на рисунке 2. Приведенные единицы, рассчитывались по формуле: $k = m_n / m_1$, где m_n – масса каждого отбора, m_1 – масса первого отбора.

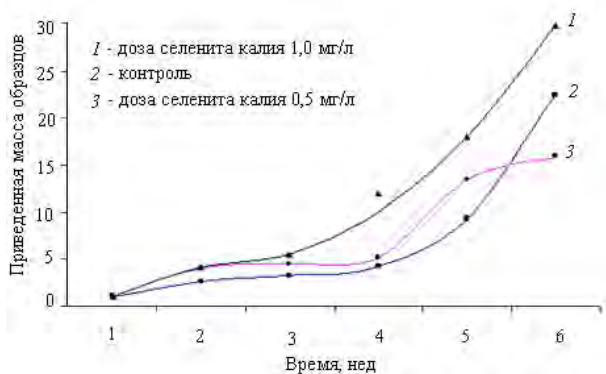


Рисунок 2. Прирост биомассы капусты Пак-чой в процессе культивирования в относительных единицах

Figure 2. Growth of cabbage biomass Pak-choi in the process of cultivation in relative units

Из диаграмм, представленных на рисунке 1 и графиков на рисунке 2, видно, что при увеличении дозы внесения селенита калия с 0,5 мг/л до 1,0 мг/л прирост биомассы увеличивается. Это объясняется тем обстоятельством, что селен оказывает стимулирующее воздействие на рост растений, ускоряя транспорт белков, жиров и углеводов в клетках растений, а также усиливает действие токоферолов и йода [12]. Следует отметить, что на начальных стадиях роста растения, обогащенные селеном, развивались медленнее контрольного образца, что можно объяснить токсичным действием селена. Из этого можно сделать вывод, что внесение селена следует производить не на начальных стадиях роста, а лишь через некоторое время.

Полученные результаты показали, что Se влияет на скорость прироста биомассы. При дозе внесения Se – 1,0 мг·дм⁻³ скорость прироста биомассы увеличивается на 30% этот факт можно объяснить теми же биохимическими свойствами селена.

Далее, производилось определение содержания селена в зеленой ботве капусты по ГОСТ Р 53182–2008 на атомно-адсорбционном спектрофотометре NovAA компании Analytik Jena.

В контрольном варианте ни в одном отборе образцов растений не было обнаружено селена. Результаты определения содержания селена в растениях, выращенных в кассетах с разным количеством внесенного селена, приведены на рисунке 3.



Рисунок 3. Содержание селена в китайской капусте сорта Пак-чой

Figure 3. The selenium content in Chinese cabbage varieties Pak-choi

Следует отметить, что содержание селена в растениях прямо пропорционально его внесению в почву. С помощью вычислительной программы Curve Expert были получены математические функции, описывающие динамику накопления селена, а также были определены производные этих функций для вычисления скорости его накопления. Результаты приведены в таблице 2 и на рисунке 4.

Функции динамики накопления селена в капусте Пак-чой и функции скорости его накопления

Table 2.

Functions of selenium accumulation dynamics in cabbage Pak-choi and function of its rate of accumulation

Доза внесения селена, мг/л Doze of selenium, mg/L	Функция динамики накопления селена Selenium accumulation dynamics function	Функция изменения скорости накопления селена The function changes the selenium accumulation rate	R ²
0,5	$16,8x + 0,25x^2$	$16,8 + 0,5x$	0,996
1,0	$13,7x + 5,6x^2$	$13,7 + 11,2x$	0,990

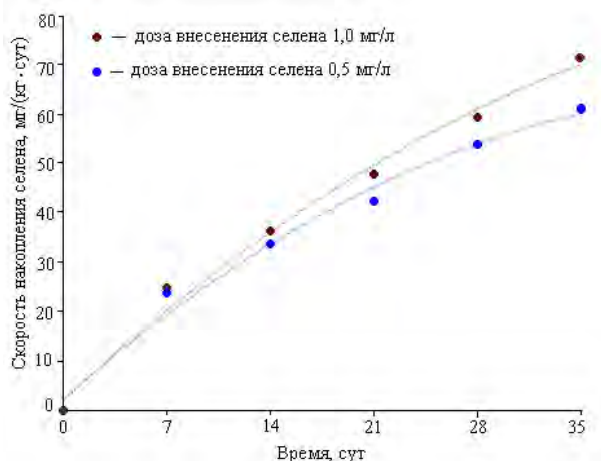


Рисунок 4. Скорость накопления селена в китайской капусте сорта Пак-чой

Figure 4. The rate of accumulation of selenium in Chinese cabbage varieties Pak-choi

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Капитальчук М.В., Капитальчук И.П., Голубкина Н.А. Акумуляция и миграция селена в компонентах биохимической цепи «почва-растения-человек» в условиях Молдавии // Поволжский экологический журнал. 2011. № 3. С. 323–335.
- 2 Галочкин В.А., Галочкина В.П. Органические и минеральные формы селена, их метаболизм, биологическая доступность и роль в организме // Сельскохозяйственная биология. 2011. № 4. С. 3–15.
- 3 Maurice C.F., Haiser H.J., Turnbaugh P.J. Xenobiotics shape the physiology and gene expression of the active human gut microbiome // Elsevier Inc. Published by Elsevier Inc. 2013. V. 152. P. 39–50.
- 4 Рябов А.Б., Соколов В.В., Хомяков В.М. и др. Современные подходы к диагностике и лечению раннего рака желудка. // Онкология. Журнал им. П.А.Герцена. 2015. № 4(2). С. 71–75.
- 5 Панина И.С., Филатова Л.Ю., Кабанов А.В., Клячко Н.Л. Исследование физико-химических свойств фермента глутатионпероксидазы типа I и его комплексов с полиэлектrolитами как перспективных агентов для лечения заболеваний центральной нервной системы. // Вестник Московского университета. Серия 2. Химия. 2014. № 3. С. 152–157.
- 6 Хохлоева Е.А., Тарасова Л.В., Степашина Т.Е. Участие селена и цинка в патогенезе воспалительных заболеваний желудочно-кишечного тракта // Вестник Чувашского университета. 2011. № 3. С. 487–493.

Из рисунка 4 следует, что скорость накопления селена в капусте Пак-чой пропорциональна количеству внесенного селена в почву.

Закключение

По результатам проведенных исследований, можно сделать следующие выводы:

- внесение селенита калия на начальных стадиях культивирования китайской капусты Пак-чой ингибирует рост растения;
- количество селена в зеленой биомассе капусты прямо пропорционально количеству внесенного селенита калия в почву;
- селенит калия оказывает стимулирующее действие на рост растений в процессе культивирования;
- скорость прироста биомассы растения тем выше, чем выше концентрация селенита калия в питательной смеси.

- 7 Bera S., Rosa V., Rachidi W., Diamond A.M. Does a role for selenium in DNA damage repair explain apparent controversies in its use in chemoprevention? // Mutagenesis. 2013. №28 (2). P. 127–134.

- 8 Ширшова Т.И., Голубкина Н.А., Бешлей И.В., Матистов Н.В. Селенодефицит и возможности его сокращения. Аккумулярующие свойства некоторых представителей рода Allium L. по отношению к селену // Известия Коми научного центра УРО РАН. 2011. № 3 (7). С. 48–54.

- 9 Карпов Е.И. Новые перспективы в профилактике рака предстательной железы. // Русский медицинский журнал. 2015. № 26. С. 1576–1578.

- 10 Муравьев К.Ю., Баракова Н.В., Изосимова А.А. Влияние неорганического селена на жизнеспособность крестоцветных растений // Сборник докладов VII Международной научно-технической конференции «Низкотемпературные и пищевые технологии в XXI веке». 2015. Ч. 1. С. 256–258.

- 11 Карпова Е.А., Демиденко О.К., Ильина О.П. К вопросу о токсичности препаратов на основе селена // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2014. № 4. С. 207–210.

- 12 Шеуджен А.Х., Лебедевский И.А., Бондарева Т.Н. Биогеохимия и агрохимия селена // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2013. № 92. С. 1–10.

- 13 Кулагина Ю.М., Головацкая И.Ф. Влияние селенита натрия на рост и развитие пшеницы в зависимости от способа обработки // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2011. № 2 (14). С. 56–64.

REFERENCES

- 1 Kapitalchuk M.V., Kapitalchuk I.P., Golubkina N.A. Accumulation and migration of selenium in components of a biochemical chain "soil-plant-person" in the conditions of Moldova. *Povolzhskii ekologicheskii zhurnal* [Volga region ecological magazine] 2011. no. 3. pp. 323–335. (in Russian)
- 2 Galochkin V.A., Galochkina V.P. Organic and mineral forms of selenium, their metabolism, biological availability and a role in an organism. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya* [Agricultural biology] 2011. no. 4. pp. 3–15. (in Russian)
- 3 Maurice C.F., Haiser H.J., Turnbaugh P.J. Xenobiotics shape the physiology and gene expression of the active human gut microbiome. Elsevier Inc. Published by Elsevier Inc. 2013. vol. 152. p. 39–50.
- 4 Rjabov A.B., Sokolov V.V., Homjakov V.M., ets. Modern approaches to diagnostics and treatment of an early carcinoma of the stomach. *Onkologiya. Zhurnal im. P.A.Gercena*. [Oncology. Magazine named P.A. Gertsen] 2015. no 4(2). pp. 71–75. (in Russian)
- 5 Panina I.S., Filatova L.Ju., Kabanov A.V., Kljachko N.L. Research of physical and chemical properties of enzyme glutathione peroxidases like I and its complexes with polyelectrolytes as perspective agents for treatment of diseases of the central nervous system. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 2. Himiya*. [Bulletin of Moscow University. Series 2. Chemistry] 2014. no 3. pp. 152–157. (in Russian)
- 6 Hokhloyeva E.A., Tarasova L.V., Stepashina T.E. Participation of selenium and zinc in pathogenesis of inflammatory diseases of digestive tract. *Vestnik chuvashskogo universiteta* [Bulletin of the Chuvash university]. 2011. no. 3. pp. 487–493. (in Russian)
- 7 Bera S., Rosa V., Rachidi W., Diamond A.M. Does a role for selenium in DNA damage repair explain apparent controversies in its use in chemoprevention? *Mutagenesis*. 2013. no 28 (2). pp. 127–134.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Кирилл Ю. Муравьев инженер, кафедра пищевой биотехнологии продуктов из растительного сырья, Университет ИТМО, k.murav@yandex.ru
Надежда В. Баракова к. т. н., доцент, кафедра пищевой биотехнологии продуктов из растительного сырья, Университет ИТМО, n.barakova@mail.ru
Юрий В. Хомяков к. б. н., заместитель директора, Агрофизический научно-исследовательский институт, himlabafi@yandex.ru
Ольга Р. Удалова к. с.-х. н., Агрофизический научно-исследовательский институт, udal59@inbox.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Кирилл Ю. Муравьев написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат
Надежда В. Баракова обзор литературных источников по исследуемой проблеме
Юрий В. Хомяков консультация в ходе исследования
Ольга Р. Удалова провела эксперимент, выполнила расчёты

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 10.10.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 01.11.2016

- 8 Shirshova T.I., Golubkina N.A., Beshlya I.V., Matistov N.V. Selenodificit and possibilities of his reduction. Heat-sink properties of some representatives of the sort *Allium L.* in relation to selenium. *Izvestiya Komi nauchnogo tsentra URO RAN* [News of Komi of scientific center OURO RAHN] 2011. no. 3 (7). pp. 48–54. (in Russian)
- 9 Karpov E.I. New prospects in prophylaxis of a prostate cancer. *Russkij medicinskij zhurnal*. [Russian Medical Journal] 2015. no 26. pp. 1576–1578. (in Russian)
- 10 Murav'ev K.Yu., Barakova N.V., Izosimova A.A. Influence of inorganic selenium on viability krestotsvetnykh of plants. *Nizkotemperaturnye i pishchevye tekhnologii XXI veka* [Collection of reports of the VII International scientific and technical conference "Low-temperature and Food Technologies in the 21st Century"] 2015. part. 1. p. 256–258. (in Russian)
- 11 Karpova E.A., Demidenko O.K., Il'ina O.P. To a question of toxicity of medicines on the basis of selenium. *Vestnik Krasnojarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. [Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University] 2014. no 4. pp. 207–210. (in Russian)
- 12 Sheudzhen A.H., Lebedovskij I.A., Bondareva T.N. Biogeochemistry and agrochemistry of selenium. *Politematicheskij setevoy elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. [Multidisciplinary network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University] 2013. no 92. pp. 1–10. (in Russian)
- 13 Kulagina Ju.M., Golovackaja I.F. Sodium selenit influence on growth and development of wheat depending on a way of processing. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya*. [Bulletin of the Tomsk State University. Biology] 2011. no 2 (14). pp. 56–64. (in Russian)

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Kirill Yu. Murav'ev engineer, food biotechnology of herbal products department, ITMO University, St. Petersburg, Russia, k.murav@yandex.ru
Nadezhda V. Barakova candidate of technical sciences, associated professor, food biotechnology of herbal products department, ITMO University, St. Petersburg, Russia, n.barakova@mail.ru
Yurii V. Khomyakov candidate of biological sciences, deputy director, Agrophysical research institute, himlabafi@yandex.ru
Ol'ga R. Udalova candidate of agricultural sciences, Agrophysical research institute, udal59@inbox.ru

CONTRIBUTION

Kirill Yu. Murav'ev wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism
Nadezhda V. Barakova review of the literature on an investigated problem
Yurii V. Khomyakov consultation during the study
Ol'ga R. Udalova conducted an experiment, performed computations

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 10.10.2016

ACCEPTED 11.10.2016

Оценка эффективности немедикаментозной алиментарной коррекции состояния здоровья человека на основе положений термодинамики

Людмила В. Антипова	¹	
Наталья С. Родионова	²	rodionovast@mail.ru
Евгений С. Попов	²	e_s_popov@mail.ru
Татьяна Н. Колесникова	¹	tanya.kolesnikova1995@yandex.ru

¹ кафедра технологии продуктов животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, Воронеж, 394036, Россия

² кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, Воронеж, 394036, Россия

Реферат. Жизнедеятельность организма сопровождается энергозатратами, при этом эффективность извлечения организмом энергии в процессе обменных реакций зависит от совокупности ряда факторов, прежде всего связанных с составом и качеством пищи. В статье проанализирована перспективность применения законов термодинамики при рассмотрении пищи как источника энергии различного количества и уровня качества, в оценке влияния биологически активных добавок на энергетическую устойчивость биологической системы – организма человека. Накопленный в настоящее время опыт свидетельствует о целесообразности поиска природных источников биологически активных веществ и введения их в состав пищевых продуктов и полупродуктов. Однако детальный анализ их влияния на человека, как биосистему проблематичен из-за потребности в большом числе экспериментов в опытах *in vivo*, которые требуют индивидуального подхода в определениях эффективности воздействия при трансформации пищи в энергию для жизнедеятельности, обоснованности дозирования с учетом индивидуальных особенностей организма и формирования заданного уровня качества пищевого продукта. Сформулированы задачи обобщения имеющейся информации и расширения области знаний о природных источниках биологически активных веществ для повышения эффективности газового обмена, позитивной коррекции окислительных процессов и прижизненной детоксикации путем изменения нутриентного состава пищевых систем на разных стадиях технологического процесса. Определены направления фундаментального обоснования для инженерного проектирования рецептурно-компонентных решений и формирования рационов различной энергетической направленности, обеспечивающих позитивную коррекцию показателей эффективности дыхания, уровня оксигенации гемоглобина, других показателей обменных процессов организма человека.

Ключевые слова: пищевой статус, термодинамика, биологически активные вещества, биокоррекция, проектирование пищевых систем, здоровье человека, качество и безопасность продуктов

Evaluating the effectiveness of non-pharmacological nutritional correction of health of the person on the basis of the provisions of thermodynamics

Lyudmila V. Antipova	¹	
Natalia S. Rodionova	²	rodionovast@mail.ru
Evgenii S. Popov	²	e_s_popov@mail.ru
Tatyana N. Kolesnikova	¹	tanya.kolesnikova1995@yandex.ru

¹ technology products of animal origin department, Voronezh state university of engineering technology, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia

² service and restaurant business department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia

Summary. Functioning of the organism is accompanied by energy consumption, while the efficiency of extraction of energy by the body during exchange reactions depends on a combination of factors, mainly related to the composition and quality of food. The article analyzes the prospects of using the laws of thermodynamics when considering food as a source of energy of different quantity and quality level, in the evaluation of the effect of dietary supplements on the energy stability of the biological system – the human body. Accumulated experience now shows the usefulness of the search for natural sources of biologically active substances and their introduction into the food products and intermediates. However, a detailed analysis of their impact on the human as a biosystem is problematic because of the need for a large number of experiments in the experiments *in vivo*, that require individual approach in determining the effectiveness of the impact in the transformation of food into energy for life, dosing the validity of taking into account individual characteristics of the organism and the formation of a given the quality level of the food product. The problems of generalization of the information available and the expansion of knowledge on natural sources of biologically active substances to increase the efficiency of gas exchange, the positive correction of oxidative processes and lifetime detoxification nutrientного by changing the composition of food systems at different stages of the process. The directions of the fundamental rationale for the engineering design recipe-component solutions and the formation of diets varying energy direction, providing a positive correction parameters respiratory efficiency, level of oxygenation of hemoglobin and other indicators of metabolic processes of the human body.

Keywords: nutritional status, thermodynamics, biologically active substances, biocorrection, designing food systems, human health, quality and safety of products

Для цитирования

Антипова Л. В., Родионова Н. С., Попов Е. С., Колесникова Т. Н. Оценка эффективности немедикаментозной алиментарной коррекции состояния здоровья человека на основе положений термодинамики // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 156–159. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-156-159

For citation

Antipova L. V., Rodionova N. S., Popov E. S., Kolesnikova T. N. Evaluating the effectiveness of of the person's nutritional healthon-pharmacological correction based on provisions of thermodynamics. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4.pp. 156–159. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-156-159

Введение

Программные документы и Указы Президента РФ нацелены на производство продуктов здорового питания в целях оздоровления населения России. Проблемам позитивной биокоррекции метаболических процессов посредством введения тех или иных нутриентов в рацион питания в последнее время уделяется много внимания [2]. Получен значительный объем научной информации в области изучения биокорректирующего потенциала пищевых систем из природных источников [5]. Проведены исследования влияния масла и жмыха зародышей пшеницы на показатели энергетического и липидного обмена, уровень оксигенации крови для различных групп населения: спортсменов, молодежи (на примере студентов вуза), пожилых людей (на примере преподавателей вуза) [3]. Разработаны проекты рецептурно-технологических решений производства биокорректоров энергетического статуса и липидного обмена организма человека [1].

Следует отметить, что существенным сдерживающим фактором развития парадигмы здорового питания или питания для здоровья служит слабое или полностью отсутствующее научное обеспечение для мобильного внедрения идей, так как существующие методы оценки физиологических состояний населения дороги, длительны, трудоемки и не дают объективного и комплексного анализа в следствие сложности и многообразия физиологических процессов и биохимических реакций, протекающих в организме при трансформации пищи в энергию. Данные, полученные разными исследователями, разобщены, недостаточно объективны, не обеспечены универсальными критериями и показателями. Следствием этого является медленное продвижение идеи здорового и корректирующего питания в секторы экономики и сознание населения России. Продуктов питания функционального назначения насчитывается всего лишь 6–8% к общему объему производимых в России, в то время как средняя продолжительность жизни остается низкой, социально-значимые заболевания и болезни цивилизации проникли в различные физиологические и социальные слои, ситуация не утешительна среди различных профессиональных групп. Этому способствует так же мировой экономический кризис, неустойчивость экономического развития, несоответствие материальной базы, недостаточная образованность и информированность населения. В то же время, потенциальные источники биокорректоров на основе продуктов глубокой переработки зернового сырья в настоящее

время активно используются в зооинженерии, так как являются побочными продуктами переработки зернового сырья, имеют не высокую стоимость при наличии широкого спектра биологически активных свойств. Внедрение данных продуктов в инженерные технологии пищевых производств позволит обеспечить положительную коррекцию пищевого статуса широких слоев российского населения, включая социально незащищенные.

Предлагаемый новый подход к инженерному проектированию биокорректоров и биокорректирующего питания основан на применении фундаментальных принципов термодинамических законов, дающих возможность оценить количественно и качественно энергию пищевых веществ при трансформации в организме. Метод универсален, объективен, позволяет решить комплекс сопряженных задач по совершенствованию технологий, рациональному использованию ресурсов в поддержании и коррекции метаболической активности организма, лежащей в основе обеспечения здоровья человека.

Для создания системы оценочных критериев для нутриентной коррекции пищевого статуса организма с использованием природных источников биологически активных веществ на принципах законов термодинамики необходимо решить следующие задачи:

- создать информационный банк данных природных источников биологически активных веществ растительного происхождения промышленного назначения;
- определить химический состав, количество и качество энергии при трансформации в организме, пищевую и биологическую ценность продуктов, полупродуктов и побочных продуктов переработки растительных объектов;
- установить сорбционную емкость входящих в состав растительных объектов неусвояемых полисахаридов и белков;
- провести проектирование рецептурно-компонентных решений для коррекции пищевого статуса для отдельных групп населения;
- провести исследования в опытах *in vivo* изменений эффективности дыхания, химического состава крови, степени оксигенации гемоглобина при введении в рацион биокорректирующих пищевых систем;
- установить закономерности изменения функционально – технологических характеристик и уровня качества пищевых систем при использовании биокорректоров на различных стадиях биотехнологического процесса производства конечного продукта;

— провести расчеты изменения энтропии, калорийности, дыхательного коэффициента при использовании биокорректирующих пищевых систем в рационах питания различных групп населения;

— разработать научно-практические рекомендации по использованию биокорректоров для интенсификации дыхания, нормализации липидного и белкового обмена применительно к спортсменам, учащимся и преподавателям вузов.

Использование законов термодинамики в оценке биотехнологического потенциала биокорректирующих пищевых систем, определении пищевого статуса и закономерностей его изменения за счет использования природных источников биологически активных веществ растительного происхождения: жмыха, масла из зародышей и проросших семян зерновых культур до настоящего времени не применялось.

Создание информационного банка данных, характеризующих спектр и содержание биологически активных веществ, количество и качество энергии в проросших зернах, муке, жмыхе и масле зародышей низкомасличных зерновых культур — залог целенаправленного проектирования продуктов здорового и корректирующего питания с заданным составом и свойствами. При этом наиболее информативны опыты на объектах *in vivo*, позволяющие оценить суммарный вклад биокорректоров в здоровье человека. Наиболее приемлемыми вследствие объективности и доступности являются опытно-экспериментальные методики непрямой калориметрии, основанной на оценке изменений состава газовой смеси на вдохе и выдохе и неинвазивного определения уровня оксигенации гемоглобина крови, основанного на зависимости светопоглощающей способности гемоглобина крови от уровня его оксигенации. Более глубокие исследования показателей липидного и белкового обмена требуют клинических исследований биохимических показателей крови.

Исследование сорбционной емкости биокорректоров позволяет прогнозировать уровень детоксикации организма и снижение негативных последствий контаминации пищевых систем. Определение закономерностей изменения энергообмена организма человека как целостной системы с определенными термодинамическими характеристиками под действием макро- и микронутриентов тесно связано с совершенствованием технологий и созданием инновационных продуктов для алиментарной коррекции физиологических состояний.

К ожидаемым результатам применения предлагаемого нового подхода оценки уровня метаболической энергоэффективности пищевых систем можно отнести следующие:

— расширение и систематизация информационной базы об источниках биологически активных веществ растительного происхождения на стадиях технологической обработки биоресурсов (проросшее зерно, мука, жмых, масло из зародышей и цельных зерновых, в том числе низкомасличных культур);

— оценка энергетической эффективности растительных объектов на принципах законов термодинамики с применением непрямой калориметрии и расчета изменения энтропии биологической системы — организма человека;

— получение математических моделей для оптимизации и прогнозирования свойств биокорректирующих пищевых систем в поддержании и интенсификации метаболических процессов;

— закономерности целенаправленного изменения пищевого статуса и метаболической активности организма в обеспечении здоровья человека на примере спортсменов, молодежи и пожилых людей (учащихся и преподавателей вузов);

— научно-практические рекомендации по применению биокорректирующих продуктов питания с заданным составом и свойствами в целях коррекции пищевого статуса;

— научно-практические рекомендации по коррекции инженерных технологий: аппаратного оформления, технологических режимов и условий при хранении и переработке пищевых биоресурсов;

Результаты необходимы для внедрения в инженерную практику производства продуктов питания универсального показателя (критерия оценки энергообмена на основе расчета энтропии) для поддержания и коррекции равновесного состояния организма, обеспечивающего здоровье человека.

Ожидаемые результаты могут быть оценены как фундаментальное научное обоснование инженерных задач, расширение знаний в области биохимии, биологии и медицины, направленных на получение новых данных по оценке биотехнологического потенциала пищевых ресурсов, открытие новых перспектив в производстве продуктов питания заданного состава и свойств, управление метаболическими процессами, в обеспечении коррекции пищевого статуса и физиологических состояний, в совокупности определяющих здоровье человека.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Алексеева Т.В., Родионов А.А., Веснина А.А., Ларина Т.П. Управление качеством пищевых систем с прогнозируемым биопотенциалом на основе продуктов переработки отечественного низкомасличного сырья // Экономика. Инновации. Управление качеством. 2015. № 2(11). С. 114-119.
- 2 Антипова Л.В., Пешков А.С., Топоркова А.Е. Создание антианемических продуктов на основе вторичных продуктов мясоперерабатывающей отрасли // Фундаментальные исследования. 2008. № 6. С. 123.
- 3 Есауленко, И.Э., Родионова Н.С., Попов Е.С., Мелихова Е.П., Хатуаев Р.Д. Исследование влияния масла и муки из жмыха зародышей пшеницы на показатели энергообмена студентов и преподавателей вуза // Гигиена и санитария. 2015. № 9. С. 42-46.
- 4 Castano G., Mas R., Fernandez L. Effects of policosanol on postmenopausal women with type II hypercholesterolemia // Gynecol Encocrinol. 2013. V. 14. P. 95-97.
- 5 Castano G., Mas R., Fernandez J.C. A long-term, open-label study of the efficacy and tolerability of policosanol in patients with high global coronary risk // Curr. Ther. Res. 2012. V. 60. P. 379-391.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Людмила В. Антипова д. т. н., профессор, кафедра технологии продуктов животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр т Революции, 19, Воронеж, 394036, Россия, **Наталья С. Родионова** д. т. н., зав. кафедрой, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр т Революции, 19, Воронеж, 394036, Россия, **Евгений С. Попов** к. т. н., доцент, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр т Революции, 19, Воронеж, 394036, Россия, **Татьяна Н. Колесникова** студент, кафедра технологии продуктов животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр т Революции, 19, Воронеж, 394036, Россия, tanya.kolesnikova1995@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Людмила В. Антипова консультация в ходе исследования
Наталья С. Родионова консультация в ходе исследования
Евгений С. Попов обзор литературных источников по исследуемой проблеме
Татьяна Н. Колесникова написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 28.10.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 22.11.2016

REFERENCES

- 1 Alekseeva T.V., Rodionov A. A., Vesnina A. A., Larina T.P. Management of food quality systems with predictable Biopotentials based products processing of raw materials low-oil domestic. *Ekonomika. Innovacii. Upravlenie kachestvom* [Economy. Innovation. Quality control]. 2015, no. 2(11), pp. 114-119. (in Russian)
- 2 Antipova L.V., Peshkov A.S., Toporkova A.E. Creating antianemic products on the basis of secondary products of the meat. *Fundamental'nye issledovaniya* [Basic Research]. 2008, no. 6, pp. 123. (in Russian)
- 3 Esaulenko, I.E., Rodionova N.S., Popov E.S., Melihova E.P., Hatuaev R.D. Investigation of the effect of oil and flour from wheat germ meal on the performance of energy exchange of students and teachers of the university. *Gigiena i sanitariya* [Hygiene and sanitation]. 2015, no. 9, pp. 42-46.
- 4 Castano G., Mas R., Fernandez L. Effects of policosanol on postmenopausal women with type II hypercholesterolemia. *Gynecol Encocrinol*, 2013, vol. 14, pp. 95-97.
- 5 Castano G., Mas R., Fernandez J.C. A long-term, open-label study of the efficacy and tolerability of policosanol in patients with high global coronary risk. *Curr. Ther. Res.*, 2012, vol. 60, pp. 379-391.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Lyudmila V. Antipova doctor of technical sciences, professor, technology products of animal origin department, Voronezh State University of Engineering Technology, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia, **Natalia S. Rodionova** doctor of technical sciences, head of department, service and restaurant business department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia, **Evgenii S. Popov** candidate of technical sciences, associated professor, service and restaurant business depadedepartment, Voronezh State University of Engineering Technology, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia, **Tatyana N. Kolesnikova** student, technology products of animal origin department, Voronezh State University of Engineering Technology, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia, tanya.kolesnikova1995@yandex.ru

CONTRIBUTION

Lyudmila V. Antipova consultation during the study
Natalia S. Rodionova consultation during the study
Evgenii S. Popov review of the literature on an investigated problems
Tatyana N. Kolesnikova wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 10.28.2016

ACCEPTED 11.22.2016

Исследование аминокислотной активности лакто- и бифидобактерий в процессе ферментации

Людмила Э. Глаголева¹
Михаил И. Корыстин¹
Александр А. Родионов¹ rodionovast@mail.ru
Наталья А. Пастухова¹

¹ кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия

Реферат. В работе оценена роль лакто- и бифидобактерий как источника аминокислот, являющихся структурным элементом ряда биологически активных веществ, продуцируемых индигенной микрофлорой организма человека и участвующих в разнообразных обменных процессах организма хозяина. Исследования аминокислотной активности консорциума бифидобактерий, состоящего из *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium longum*, *Bifidobacterium adolescentis*, *Bifidobacterium bifidum* Y-4 или лактобактерий *Lactobacillus casei rhamnosus* проводили по окончании процесса ферментации молока с исходной титруемой кислотностью 19 °Т при температуре 38–40 °С в течение 12–16 часов до достижения титруемой кислотности 85–100 °Т, образования плотного геля и накопления биомассы бифидобактерий или лактобактерий до концентраций не менее 10⁹ КОЕ/г. Массовую долю белка определяли методом Кьельдаля, аминокислотный состав - методом ионообменной хроматографии с помощью жидкостного хроматографа Shimadzu LC-20 Prominence. В результате проведенной ферментации исследуемых систем было установлено увеличение массовой доли белка в продукте, что свидетельствует о накоплении белков бактериального происхождения – для консорциума бифидобактерий – в количестве 1%, для лактобактерий в количестве – 0,2%. При ферментации *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium longum*, *Bifidobacterium adolescentis*, *Bifidobacterium bifidum* Y-4 установлен следующий ряд преимущественного синтеза аминокислот: аланин, глутаминовая кислота, метионин, глицин, гистидин, серин, треонин, тирозин, валин, пролин. При ферментации *Lactobacillus casei rhamnosus* установлен преимущественный синтез метионина, аланина, глутаминовой кислоты, аргинина, серина, гистидина, треонина, валина, изолейцина, лейцина, тирозина, триптофана. Полученные данные необходимы для оценки коррекции пищевого статуса при введении в рацион пробиотических продуктов с использованием данного консорциума бифидобактерий или лактобактерий *Lactobacillus casei rhamnosus* в организации детского, геронтологического, профилактического и диетического питания.

Ключевые слова: бифидобактерии, лактобактерии, ферментированные молочные продукты, заменимые, незаменимые аминокислоты

Study amino acid activity lacto-, bifidobacteria during fermentation

Lyudmila E. Glagoleva¹
Mikhail I. Korystin¹
Aleksandr A. Rodionov¹ rodionovast@mail.ru
Natalia A. Pastukhova¹

¹ service and restaurant business department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia

Summary. The paper evaluated the role of lactobacilli and bifidobacteria, as a source of amino acids, are the building blocks of a number of biologically active substances produced by the indigenous microflora of the human body and involved in various metabolic processes of the host organism. Research Consortium bifidobacteria amino activity consisting of *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium longum*, *Bifidobacterium adolescentis*, *Bifidobacterium bifidum* Y-4 or *Lactobacillus casei rhamnosus* carried *Lactobacillus* after fermentation of milk with initial acidity titrated 19 °T at 38–40 °C for 12–16 hours until the titratable acidity 85–100 °T, dense gel formation and accumulation of biomass of bifidobacteria and lactobacilli to a concentration of not less than 10⁹ cfu/g. The mass proportion of protein was determined by the Kjeldahl method, the amino acid composition – by ion exchange chromatography using the liquid chromatography Shimadzu LC-20 Prominence. As a result of fermentation was investigated systems installed increasing mass fraction of protein in the product, indicating that the accumulation of bacterial proteins – for bifidobacteria consortium - in an amount of 1%, in an amount of lactobacilli to – 0.2%. Fermentation *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium longum*, *Bifidobacterium adolescentis*, *Bifidobacterium bifidum* Y-4 installed next row preferential synthesis of amino acids: alanine, glutamic acid, methionine, glycine, histidine, serine, threonine, tyrosine, valine, proline. Fermentation *Lactobacillus casei rhamnosus* installed advantageous synthesis of methionine, alanine, glutamic acid, arginine, serine, histidine, threonine, valine, isoleucine, leucine, tyrosine, tryptophan. The data needed to assess the nutritional status of correction, when introduced into the diet of probiotic products with this consortium of bifidobacteria or lactobacilli *Lactobacillus casei rhamnosus* in the organization of children, gerontology, and preventive diet.

Keywords: bifidobacterium, lactobacillus, fermented dairy products, nonessential, essential amino acids

Для цитирования

Глаголева Л. Э., Корыстин М. И., Родионов А. А., Пастухова Н. А. Исследование аминокислотной активности лакто- и бифидобактерий в процессе ферментации // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 160–165. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-160-165

For citation

Glagoleva L. E., Korystin M. I., Rodionov A. A., Pastukhova N. A. Study amino acid activity lacto-, bifidobacteria during fermentation. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 160–165. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-160-165

Введение

Нормофлора человека в результате многообразия клеточного метаболизма бактерий различных групп и штаммов, входящих в ее состав, выполняет многообразные функции в морфогенезе и деятельности различных систем организма человека. В данных процессах участвуют ферменты, витамины, гормоны, экзо- и эндотоксины, а также различные соединения, обладающие биологической активностью, продуцируемые индигенной микрофлорой, населяющей различные биотопы хозяина. Установлены факторы, негативно, влияющие на численность и активность микробиоты, а также отрицательные последствия дисбактериозов: ослабление иммунного статуса организма, нарушение кроветворения, снижение детоксикационной функции кишечника, трансформация проканцерогенных веществ в канцерогенные, повреждение слизистой кишечника с последующим перерождением в опухолевые клетки [1–5]. Доказанное важное значение лакто- и бифидобактерий в гомеостазе и поддержании здоровья организма человека определяет актуальность разработки новых технических и технологических решений в области проектирования продуктов питания [6]. В настоящее время обогащение пищевых продуктов пробиотическими микроорганизмами превышает концентрации, ранее принятые стандартами по производству кисломолочной продукции – 10^6 КОЕ/мл. В настоящее время пищевая промышленность представляет ассортимент продуктов, содержащих 10^7 – 10^9 КОЕ/мл – «Бифишка», «Нарине», «Нарине форте», разработана линейка продуктов – бактериальных концентратов, содержащих не менее 10^9 КОЕ/мл лакто- и бифидобактерий, полученных на основе заквасок прямого внесения – консорциумов микроорганизмов производства ООО «Биопродукт»: «Бифилюкс», «Иммунолакт», «Лактиналь», «Биоматрикс». Достижение указанных концентраций бактерий в активной форме приводит к возрастанию массовой доли белка в продукте и изменению его аминокислотного состава. Накопление аминокислот бактериального происхождения является важным критерием для оценки количества продуктов микробного биосинтеза – биологически активных веществ, продуцируемых бифидофлорой. Исследование изменений аминокислотного состава и оценка биологической ценности молочных ферментированных продуктов с высоким содержанием биомассы пробиотической микрофлоры – актуальная научная задача.

Цель данной работы – исследование процесса накопления аминокислот в результате ферментации молока консорциумом бифидобактерий, состоящим из *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium longum*, *Bifidobacterium adolescentis*, *Bifidobacterium bifidum* Y-4 и лактобактериями *Lactobacillus casei rhamnosus*.

Материалы и методы

Ферментацию молока с исходной титруемой кислотностью 19°T осуществляли консорциумом бифидобактерий *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium longum*, *Bifidobacterium adolescentis*, *Bifidobacterium bifidum* Y-4 или *Lactobacillus casei rhamnosus* при температуре 38 – 40°C в течение 12 – 16 часов до достижения титруемой кислотности 85 – 100°T , образования плотного геля и накопления биомассы бифидобактерий или лактобактерий до концентраций не менее 10^9 КОЕ/г. Массовую долю белка определяли методом Кьельдаля, аминокислотный состав ферментированных систем определяли методом ионообменной хроматографии с помощью жидкостного хроматографа Shimadzu LC-20 Prominence.

Результаты и обсуждение

В результате проведенной ферментации исследуемых систем было установлено увеличение массовой доли белка в продукте, что свидетельствует о накоплении белков бактериального происхождения – для консорциума бифидобактерий – в количестве 1% , для лактобактерий в количестве – $0,2\%$.

Изменение аминокислотного состава по незаменимым и заменимым аминокислотам для исследуемых консорциумов представлено на рисунках 1–4.

Из экспериментальных результатов, представленных на рисунках 1–4, видно, что изменение профиля аминокислот специфично для исследуемого консорциума бифидобактерий и для исследуемого штамма лактобактерий, что свидетельствует об уникальной метаболической активности исследуемых микроорганизмов в процессе ферментации.

Сравнительный градиент изменения концентраций отдельных аминокислот отражен на рисунке 5.

Изменение аминокислотного профиля исследуемых ферментированных систем влечет изменение не только их функциональных свойств, исследование которых затруднительно вследствие многообразия корректируемых функций, но и изменение биологической ценности ферментированных продуктов (таблица 1).

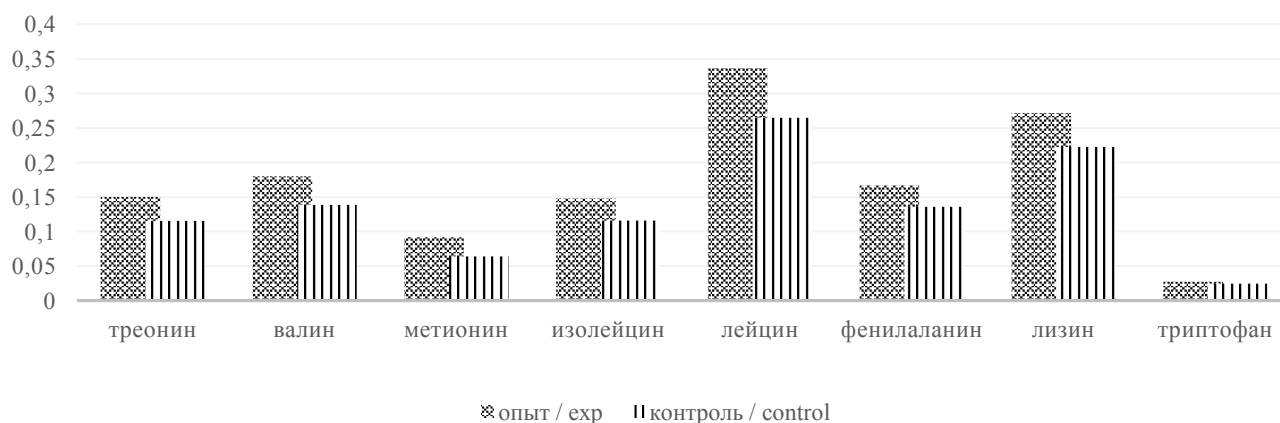


Рисунок 1. Содержание незаменимых аминокислот в молочной среде, ферментированной консорциумом *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium longum*, *Bifidobacterium adolescentis*, *Bifidobacterium bifidum* Y-4

Figure 1. The content of essential amino acids in breast environment, fermented consortium *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium longum*, *Bifidobacterium adolescentis*, *Bifidobacterium bifidum* Y-4

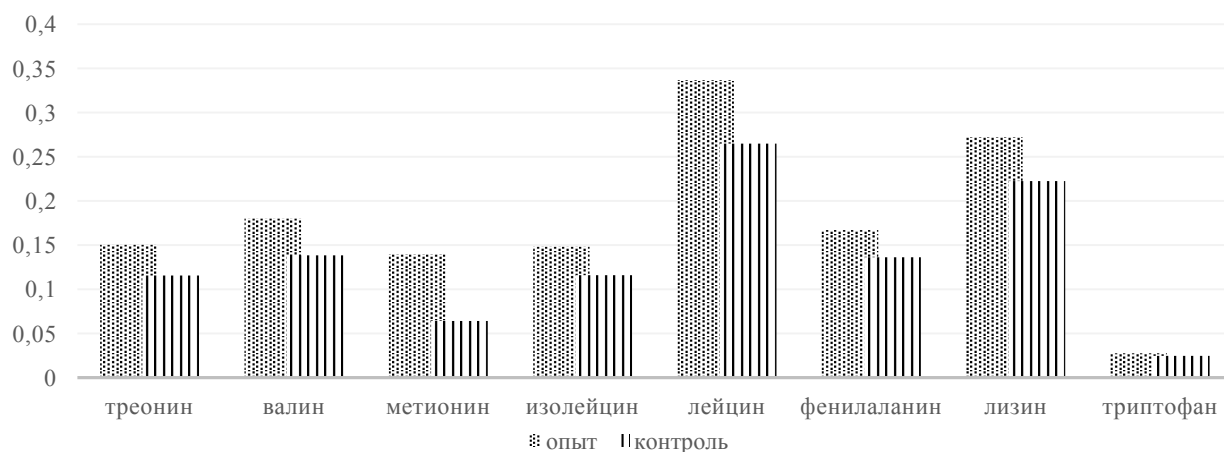


Рисунок 2. Содержание незаменимых аминокислот в молочной среде, ферментированной штаммом *Lactobacillus casei rhamnosus*

Figure 2. The content of essential amino acids in the medium of lactic fermented strain *Lactobacillus casei rhamnosus*

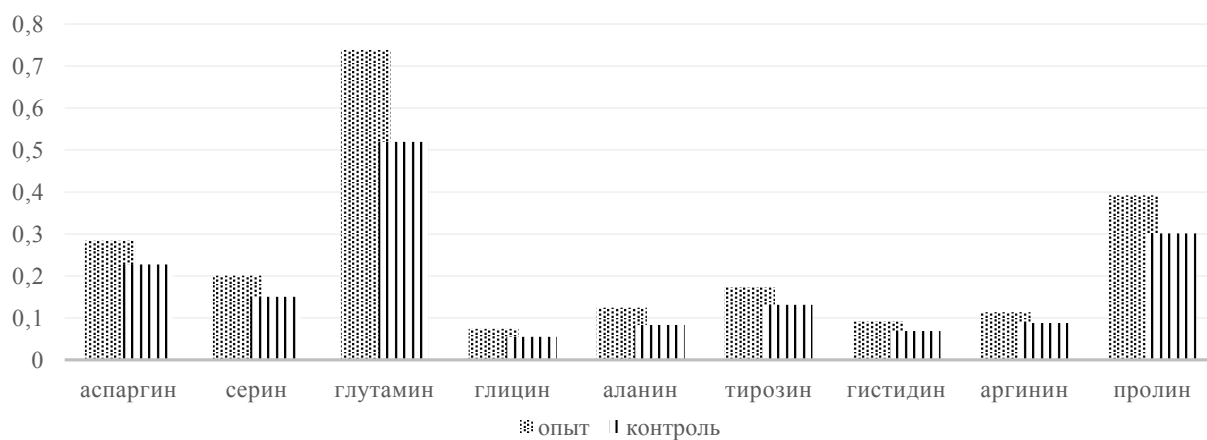


Рисунок 3. Содержание заменимых аминокислот в молочной среде, ферментированной консорциумом *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium longum*, *Bifidobacterium adolescentis*, *Bifidobacterium bifidum* Y-4

Figure3. The content of amino acids in breast environment, fermented consortium *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium longum*, *Bifidobacterium adolescentis*, *Bifidobacterium bifidum* Y-4

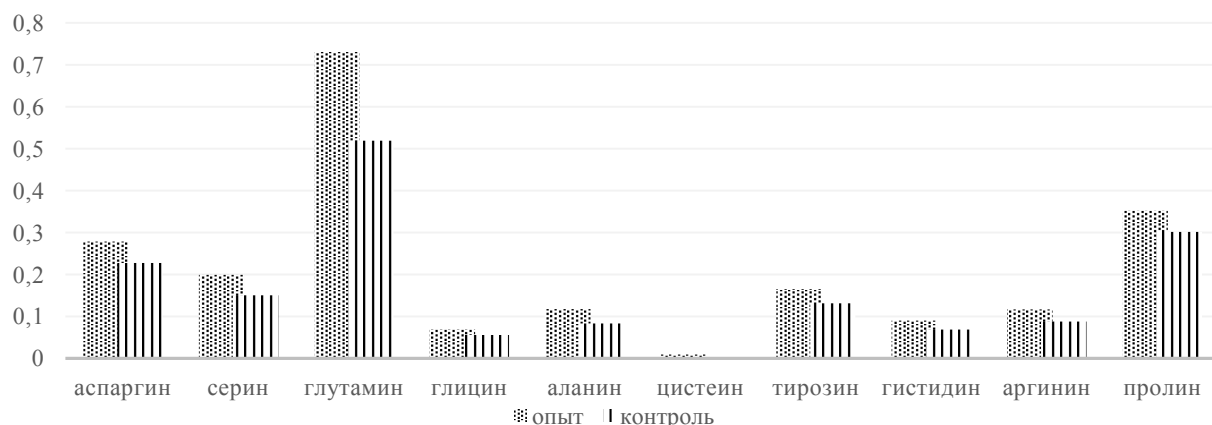


Рисунок 4. Содержание заменимых аминокислот в молочной среде, ферментированной штаммом *Lactobacillus casei rhamnosus*

Figure 4. The content of amino acids in the milk medium fermented strain *Lactobacillus casei rhamnosus*

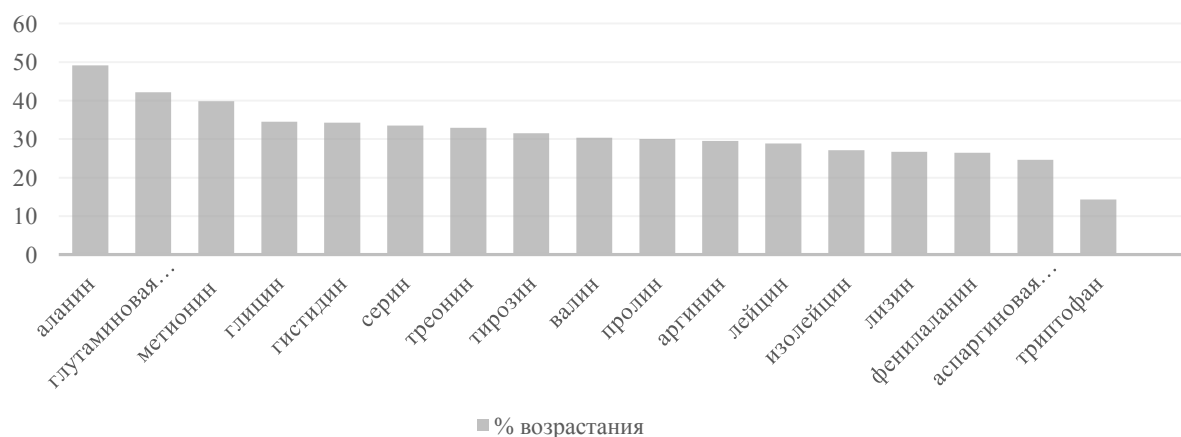


Рисунок 5. Профиль изменения количества аминокислот при ферментации консорциумом *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium longum*, *Bifidobacterium adolescentis*, *Bifidobacterium bifidum* Y-4

Figure 5. Profile change number of amino acids in the fermentation consortium *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium longum*, *Bifidobacterium adolescentis*, *Bifidobacterium bifidum* Y-4

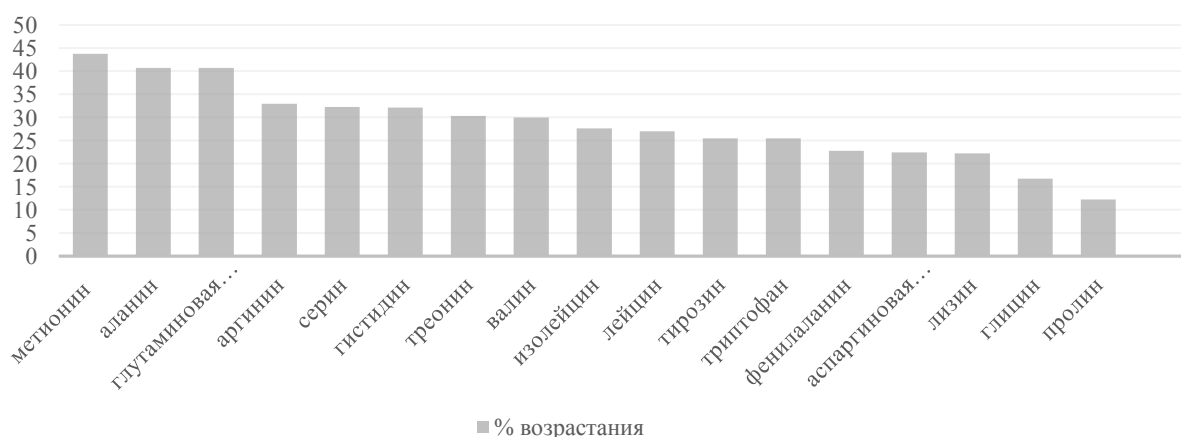


Рисунок 6. Профиль изменения количества аминокислот при ферментации штаммом *Lactobacillus casei rhamnosus*

Figure 6. Profile change number of amino acids in the fermentation of a strain of *Lactobacillus casei rhamnosus*

Аминокислотный скор ферментированных продуктов

Table 1

Amino acid swift fermented products

Незаменимые аминокислоты / Essential amino acids	<i>Bifidobacterium bifidum</i> , <i>Bifidobacterium longum</i> , <i>Bifidobacterium adolescentis</i> , <i>Bifidobacterium bifidum</i> Y-4	<i>Lactobacillus casei</i> <i>rhamnosus</i>	Контроль Control
	Опыт experiment	Опыт experiment	
Треонин / Threonine	109,6	107,5	82,5
Валин / Valine	103,2	102,8	77,2
Изолейцин / Isoleucine	105,2	105,7	82,8
Лейцин / Leucine	139,4	137,2	108,1
Лизин / Lysine	146,5	141,0	115,6
Триптофан / Tryptophan	80,0	79,0	70,0
Метионин + цистеин / Methionine + Cysteine	73,1	82,6	52,3
Фенилаланин + тирозин / Phenylalanine + tyrosine	164,3	158,2	127,2

Полученные результаты свидетельствуют, что в результате ферментации консорциумом бифидобактерий *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium longum*, *Bifidobacterium adolescentis* или штаммом *Lactobacillus casei rhamnosus* происходит неравномерное накопление аминокислот, входящих в состав синтезируемых микроорганизмами веществ белковой природы, обладающих различной биологической ценностью и функциональным воздействием на организм.

При ферментации *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium longum*, *Bifidobacterium adolescentis*, *Bifidobacterium bifidum* Y-4 установлен преимущественный синтез таких аминокислот как: треонин, валин, метионин, изолейцин, лейцин, фенилаланин, лизин, триптофан, аспарагиновая кислота + аспарагин, серин, глутаминовая кислота + глутамин, тирозин, гистидин, аргинин, пролин.

При ферментации *Lactobacillus casei rhamnosus*: треонин, валин, метионин, изолейцин, лейцин, фенилаланин, лизин, триптофан,

аспарагиновая кислота + аспарагин, серин, глутаминовая кислота + глутамин, цистеин, тирозин, гистидин, аргинин, пролин.

Заключение

Установлена разница аминокислотной активности исследуемого консорциума бифидобактерий *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium longum*, *Bifidobacterium adolescentis*, *Bifidobacterium bifidum* Y-4 и штамма *L. casei rhamnosus* при ферментации молока до достижения концентрации пробиотической микрофлоры не менее 10^9 КОЕ/мл, что может выражаться в формировании различных функциональных биокорректирующих свойств биопродуктов, производимых с применением данных микроорганизмов, что обуславливает необходимость разработки и внедрения комплексных схем применения ферментированных продуктов в терапевтических целях с учетом метаболической аминокислотной активности различных консорциумов.

ЛИТЕРАТУРА

1 Loiko N.G., Kozlova A.N., Nikolaev Y.A., Gal'chenko V.F. et al. Changes in the phase variant spectra in the populations of lactic acid bacteria under antibiotic treatment // Microbiology (Mikrobiologiya). 2014. V. 83. № 3. P. 195–204.

2 Олескин А.В., Шендеров Б.А. Биополитический подход к реабилитологии: потенциальная роль микробной нейробиологии // Вестник восстановительной медицины. 2013. № 1. С. 60–67.

3 Калужин О.В., Бунятян К.А., Инвиева Е.В., Ананьев Д.П. и др. Бронхит в профилактике послеоперационных осложнений и коррекции расстройств иммунной системы и кишечной микрофлоры у больных колоректальным раком // Курский научно-практический вестник "Человек и его здоровье". 2013. № 1. С. 52–54.

4 Roberfroid M.B. Prebiotics: the concept revisited // J. Nutr. 2007. V. 137. № 3. P. 830–837.

5 Backhed F. Programming of host metabolism by the gut microbiota // Ann Nutr Metab. 2011. V. 58. № 2. P. 44–52.

6 Глаголева Л.Э., Рясина Л.О., Родионов А.А., Пастухова Н.А. Перспективы инновационных продуктов здорового питания на основе БАД «Витазар» // Вестник Воронежского Государственного университета инженерных технологий 2016. № 1 (67). С. 122–127.

REFERENCES

1 Loiko N.G., Kozlova A.N., Nikolaev Y.A., Gal'chenko V.F. et al. Changes in the phase variant spectra in the populations of lactic acid bacteria under antibiotic treatment. Microbiology (Mikrobiologiya). 2014, vol. 83, no. 3, pp. 195–204.

2 Oleskin A.V., Shenderov B.A., Biopolitics, human microbiota and neurochemistry. *Vestnik vosstanovitel'noi meditsiny* [Journal of rehabilitation medicine] 2013, no. 1, pp. 60–67. (in Russian)

3 Kalyuzhin O.V., Bunyatyan K.A., Inviyaeva E.V. Bion 3 in the prevention of post-operative complications, and disorders of the immune system correction and intestinal microbiota in patients with colorectal cancer. *Chelovek I ego zdorov'e* [Kursk scientific-practical herald "Persons and his health"] 2013, no. 1, pp. 52–54. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Людмила Э. Глаголева д. т. н., профессор, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия,

Михаил И. Корыстин к. т. н., доцент, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия,

Александр А. Родионов аспирант, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия, rodionovast@mail.ru

Наталья А. Пастухова студент, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия,

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Людмила Э. Глаголева предложила методику проведения эксперимента

Михаил И. Корыстин консультация в ходе исследования

Александр А. Родионов написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

Наталья А. Пастухова обзор литературных источников по исследуемой проблеме

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 31.10.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 18.11.2016

4 Roberfroid M.B. Prebiotics: the concept revisited. *J. Nutr.*, 2007, vol. 137, no. 3, pp. 830–837.

5 Backhed F. Programming of host metabolism by the gut microbiota. *Ann Nutr Metab.*, 2011, no. 58, vol. 2, pp. 44–52.

6 Glagoleva L.E., Ryaskina L.O., Rodionov A.A., Pastukhov N.A. Prospects of innovative products on the basis of a healthy diet supplement "Vitazar". *Vestnik VGUIT*. [Proceedings of Voronezh State University engineering technology] 2016, no. 1 (67), pp. 122–127. (in Russian)

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Lyudmila E. Glagoleva doctor of technical sciences, professor, service and restaurant business department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia,

Mikhail I. Korystin candidate of technical sciences, assistant professor, service and restaurant business department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia,

Aleksandr A. Rodionov graduate student, service and restaurant business department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia, rodionovast@mail.ru

Natalia A. Pastukhova student, service and restaurant business department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia,

CONTRIBUTION

Lyudmila E. Glagoleva proposed a scheme of the experiment

Mikhail I. Korystin consultation during the study

Aleksandr A. Rodionov wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Natalia A. Pastukhova review of the literature on an investigated problem

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 10.31.2016

ACCEPTED 11.18.2016

Исследование влияния нетрадиционного вида муки на качество макаронных изделий из мягкой пшеницы

Татьяна Н. Малютина¹ tmalutina@inbox.ru

Вера Ю. Туренко¹ turenko.vera2013@yandex.ru

¹ кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Реферат. Макароны пользуются большой популярностью среди разных групп населения. В связи с этим они являются перспективными объектами для обогащения их функциональными ингредиентами. В качестве обогащающего сырья для производства макаронных изделий использовали муку из полбы. Полба характеризуется высоким содержанием полноценного белка, в состав которого входят незаменимые аминокислоты. Мука полбы значительно превосходит пшеничную по содержанию ненасыщенных жирных кислот, клетчатки, железа, витаминов группы В. Исследовано влияние различных дозировок муки из полбы на свойства макаронного теста, полуфабрикатов и готовых изделий. В работе были изготовлены короткорезанные макаронные изделия типа вермишели на лабораторном макаронном прессе типа АМЛ-2. В работе приняли мягкий тип замеса теста, при котором массовая доля влаги всех образцов составляла 32,5 % из-за конструктивных особенностей лабораторного макаронного пресса. Отмечено увеличение количества сырой клейковины, отмываемой из образцов макаронного теста с внесением муки из полбы за счет дополнительно вносимого количества белка. По качеству все образцы клейковины характеризовались как хорошие, эластичные. Установлено увеличение гидратационной способности клейковины и снижение значения критической влажности при сушке при введении 20 % муки из полбы. Рекомендован низкотемпературный режим конвективной сушки для макаронных полуфабрикатов с предлагаемой мукой-добавкой из-за высокого содержания в ней активных ферментов, которые могут вызвать потемнение изделий при сушке. Готовые изделия отличались однородным ровным цветом с молочным оттенком, без темных вкраплений и следов непромеса. Варочные свойства образцов с мукой из полбы характеризовались как хорошие, все образцы сохраняли свою форму на 100 %, показатель потерь сухого вещества при варке сохранялся в пределах требований нормативной документации. В результате проведенных исследований доказана целесообразность применения муки из зерна полбы в производстве макаронных изделий.

Ключевые слова: полба, мука, макаронные изделия, пищевая ценность

Study the effect of non-traditional type of flour on the quality of pasta products made of soft wheat

Tatyana N. Malyutina¹ tmalutina@inbox.ru

Vera Yu. Turenko¹ turenko.vera2013@yandex.ru

¹ bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Summary. Pasta products are very popular among different population groups. Therefore they are promising objects for their enrichment with functional ingredients. As the enriching raw materials for the manufacture of pasta products spelt wheat flour was used. Spelt is characterized by a high content complete protein, which is composed of essential amino acids. Spelt flour exceeds the wheat one greatly in the content of unsaturated fatty acids, fiber, iron, B vitamins. The effect of different doses of spelt flour on the properties of pasta dough, semi-finished and finished products was studied. Short-cut macaroni products such as vermicelli were produced on a laboratory pasta press of the type AML-2. Soft type of dough, in which the mass fraction of moisture of all samples was 32.5%, was adopted in the work due to the design of the laboratory pasta press. An increasing number of wet gluten, washed from pasta dough samples with the addition of flour from spelt due to further introduced protein was defined. The quality of all of the gluten samples was characterized as good and elastic. Increased hydration of gluten ability and reducing of the critical moisture values upon drying at introduction of 20% spelt flour was found. The low temperature mode for convective drying of pasta semi-finished products with the proposed flour additive was recommended because of its high content of active enzymes that may cause browning of products during drying. Finished products had solid flat color with a touch of milk, without dark inclusions and traces of underkneading. Boiling properties of the samples of flour from spelt were characterized as good, all the samples retained their form at 100%, the rate of dry matter loss during cooking was maintained within the regulatory documentation requirements. The studies proved the feasibility of grain spelt flour application in manufacturing of pasta products.

Keywords: spelt wheat, flour, pasta products, nutrition value

Для цитирования

Малютин Т. Н., Туренко В. Ю. Исследование влияния нетрадиционного вида муки на качество макаронных изделий из мягкой пшеницы // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 166–171. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-166-171

For citation

Malyutina T. N., Turenko V. Yu. Study the effect of non-traditional type of flour on the quality of pasta products made of soft wheat. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 166–171. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-166-171

Введение

Продукты питания оказывают наиболее существенное влияние на состояние здоровья человека, его физическую и умственную работоспособность, активность и продолжительность жизни. Ухудшение экологической ситуации, социальные и экономические изменения, нарушения пищевого рациона вызвали стабильную тенденцию по ухудшению показателей здоровья среди различных возрастных и социальных групп населения РФ. В данных условиях очевидно, что продукты питания не только должны обеспечить потребности человека в энергии и основных питательных веществах, но и должны обладать лечебно-профилактическими свойствами для поддержания здоровья.

Концепция государственной политики Российской Федерации в области здорового питания определяет актуальность производства продуктов для массового потребления с лечебно-профилактической направленностью.

В связи с дефицитом макаронной муки, вырабатываемой из твердых сортов пшеницы (крупки, полукрупки), в России большая часть макаронных изделий производится из хлебопекарной муки.

К продуктам питания функционального назначения относят продукты, в процессе изготовления которых используют только продукты природного происхождения, экологически чистое сырье, не содержащее генетически модифицированные компоненты[1]. Все эти требования должны соблюдаться и при выборе обогатителей для макаронных изделий.

Основным недостатком макаронных изделий из мягких сортов пшеницы является их низкая пищевая ценность, а также высокая калорийность. Макароны из мягких сортов пшеницы содержат 11–12% белковых веществ, 70–72% углеводов (в основном крахмала), 13% влаги и 0,5–0,7% жира, содержание минеральных веществ и клетчатки очень незначительно. Поэтому при выработке макаронных изделий целесообразно применять различные обогатители для улучшения их биологической и пищевой ценности [2].

В Воронежском государственном университете инженерных технологий на кафедре технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств изучали возможность применения с этой целью муки из зерна полбы.

Полба – высокобелковый низкокалорийный злак, содержит 18 незаменимых аминокислот. Полба значительно превосходит пшеницу по количеству белка, ненасыщенных жирных кислот, клетчатки, железа, витаминов группы В. Содержание заменимых аминокислот в белке полбы составляет 29,7%, незаменимых – 70,3%. Содержание валина, изолейцина, лейцина, суммы метионин + цистеин приближается к «идеальному» белку; скоры этих аминокислот превышают 90%.

Регулярное употребление в пищу продуктов из полбы способствует укреплению иммунитета, нормализации уровня сахара в крови, улучшению работы сердечнососудистой, эндокринной, нервной, пищеварительной и репродуктивной систем, снижает риск развития анемии, инфекционных и онкологических заболеваний. Особенно полезна полба людям, страдающим от лишнего веса: в ее составе присутствует витамин B₆, который способствует нормальному усвоению жиров и выводу из организма лишнего холестерина[3].

Мука из полбы характеризуется низкой водопоглощательной способностью и высоким отношением упругости теста к растяжимости. По «силе» она относится к слабым видам муки. По технологическим (варочным, мукомольным, хлебопекарным) свойствам мука из полбы приближается к муке из твердых сортов пшеницы, а по качеству превосходит муку пшеничную.

В работе готовили макаронное тесто из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта, муки из полбы и воды. Нетрадиционную муку вносили при замесе теста в дозировке 10, 15 и 20% от массы муки пшеничной.

Одним из основных этапов производства макаронных изделий является замес теста. В процессе замеса макаронного теста происходит равномерное распределение влаги по всей массе теста (пастификация), а также постепенное набухание крахмальных зерен и белковых веществ муки[4].

Макаронное тесто после замеса представляет собой равномерно увлажненную сыпучую массу, состоящую из мелких комков и крошек. Тесто с мукой из полбы хорошо заполняет приемные витки прессующего шнека, так как мука-добавка обладает низкой водопоглощательной способностью и образует пластичное мелкокомковатое тесто. Исследовали влияние муки из полбы на свойства клейковины. Результаты приведены в таблице 1.

Влияние муки из полбы на свойства клейковины, отмываемой из макаронного теста

Table 1.

Influence of flour from emmer wheat on properties of the gluten washed from macaroni dough

Показатели качества клейковины Indicators of quality of a gluten	Значение показателей / Measure value			
	Контроль Control	Дозировка муки из полбы, % Dosage of flour from emmer wheat, %		
		10,0	15,0	20,0
Содержание сырой клейковины, % Maintenance of a crude gluten	24,5	26,7	28,8	32,6
Растяжимость, см / Tensile properties, cm	12,5	13,5	14	15
Эластичность / Elastance	Хорошая / Good			
N _{деф} , ед. пр. ИДК/группа / N _{def} , IDK/group	84,3/II	90,9/II	96,8/II	115,2/III
Гидратационная способность клейковины, % Hydration ability of a gluten, %	74,7	81,2	90,3	98,8

Установили следующее влияние муки из полбы на качество клейковины пшеничной муки. При дозировке 20% качество клейковины ухудшилось до III группы (неудовлетворительно слабая). Растяжимость клейковины увеличивалась с 12,5 до 15 см, при этом во всех образцах клейковина по растяжимости характеризовалась как средняя.

По эластичности клейковина характеризовалась как хорошая. Известно, что с точки зрения пищевой ценности оптимальным содержанием клейковины в тесте является 30–32% [5]. Количество отмываемой клейковины увеличивалось

в образцах теста с внесением нетрадиционной муки – на 2,2; 4,3; 10,1% по сравнению с контролем.

Гидратационная способность клейковины – это количество воды, связываемое высокомолекулярными белками. Гидратационная способность клейковины в образцах теста с внесением муки из полбы увеличивалась на 6,5; 15,6 и 24,1% соответственно, что объясняется увеличением содержания белка при внесении муки-добавки. Кривые зависимости количества и качества клейковины, отмываемой из теста, и гидратационной способности клейковины от дозировки нетрадиционной муки представлены на рисунке 1.

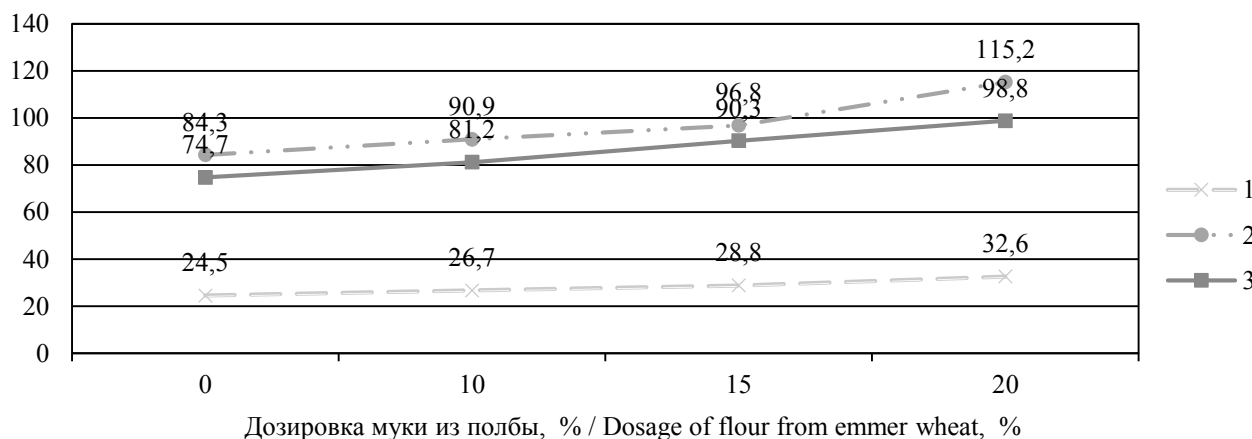


Рисунок 1. Графики зависимости 1 – количества; 2 – качества; 3 – гидратационной способности клейковины от дозировки муки из полбы, %

Figure 1. Dependence graphs 1 – quantities; 2 – qualities; 3 – hydration ability of a gluten from a dosage of flour from emmer wheat, %

Таким образом, результаты исследований показали, что мука из полбы при внесении ее в макаронное тесто при дозировке 10–20% от массы пшеничной муки не оказывает существенного отрицательного действия на клейковину пшеничной муки: тесто после замеса обладало требуемой консистенцией, а содержание клейковины и гидратационная способность,

способствующие лучшей пастификации и пластичности теста, улучшались.

Для изучения влияния муки из полбы на свойства полуфабрикатов после замеса теста открывали шаровую заслонку лабораторного макаронного прессы и после уплотнения теста в шнековой камере проводили его формование через матрицу для вермишели.

После формования заготовки разрезали на отдельные изделия длиной 30 мм и укладывали их в металлические лотки для последующей сушки. В сырых выпрессованных полуфабрикатах определяли внешний вид, температуру при выходе из матрицы и относительное удлинение.

Данные по улучшению гидратационной способности клейковины при внесении муки из полбы подтверждались цветом полуфабрикатов – однородный, без пятен, полос и вкраплений, что свидетельствует о полной пастификации частиц муки-добавки и хорошем распределении ее в макаронном тесте.

Все полуфабрикаты хорошо сохраняли свою форму при формовании через матрицу и разделке: не рвались, не слипались, не крошились при резке, не прилипали к ножу и сушильным лоткам.

Относительное удлинение сырых макаронных изделий, определяемое сразу после выхода их из матрицы, характеризует пластичность полученных полуфабрикатов. Этот показатель измеряется у пластичных материалов (в % к первоначальной длине образца) и имеет большее значение для материалов с высокой пластичностью. Внесение муки из полбы положительно влияет на пластичность полуфабрикатов: она увеличивалась на 0,25; 1,0 и 3,7% соответственно. Сырые макаронные изделия были пластичными, сохраняли заданную им форму, не крошились при резке и раскладке на сушильные поверхности.

Для сушки макаронных изделий в настоящее время используют различные температурные режимы. Оптимальным для данного производства является режим, при котором получают изделия лучшего качества при наименьших затратах времени и энергии. При выборе и разработке режимов сушки нужно учитывать две особенности: при сушке происходит сокращение их линейных и объемных размеров на 6–8%, а также меняются структурно-механические свойства продукта [3].

Пластичность макаронных полуфабрикатов важна при выборе режимов их сушки, которые бы позволили высушить отформованные заготовки за минимальное время, не допуская их усадки, потемнения и растрескивания. Пластичность отформованным полуфабрикатам, состоящим из пшеничной муки и воды, придает глиадиновая фракция клейковины муки – чем выше ее доля в клейковине, тем пластичнее будут сырые изделия [6].

Учитывая химический состав применяемых в работе обогатителей, а также возможности лабораторного оборудования (отсутствие операции вакуумирования макаронного теста), для сушки

полуфабрикатов выбрали низкотемпературный режим сушки. После разделки макаронные изделия раскладывали на металлические лотки и высушивали при температуре 45 °С в термостате до достижения массовой доли влаги в изделиях не более 13%. После высушивания изделия охлаждали в условиях термостата при выключенных ТЭНах во избежание их растрескивания и деформации.

Было установлено, что благодаря повышению гидратационной способности клейковины в полуфабрикатах снижается значение критической влажности, когда материал переходит из пластического состояния в упругое и следует смягчать параметры сушильного воздуха. Повышение пластичности связано, как уже отмечалось выше, с внесением в тесто вместе с нетрадиционной растительной мукой дополнительного количества белка, клетчатки, пектиновых веществ, обладающих высокой влагопоглотительной способностью. Это повышает содержание связанной влаги в полуфабрикатах и, как следствие, их пластичность. Это дает возможность высушивать изделия при более высокой температуре и низкой относительной влажности воздуха, не опасаясь растрескивания и усадки, до содержания влаги в них 14–16%.

Качество готовых макаронных изделий оценивали по органолептическим, физико-химическим показателям и варочным свойствам.

Изделия из теста с внесением муки из полбы имели желтый, однородный цвет. Все изделия имели мучнистый излом, что объясняется отсутствием операции вакуумирования при изготовлении макаронных изделий в лабораторном прессе АМЛ-2. Однако этот недостаток не является существенным, так как может быть легко устранен при работе на макаронном прессе, оборудованном вакуумной станцией или вакуумным насосом.

Влажность изделий находилась в пределах 12,4–13,0%. Кислотность изделий в первую очередь обуславливается кислотностью исходной муки, поскольку макаронное тесто не подвергается брожению. Кислотность готовых изделий практически не отличалась от кислотности пшеничной и муки из полбы (1,8 и 2,0 град).

Увеличение дозировки муки из полбы способствовало повышению прочности сухих изделий по сравнению с контрольным образцом на 53,5–71,4%. Это обусловлено увеличением количества белковых веществ, вносимых с добавкой, так как они связывают в макаронном тесте крахмальные зерна в прочную матрицу. Зависимость механической прочности изделий от дозировки муки-добавки показана на рисунке 2.

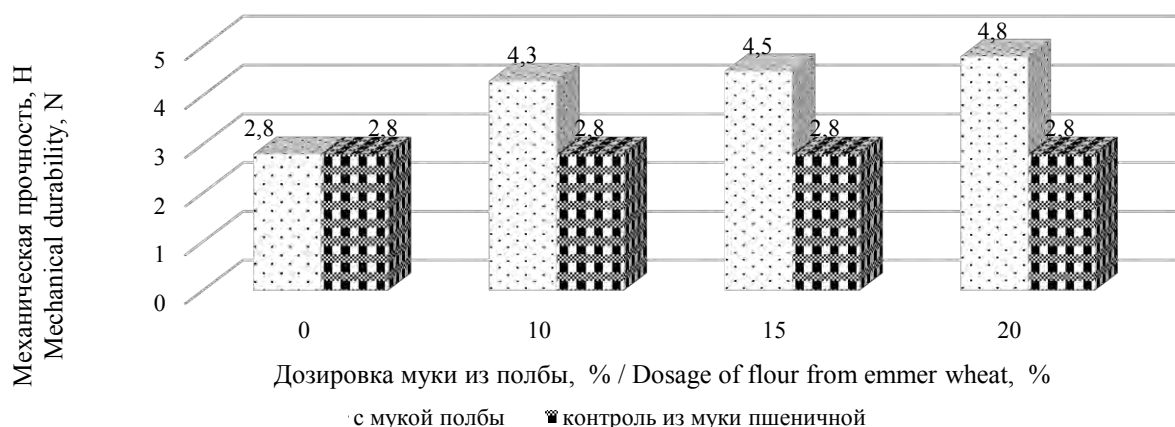


Рисунок 2. Влияние дозировки муки из полбы на механическую прочность изделий, N

Figure 2. Influence of a dosage of flour from emmer wheat on the mechanical durability of products, N

Варочные свойства макаронных изделий характеризуются длительностью варки до готовности, количеством поглощенной воды, потерей сухих веществ (СВ), прочностью и сохранностью формы сваренных изделий, состоянием после варки (слипаемость).

Все образцы после варки не слипались между собой, сохранность формы была 100%.

Один из самых важных показателей качества, характеризующий прочность структуры макаронных изделий – потери сухих веществ при варке. У анализируемых изделий показатель потерь сухих веществ при варке находился в пределах 2,16–5,6%, что соответствует требованиям ГОСТ 31743–2012 «Изделия макаронные. Общие технические условия» (не более 6,0%) для изделий всех групп, кроме изделий мелкого формата и нитевидных диаметром до 1 мм групп Б и В высшего и первого сортов. В работе были изготовлены нитевидные макаронные изделия типа вермишели, диаметром 1,3 мм.

Внесение дополнительного белка с мукой из полбы способствует снижению содержания сухих веществ в варочной среде на 41,4; 50,1 и 61,42% по сравнению с контрольным образцом. Минимальным значением показателя потерь СВ при варке характеризовался образец с внесением 20% муки из полбы – 2,6% соответственно.

ЛИТЕРАТУРА

- Осипова Г.А. Использование комплексной добавки в производстве макаронных изделий // Хлебопродукты. 2011. № 8. С. 55–57.
- Малютина Т.Н., Лобосова Л.А. О приоритетных задачах развития хлебопекарной, макаронной и кондитерской промышленности в рамках решения проблемы продовольственной безопасности // Здоровье человека и экологически чистые продукты питания: мат. Всеросс. науч.-практ. конф. Орел, 2014. С. 281–286.

Количество поглощенной при варке воды характеризуется коэффициентом увеличения ввремя варки массы изделий K_m или объема K_o . Изделия хорошего качества должны иметь коэффициент увеличения в пределах 1,5–2,5. Все образцы изделий имели коэффициенты K_m и K_o в указанном диапазоне, что свидетельствует об их удовлетворительных варочных свойствах.

Закключение

Проведенные исследования показали возможность получения макаронных изделий хорошего качества при введении в их состав такого рецептурного компонента, как мука из полбы.

На основании результатов, полученных при анализе качества макаронных изделий, рекомендуемая нами дозировка нетрадиционной муки для получения продукта улучшенной пищевой ценности, отвечающего требованиям действующей нормативной документации, составляет 20%.

Введение в рецептуры макаронных изделий муки из полбы позволит обогатить продукцию полноценным белком, витаминами и минеральными веществами и не вызовет существенных изменений в ходе технологического процесса.

- Пономарева Е.И. Эффективность использования нетрадиционных видов сырья в технологии хлеба функционального назначения // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. Т. 11. № 5. С. 605.

- Sgrulletta D., Pucciarmati S., Ciccoritti R. Influence of durum wheat-fababean inter crop on specific quality traits of organic durum wheat // Biological Agriculture & Horticulture. 2015.

- Корячкина С.Я., Осипова Г.А. Макароны: изделия: способы повышения качества и пищевой ценности. Орел: Труд, 2006. 276 с.

6 Mercier S., Mondor M., Moresoli C., Ville-neuve S. et al. Drying of Durum Wheat Pasta and Enriched Pasta: A Review of Modeling Approaches // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2016.

REFERENCES

1 Osipova G.A. The use of complex additives in the production of pasta. *Khleboproducty* [Bakery] 2011, no 8, pp. 55–57 (in Russian).

2 Malyutina T.N., Lobosova L.A. About priority tasks of development of the baking, macaroni and confectionery industry within the problem resolution of food security. *Zdorov'e cheloveka I ekologicheskii chistyie produkty pitaniya* [Materials of the All-Russian scientific and practical conference. Health of the person and ecologically net food] 2014. pp. 281–286. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Татьяна Н. Малютина т. н., доцент, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, tmalyutina@inbox.ru

Вера Ю. Туренко магистрант, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, turenko.vera2013@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Татьяна Н. Малютинапредложила методику проведения эксперимента, консультации в ходе исследования

Вера Ю. Туренко обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперимент, выполнила расчёты, написала рукопись, корректировала ее до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 13.11.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 02.12.2016

3 Ponomareva E.I. Efficiency of use of nonconventional types of raw materials in technology of bread of functional purpose. *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh issledovaniy* [International magazine of applied and fundamental researches] 2015, vol. 11, no. 5, pp. 605. (in Russian)

4 Sgrulletta D., Pucciarmati S., Ciccoritti R. Influence of durum wheat-faba bean intercrop on specific quality traits of organic durum wheat. *Biological Agriculture & Horticulture*, 2015.

5 Koryachkina S. Ya., Osipova G.A. *Makaronnye izdeliya* [Pasta: methods of improvement of quality and nutrition value] Orel, Trud, 2006, 276 p. (in Russian)

6 Mercier S., Mondor M., Moresoli C., Ville-neuve S. et al. Drying of Durum Wheat Pasta and Enriched Pasta: A Review of Modeling Approaches. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 2016.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Tatyana N. Malyutina candidate of technical sciences, associate professor, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, tmalyutina@inbox.ru

Vera Yu. Turenko master student, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, turenko.vera2013@yandex.ru

CONTRIBUTION

Tatyana N. Malyutinahas offered a technique of carrying out an experiment, consultation during the study

Vera Yu. Turenkoreview of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations, wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 11.13.2016

ACCEPTED 12.2.2016

Практические предпосылки модификации технологии кисломолочных напитков для формирования заданных функциональных свойств

Валентина В. Ботвинникова	¹	valens_b@mail
Дарья Г. Ускова	¹	twins23@mail.ru
Наталия В. Попова	¹	tef_popova@mail.ru

¹ кафедра пищевые и биотехнологии, Южно-Уральский государственный университет (НИУ), г. Челябинск, пр. Ленина, 85, 454080, Россия

Реферат. Проблема обеспеченности населения молочными продуктами обостряется в связи с тем, что сегодня во всем мире, в частности и в России, существует дефицит молока-сырья, усиливающийся с каждым годом. В перспективе потребление молока и молочной продукции по-прежнему будет опережать рост производства молока цельного. Для решения этой проблемы отечественным товаропроизводителям необходимо искать новые пути увеличения объемов производства молочного сырья и улучшения потребительских и функциональных свойств кисломолочной продукции. В работе было предложено применение акустического воздействия ультразвука, инициируемого с помощью аппарата ультразвукового технологического модель УЗТА О, 4/22 ОМ (частота механических колебаний $22 \pm 1,65$ кГц). Основными факторами, определяющими потребительские свойства, были приняты физико-химические показатели, структурно-механические характеристики и накопление минорного биологически активного вещества – кефирана. В ходе исследования были получены результаты, подтверждающие необходимость использования ультразвукового воздействия (УЗВ) в технологии производства кисломолочных продуктов.

Ключевые слова: кисломолочные продукты, ультразвуковое воздействие, молоко коровье сырое, диспергированные частицы, вязкость, кефир

Practical background modification fermented beverage technology for the formation of defined functional properties

Valentina V. Botvinnikova	¹	valens_b@mail
Dar'ya G. Uskova	¹	twins23@mail.ru
Nataliya V. Popova	¹	tef_popova@mail.ru

¹ department of food and biotechnology, South Ural State University, Chelyabinsk, Lenin str., 85, 454080, Russia

Summary. The problem of provision of population with dairy products is escalating due to the fact that today, throughout the world, particularly in Russia, there is a shortage of milk as raw material, increasing every year. In the future, the consumption of milk and dairy products will continue to outpace growth in milk production is solid. To solve this problem, domestic producers need to find new ways to increase production of raw milk and improve the consumer and functional properties of fermented dairy products. The work was proposed the use of acoustic effects of ultrasound, triggered by the ultrasound, the technological model UTA ABOUT, 4/22 OM (frequency mechanical vibrations $22 \pm 1,65$ kHz). The main factors determining consumer characteristics, were taken physico-chemical parameters, structural and mechanical characteristics and the accumulation of minor biologically active substances – kefirin. In the study was obtained results confirming the necessity of using ultrasonic impact (RAS) in the production technology of dairy products

Keywords: K dairy products, ultrasonic treatment, raw cow's milk, the dispersed particles, viscosity, kefir

Введение

Эксперты Международной Молочной Федерации (ММФ) называют кисломолочные продукты – «продуктами здоровья» и считают, что в XXI веке эти продукты будут занимать наибольший объем в производстве молочных продуктов [15]. Современный потребитель заинтересован в приобретении продуктов, обладающих способностью нормализовать состав нормальной микрофлоры кишечника или повысить ее биологическую активность, что определяет наполнение потребительского рынка «продуктами для здоровья».

Для цитирования

Ботвинникова В.В., Ускова Д.Г., Попова Н.В. Практические предпосылки модификации технологии кисломолочных напитков для формирования заданных функциональных свойств // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 172–180. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-172-180

Вместе с тем Национальный союз производителей молока (рисунки 1) приводит данные о недостаточности объемов производства сырого молока (только 76%), при этом показатель обеспеченности товарным молоком – 66%. Основное производство молока сосредоточено в Приволжском (9610 тыс. т) и Центральном (5509 тыс. т) федеральных округах. Россия входит в ТОП-5 стран мира по производству молока, но по эффективности его использования значительно уступает развитым странам [1, 3, 5, 10].

For citation

Botvinnikova V. V., Uskova D. G., Popova N. V. Перевод названия. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 172–180. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-172-180

В молочной отрасли работает около 21 тысячи предприятий, продукция отрасли составляет до 15% от оборота розничных сетей. Однако, по оценке Минэкономразвития, увеличение продаж молочной продукции в 2016 году

составит 1%, в 2017 – еще 2,4%, в 2018 – 2,6%. В результате продажи молочной продукции в 2018 году увеличатся на 6,1% в сравнении с 2015 годом (рисунок 2).

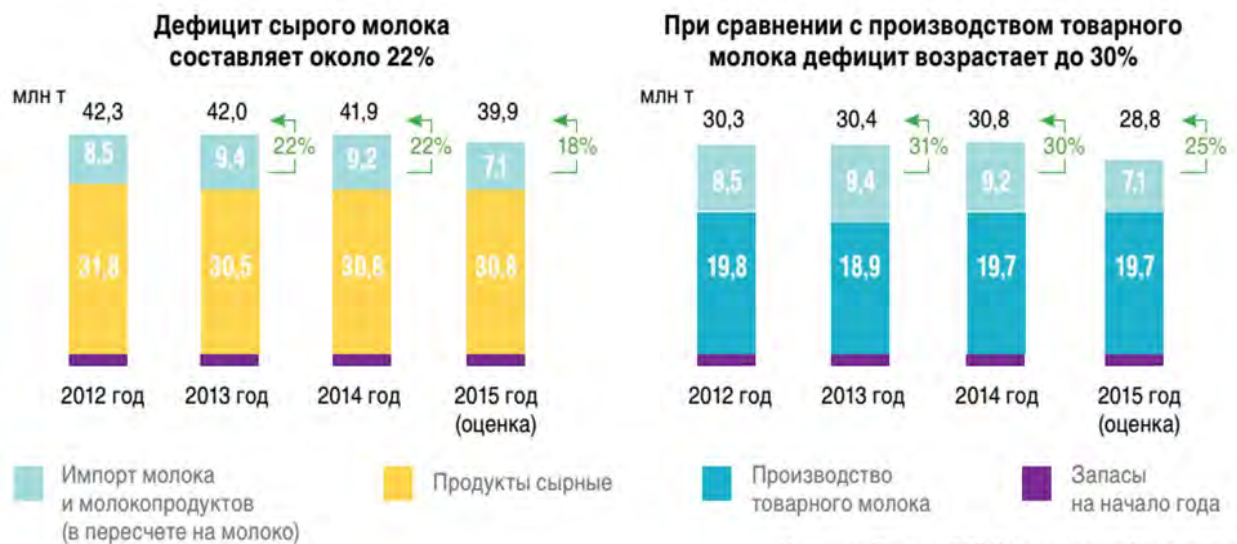


Рисунок 1. Динамика и структура производства сырого молока в Российской Федерации

Figure1. Dynamics and structure of production of raw milk in the Russian Federation

Ошибка! Закладка не определена.



Рисунок 2. Динамика производства основных видов молочной продукции

Figure2. Dynamics of production of main dairy products

В структуре ассортимента кисломолочных продуктов на долю кефира приходилось 32%, йогурта – 21%, сметаны – 17%, сыворок – 12%, ряженки 7% и другие виды кисломолочных продуктов – 11%. Наибольшее количество кефира, кефирных продуктов производится в регионах, которые лидируют в производстве молока. Спрос на кисломолочную продукцию

удовлетворяется практически полностью за счет отечественного производства [1, 10]. Вместе с тем у российских производителей есть хороший потенциал наращивания объемов выпускаемой продукции. Потребление молочных продуктов составляет по разным оценкам от 190 до 250 кг при норме 300–330 кг.

Вместе с тем, рост производства кисломолочной продукции ограничен отсутствием динамики развития сырьевой базы, для рынка молока характерны одновременно экстенсивная деградация и интенсивное развитие. Важнейшим условием успешного развития молокоперерабатывающей промышленности является преодоление существующих системных проблем, а приоритетами долгосрочного периода, согласно «Стратегии развития пищевой и перерабатывающей отрасли на период до 2020 года», являются инновационные подходы к их решению.

Успешная реализация поставленных задач в технологии производства молочных продуктов, направленных на получение продукции с высокими качественными показателями и функциональными свойствами, возможна на основе применения инновационных подходов. Большой вклад в разработку новых, перспективных технологий производства функциональных молочных продуктов и исследования их свойств внесли отечественные ученые: А. Г. Храмцов, В. Д. Харитонов, З. С. Зобкова, Л. А. Остроумов, Ю. Я. Свириденко, Н. А. Тихомирова, В. И. Ганина, Н. Б. Гаврилова, А. А. Майоров, А. Ю. Просеков, Л. А. Забодалова, И. А. Смирнова, Д. М. Захарова и другие.

Формирование потребительских свойств молочных продуктов определяет комплекс факторов, среди которых лидирующими являются качество сырья и новые технологии производства [5, 7, 8, 11]. Возможности использования ультразвука различной мощности и применимости его в технологиях пищевых производств представлены в работах В. А. Акуличева, А. Г. Галстяна, С. Д. Шестакова, О. Н. Красули, И. Ю. Потороко, М. Ashokkumar, Bogdan-Zisu, Jian-Yong Wu, PabloJuliano, T. G. Leighton, K. S. Suslick, F. Grieser и других ученых.

Цель работы заключается в модификации технологии производства кисломолочных напитков за счет применения ультразвуковых воздействий, для интенсификации биохимических процессов их производства, направленных на повышение функциональных свойств в условиях variability качества исходного сырья.

Для достижения поставленной цели решались следующие **задачи**:

- исследовать факторы, определяющие качество и функциональные свойства кисломолочных продуктов (на примере Уральского региона);
- обосновать целесообразность применения эффектов ультразвукового воздействия (УЗВ) в производстве кисломолочных напитков.

Материалы и методы.

Для изучения влияния ультразвукового воздействия (УЗВ) на потребительские свойства кисломолочной продукции, объектами исследования были выбраны:

- образцы молока коровьего сырого, производимого в областях Уральского региона, отобранные в соответствии с требованиями стандарта;
- модельные образцы кисломолочных напитков, подготовленные в лабораторных условиях по традиционной и модифицированной (с применением УЗВ) технологиям.

В качестве акустического источника упругих колебаний применялся аппарат ультразвуковой технологический «Волна» модель УЗТА-0,4/22-ОМ.

Образцы в объеме 250 мл обрабатывались ультразвуком мощностью 120 Вт (30% от номинальной мощности прибора), 180 Вт (45% от номинальной мощности прибора) и 240 Вт (60% от номинальной мощности прибора), экспозиция 1, 3 и 5 минут. Каждому обработанному образцу был присвоен условный код, в зависимости от длительности и мощности воздействия ультразвуком на него (таблица 1).

Таблица 1.

Характеристика условных кодов модельных образцов

Table 1.

The conditional characteristic codes of models

Мощность обработки, Вт(% от номинальной мощности прибора) Processing power, watts (% of rated output)	Время обработки, мин Processing time, min.		
	1	3	5
120 (30%)	1–30*	3–30	5–30
180 (45%)	1–45	3–45	5–45
240 (60%)	1–60	3–60	5–60

* «1–30» – означает 1 минуту обработки про 30% мощности прибора от паспортной

* “1–30” – is 1 minute of processing about 30% of the power unit from the nameplate

Для оценки микроструктуры использовали анализатор NanotractUltra (MicrotracInc., США). Измерения, проводимые на Nanotract, соответствуют стандарту ISO 13321. Анализ размеров частиц основан на методе Динамического Рассеяния Света. Минимальный размер обнаруживаемых прибором частиц – 0,8 нм, результаты измерений имеют высокую точность и воспроизводимость.

После сквашивания были определены следующие показатели: кислотность, вязкость и массовая доля кефирана (экзополисахарид).

Количественное определение полисахарида (кефирана), производимого молочнокислыми бактериями, включает получение анализируемого раствора (Патент RU 2437092 C1).

Результаты исследования и их обсуждение

Важной проблемой, определяющей несоответствие качества реализуемых в настоящее время кисломолочных продуктов, является отклонение от нормируемых показателей характеристик сырья, обуславливающих его технологическую пригодность и пищевую полноценность конечных продуктов. Поэтому, исследование свойств и пищевой ценности молочного сырья Уральского

региона позволило создать необходимый массив информации, осуществить выбор соответствующих способов воздействия в целях минимизации установленных отклонений.

Для исследований качества молочного сырья в качестве регламента применялись ТР ТС 033/2013 и ГОСТ Р 52054–2003. Результаты органолептической оценки по показателю вкус и запах (рисунок 3) варьировали в значительном диапазоне значений. Однако сохранялась общая тенденция, позволяющая установить в пробах градацию качества не ниже первого сорта. Результаты оценки физико-химических показателей качества молока, поступающего на молокоперерабатывающие предприятия, характеризуют различия в качестве, которые могут проявляться при его переработке. Анализируя данные (рисунок 4, 5), можно наблюдать, что в целом, относительно территориального критерия, вариативность показателей химического состава весьма невысокая. Так, коэффициент вариации по содержанию белка в сыром молоке имеет диапазон колебаний 1,3, по содержанию жира – 1,5, значения показателя изменяются в течение периода лактации.

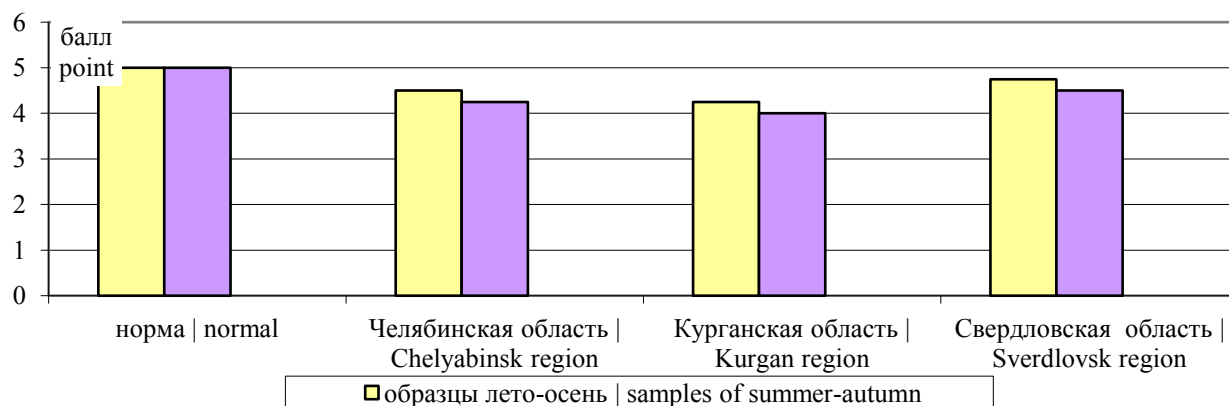


Рисунок 3. Результаты усредненных оценок вкуса и запаха молока коровьего сырого в разные периоды лактации для разных территорий, балл

Figure 3. Results the average ratings of the taste and smell of raw cow's milk in different periods of lactation for the different territories, score

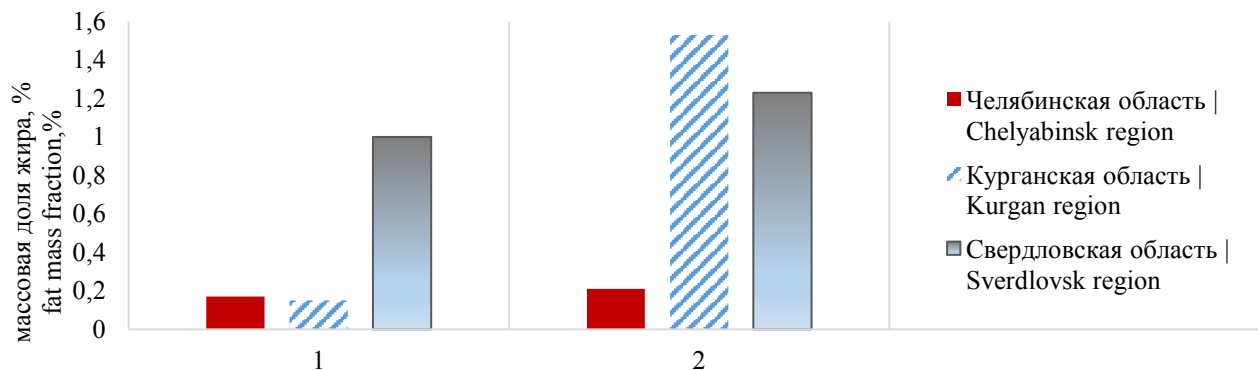


Рисунок 3. Вариативность молочного сырья по массовой доле жира в зависимости от периода лактации и территорий получения

Figure3. Variability of raw milk a mass fraction of fat, depending on the lactation and territories receiving

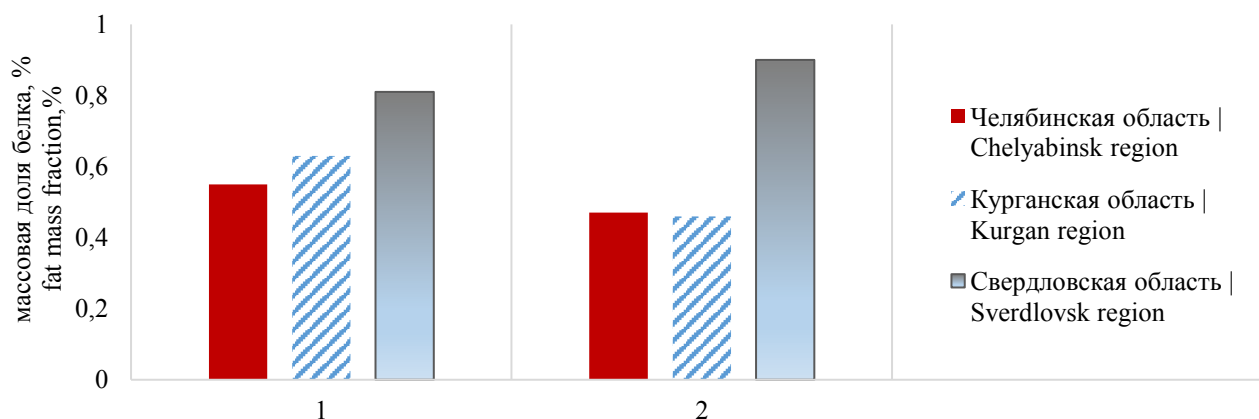


Рисунок 5. Вариативность молочного сырья по массовой доле белка в зависимости от периода лактации и территорий
Figure5. The variability of milk raw materials by mass percentage of protein depending on the lactation and territories

Выявлена вариативность не только в зависимости от периода лактации, что весьма очевидно, но от территориального фактора. Содержание жира (при норме не менее 2,8%) изменяется от $3,06 \pm 0,07\%$ до $4,30 \pm 0,05\%$ (коэффициент вариации $0,17...1,53$), содержание белка (при норме 2,8%) от $2,8 \pm 0,03\%$ до $3,8 \pm 0,05\%$ (коэффициент вариации $0,03...0,33$), что влияет на показатели – плотность и СОМО.

В целом коэффициент вариативности по показателю «плотность» составил 5,04; по показателю «кислотность» – 3,78; по массовой доле белка – 0,98; по массовой доле жира – 1,24.

В рамках работы была поставлена серия рекогносцировочных опытов, нацеленных на исследование изменений свойств сырого коровьего молока под воздействием эффектов ультразвуковой кавитации. Номенклатура показателей для установления оптимума воздействия в целях оптимизации консистенции продуктов (состояние кислотных молочных гелей) включала: активная кислотность (pH), температура, дисперсность среды, вязкость.

Диспергирование твердых компонентов в жидкости, как известно, обычно более затруднительно и требует большего расхода энергии, чем гомогенизация системы «жидкость-жидкость». Полагают, что основную роль в процессе диспергирования играет кавитация [9, 15, 17, 20], что подтверждается зависимостью скорости диспергирования от температуры. Эффекты кавитации, изменяющие объемную долю диспергированных частиц, влияют на вязкость молока, что подтверждается изменением степени дисперсности (рисунок 6).

Вместе с тем, при нарастании мощности и длительности отмечены эффекты агрегирования частиц:

– при воздействии УЗ 30% мощности (120 Вт) в течение 5 мин (300 с) присутствуют частицы следующих фракций 2656 нм – 46,2%; 148,3 нм – 53,8%;

– при воздействии УЗ 45% мощности (180 Вт) в течение 5 мин (300 с) присутствуют частицы двух фракций 1461 нм – 8,4%; 294,7 нм – 91,6%;

– при воздействии УЗ 60% мощности (240 Вт) в течение 5 мин (300 с) присутствуют частицы двух размерных фракций 4320 нм – 48,9%; 152,9 нм – 51,1%.

Полученные результаты свидетельствуют о явном влиянии процесса кавитации на степень дисперсности частиц молока и, прежде всего, жировых шариков. Диспергирование влияет на ту часть белков, которые участвуют в построении новых адсорбционных оболочек жировых шариков. Белки, которые остаются в плазме, структуру и свойства не изменяют.

Ультразвуковая кавитация позволяет комплексно обеспечить заданные функционально-технологические характеристики для производства кисломолочных продуктов. Ее применение на этапах подготовки молочного сырья к сквашиванию может позволить снизить длительность процесса пастеризации, уменьшить тепловую нагрузку на молоко-сырье, что будет способствовать сохранению нативных компонентов; выступать альтернативой процессу гомогенизации и ускорить процесс ферментации при производстве кисломолочных напитков [2, 6, 8, 11–13].

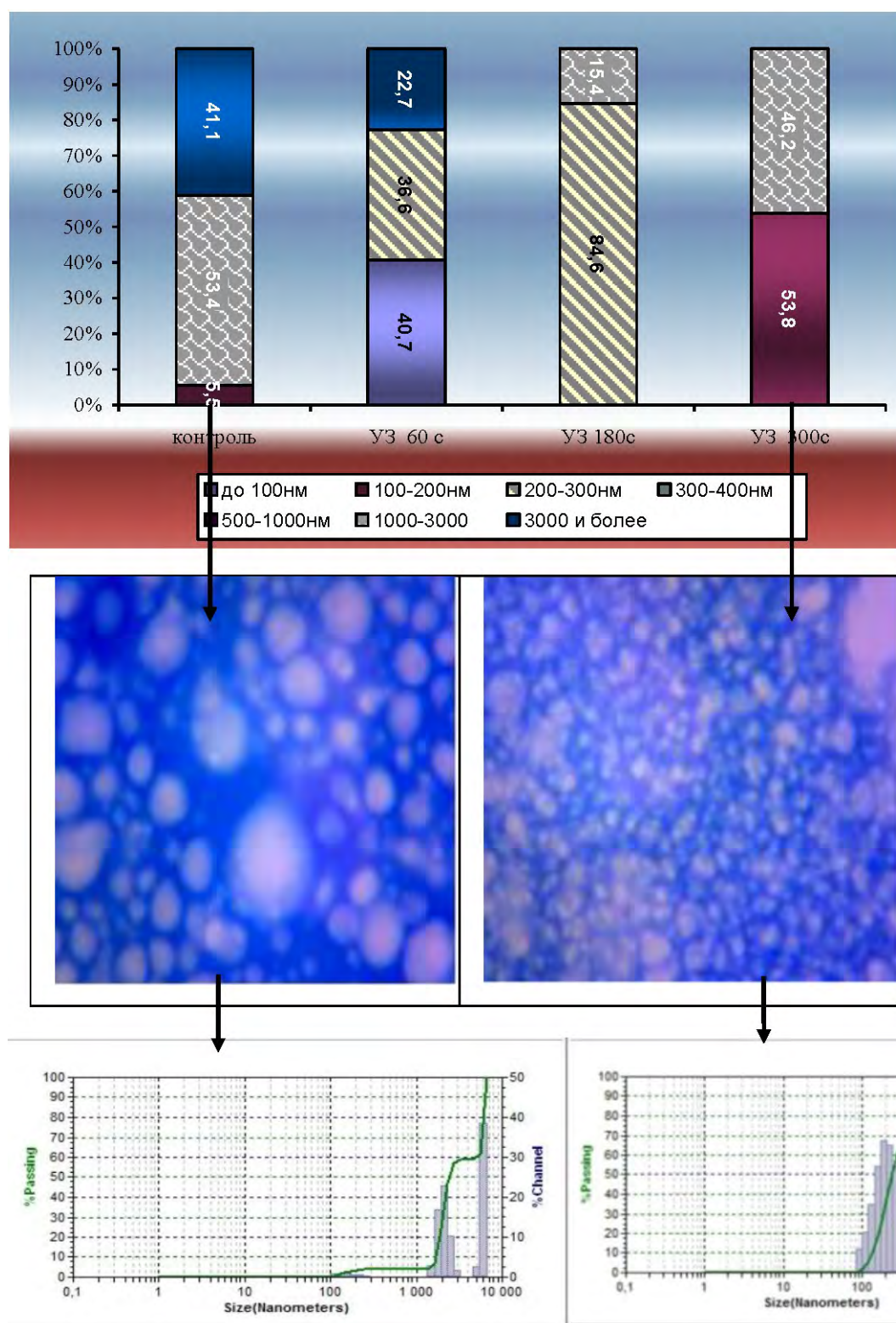


Рисунок 4. Анализ дисперсной системы молока при различной длительности УЗВ 30%-ной мощности на основе результатов электронной микроскопии и дисперсного анализа

Figure4. Analysis of dispersed systems of milk at different durations of RAS 30% power on the basis of the results of electron microscopy and particle size analysis

Для оценки структурно механических и синергетических свойств образовавшихся кислотных сгустков оценивали показатели

вязкость и степень синерезиса в совокупности с показателем дисперсности частиц молока после УЗВ (рисунок 7).

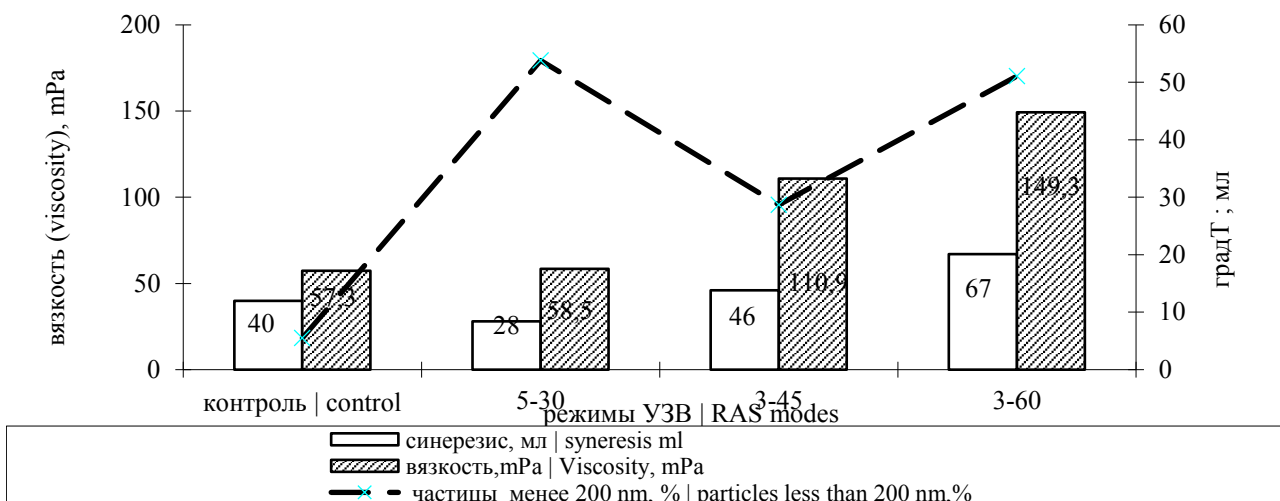


Рисунок 5. Соотношение показателей титруемой кислотности, вязкости и синерезиса сгустков кефира при различных режимах УЗВ

Figure 5. Ratio of titratable acidity, viscosity and syneresis clots kefir at various modes of RAS

Структурно-механические свойства, влагоудерживающая способность, синергетические свойства зависят в большей степени от состава молока, режимов тепловой и механической обработки. Применение ультразвуковой кавитации на этапе подготовки молочного сырья к сквашиванию повлияло на устойчивость сгустка к самопроизвольному уплотнению структуры [14, 16, 17].

Для дальнейшей работы в направлении создания кисломолочного напитка с выраженным функциональным действием необходимо определить оптимальные условия накопления бактериальных полисахаридов (кефирана). Актуальность данного направления в исследовании обусловлена отсутствием достаточного объема информации по этому вопросу [4, 19, 20].

Для установления оптимальных параметров УЗВ, определяющих возможность обеспечения

показателей вязкости и количество кефирана в продукте, была применена методика центрального композиционного планирования, основанная на двухфакторном анализе. В качестве переменных факторов были выбраны мощность и длительность УЗВ, контролируемых показателей – массовая доля кефирана и вязкость. В результате решения задачи оптимизации были получены поверхности отклика и уравнения, адекватно их описывающие.

Обработка полученных данных позволила получить следующие уравнения регрессии (1–2), адекватно описывающие процесс изменения вязкости и накопления кефирана для образцов кефира на закваске кефирного грибка. Поверхности отклика представлены на рисунке 8, где вязкость (Y_1), массовая доля (М.д.) кефирана (Y_2):

$$Y_1 = -0,065 \cdot x_1^2 - 6,968 \cdot x_2^2 - 0,15 \cdot x_1 \cdot x_2 + 7,949 \cdot x_1 + 50,097 \cdot x_2 - 182,036 \quad (1)$$

$$Y_2 = -8,341 \cdot 10^{-3} \cdot x_1^2 - 5,549 \cdot x_2^2 - 3,667 \cdot 10^{-3} \cdot x_1 \cdot x_2 + 1,071 \cdot x_1 + 35,613 \cdot x_2 + 106,613 \quad (2)$$

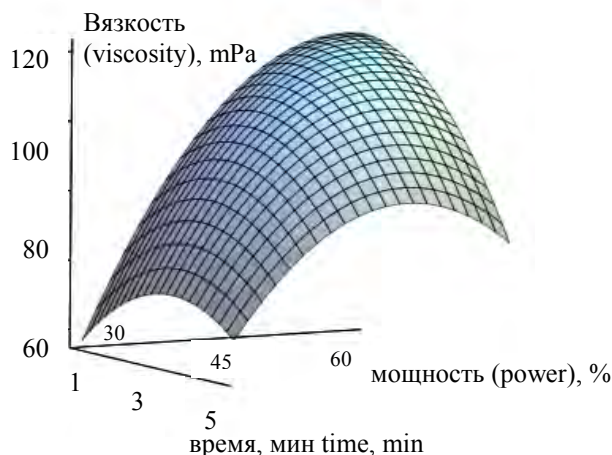
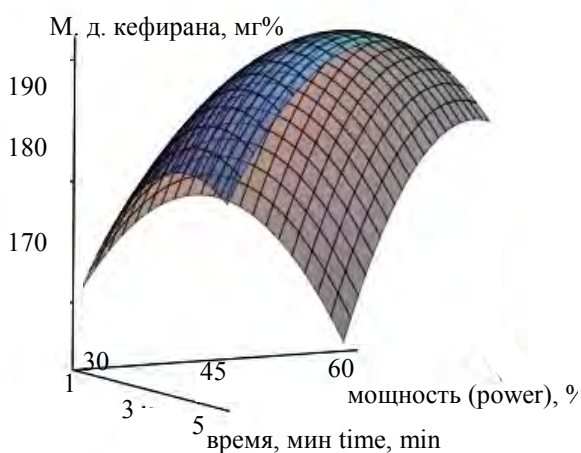


Рисунок 6. Зависимость массовой доли кефирана и вязкости от режимов ультразвукового воздействия в образцах кисломолочных напитков мг%, мПа

Figure 6. The mass fraction kefiran and viscosity on the modes of ultrasonic influence in the samples of fermented milk drink mg%, mPa

В результате были установлены оптимальные значения режимов УЗВ:

— для массовой доли кефирана, оптимум достигается при значениях

$$X_1 = 63,512\%; X_2 = 3,024 \text{ мин.}$$

— для показателя вязкость, оптимум достигается при значениях:

$$X_1 = 58,139\%; X_2 = 2,96 \text{ мин.}$$

Обобщенный анализ данных с учетом физического смысла определяемых величин, а также в сопоставимости с результатами дисперсной оценки молочной системы и характером развития заквасочной микрофлоры позволил установить оптимальные значения параметров для моделирования процесса формирования консистенции и накопления функциональных веществ кисломолочных напитков.

ЛИТЕРАТУРА

1 Анализ рынка молока и сливок в России в 2010–2014 гг., прогноз на 2015–2019 гг. URL: <http://businessstat.ru>.

2 Артемова Я.А., Красуля О.Н., Тихомирова Н.А., Шестаков С.Д. Ультразвуковая сонохимическая водоподготовка // Молочная промышленность. 2011. № 5. С. 39–42.

3 Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации Указ Президента Российской Федерации от 30 января 2010 года № 120.

4 Еникеев Р.Р. Разработка технологии производства кефира с повышенным содержанием полисахарида кефирана: автореф. ... дис. канд. техн. наук: 05.18.04. Самара, 2011. 23 с.

5 Забодалова, Л.А. Технология молочных продуктов: современность и перспективы // Вестник Международной Академии Холода. 2013. № 2. С. 19–22.

6 Красуля О.Н., Богуш В.И., Кочубей-Литвиненко О.В. и др. Пищевая сонохимия в технологии молочных продуктов // Молочная река. 2014. № 3 (55). С. 14–16.

7 Потороко И.Ю., Фаткуллин Р.И., Цирульниченко Л.А. Системный подход в технологии водоподготовки для пищевых производств // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент. 2013. Т. 7. № 3. С. 153–158.

8 Потороко И.Ю., Попова Н.В. Теоретическое и экспериментальное обоснование возможности использования электрофизического воздействия в формировании потребительских свойств восстановленных молочных продуктов // Товаровед продовольственных товаров. 2013. № 1. С. 17–21.

9 Ребиндер П.А. Поверхностные явления в дисперсных системах. Физико-химическая механика. М.: Издательство Наука, 1978. 371 с.

10 Рынок молока – текущая ситуация. Мониторинг сельскохозяйственных товаров. Агро XXI. Новости. Аналитика. Комментарии. URL: <http://www.agroxxi.ru>.

Заключение

В ходе проведения исследования:

— установлена высокая вариабельность качества кисломолочных напитков, реализуемых на потребительском рынке Уральского региона, обусловленная следующими факторами информационной неопределенности: качество молока коровьего сырого, состав заквасочной микрофлоры и отклонения от установленных технологических регламентов;

— изучен один из факторов (содержание полисахарида кефирана, обладающего противоопухолевой и иммуномодулирующей активностью), обуславливающих функциональность кисломолочных напитков;

— доказано, что УЗВ позволяет регулировать потребительские свойства кисломолочных напитков и выступать в качестве активатора для накопления экзополисахарида – кефирана, который может выступать в качестве интегрального показателя физиологической ценности кисломолочных напитков.

11 Тёпел А. Химия и физика молока. СПб.: Профессия, 2012. 832 с.

12 Шестаков С.Д., Красуля О.Н., Богуш В.И. и др. Технология и оборудование для обработки пищевых сред с использованием кавитационной дезинтеграции. СПб.: ГИОРД, 2013. – 152 с.

13 Fox P.F., Uniacke-Lowe T., McSweeney P.L.H., O'Mahony J.A. Dairy Chemistry and Biochemistry.

14 Ashokkumar M., Rink R., Shestakov S. Hydrodynamic cavitation – an alternative to ultrasonic food processing. Electronic Journal «Technical Acoustics». URL: <http://www.ejta.org>, 2011, 9

15 New opportunities and challenges in production and bioactivity of functional dairy foods Proceedings of the IDF/DIAA Symposium on Functional Dairy Foods 2009, Melbourne, Australia, February 24/25, 2009. URL: <http://www.fil-idf.org>

16 Suslick, K.S. The chemical effects of ultrasound // Scientific American. 1989. P. 80–86.

17 Ahmed N.H., El Soda M., Hassan A.N., Frank J. Improving the textural properties of an acid-coagulated (Karish) cheese using exopolysaccharide producing cultures. (Lebensmittel – Wissenschaft und – Technologie) // Food Sci Technol. 2005. № 38. P. 843 – 847.

18 Bodyfelt F.W. Dairy product score cards: are they consistent with principles of sensory evaluation? // J. Dairy Sci. 1981. № 64. P. 2303–2308.

19 Canselier J.P., Delmas H., Wilhelm A.M., Abismail B. Ultrasound emulsification – an overview // J. Dispersion Science and Technology. 2002. № 23. P. 333–349.

20 Yokoi H., Watanabe T. Optimum culture conditions for production of kefir by Lactobacillus sp. KPB-167B isolated from kefir grains // Journal of Fermentation and Bioengineering. 1992. V. 74. № 5. P. 327–329.

REFERENCES

- 1 Anali rynka moloka i slivok v Rossii [Analysis of the market of milk and cream in Russia in 2010-2014, forecast 2015-2019] Available: <http://businessstat.ru>. (in Russian)
- 2 Artemova Ya. A., Krasulya O. N., Tikhomirova N. A., Shestakov S. D., Ultrasonic sonochemical water treatment. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy industry] 2011, no. 5, pp. 39-42. (in Russian)
- 3 Doktrina prodovol'stvennoi bezopasnosti RF [Food security Doctrine of the Russian Federation the decree of the President of the Russian Federation of January 30, 2010 № 120] (in Russian)
- 4 Enikeev R. R. Razrabotka tekhnologii proizvodstva kefir [Development of technology of production of yogurt with a high content of polysaccharide kefiran] Samara, 2011. 23 p (in Russian)
- 5 Zabodalova L. A. Dairy technology: present and prospects. *Vestnik Mezhdunarodnoi akademii kholoda* [Proceedings of International Academy of Refrigeration] 2013, no. 2, pp. 19-22. (in Russian)
- 6 Krasulya O. N., Bogush V. I., Kochubey-Lytvynenko O. V. et al. Food sanochemia in the technology of dairy products. *Molochnaya reka* [Dairy river] 2014, no. 3 (55), pp. 14-16. (in Russian)
- 7 Potoroka I. Yu., Fatkullin, R. I., Tsirolnikov L. A. System approach in water purification technology for food production. *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo universiteta* [Bulletin of the South Ural state University. Series: Economics and management] 2013, vol. 7, no. 3, pp. 153-158. (in Russian)
- 8 Potoroka I. Yu., Popova N. V. Theoretical and experimental substantiation of the possibility of using electrophysical effects in the formation of consumer properties of the restored dairy products. *Tovaroved prodovol'stvennykh tovarov* [Commodity food products] 2013. no. 1. pp. 17-21. (in Russian)
- 9 Rebinder P. A. Poverkhnostnye yavleniya v dispersnykh sistemakh [Surface phenomena in disperse systems. Physico-chemical mechanics] Moscow, Nauka, 1978. 371 p. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Валентина В. Ботвинникова к. т. н., доцент, кафедра пищевые и биотехнологии, Южно-Уральский государственный университет (НИУ), г. Челябинск, пр. Ленина, 85, 454080, Россия, valens_b@mail.ru

Дарья Г. Ускова аспирант, кафедра пищевые и биотехнологии, Южно-Уральский государственный университет (НИУ), г. Челябинск, пр. Ленина, 85, 454080, Россия, twins23@mail.ru

Наталия В. Попова к. т. н., доцент, кафедра пищевые и биотехнологии, Южно-Уральский государственный университет (НИУ), г. Челябинск, пр. Ленина, 85, 454080, Россия, tef_popova@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Валентина В. Ботвинникова консультация в ходе исследования
Дарья Г. Ускова обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провёл эксперимент, выполнил расчёты
Наталия В. Попова написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 15.11.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 01.12.2016

10 Rynok moloka – tekushchaya situatsiya [Dairy Market – the current situation. Monitoring of agricultural products. Agro XXI. News. Analyst. Comments] Available at: <http://www.agroxxi.ru>. (in Russian)

11 Tepel A. Khimiya i fizika moloka [Chemistry and physics of milk] Saint-Petersburg, Professiya, 2012. 832 p. (in Russian)

12 Shestakov S. D., Krasulya O. N., Bogush V. I. et al. Tekhnologiya i oborudovanie dlya obrabotki pishchevykh sred [Technology and equipment for processing food media with the use of cavitation disintegration] Saint-Petersburg, GIOR, 2013. 152 p (in Russian)

13 Fox P.F., Uniacke-Lowe T., McSweeney P.L.H., O'Mahony J.A. Dairy Chemistry and Biochemistry.

14 Ashokkumar M., Rink R., Shestakov S. Hydrodynamic cavitation – an alternative to ultrasonic food processing. Electronic Journal «Technical Acoustics». Available at: <http://www.ejta.org>, 2011, 9

15 New opportunities and challenges in production and bioactivity of functional dairy foods Proceedings of the IDF/DIAA Symposium on Functional Dairy Foods 2009, Melbourne, Australia, February 24/25, 2009. Available at: <http://www.fil-idf.org>

16 Suslick, K.S. The chemical effects of ultrasound. Scientific American. 1989, pp. 80-86.

17 Ahmed N.H., El Soda M., Hassan A.N., Frank J. Improving the textural properties of an acid-coagulated (Karish) cheese using exopolysaccharide producing cultures. (Lebensmittel – Wissenschaft und – Technologie). Food Sci Technol. 2005, no. 38, pp. 843 – 847.

18 Bodyfelt F.W. Dairy product score cards: are they consistent with principles of sensory evaluation? J. Dairy Sci., 1981, no. 64, pp. 2303–2308.

19 Canselier J.P., Delmas H., Wilhelm A.M., Abis-mail B. Ultrasound emulsification – an overview. J. Dispersion Science and Technology. 2002, no. 23, pp. 333-349.

20 Yokoi H., Watanabe T. Optimum culture conditions for production of kefir by Lactobacillus sp. KPB-167B isolated from kefir grains. Journal of Fermentation and Bioengineering. 1992, vol. 74, no. 5, pp. 327–329.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Valentina V. Botvinnikova candidate of technical sciences, associated professor, department of food and biotechnology, South Ural State University, Chelyabinsk, Lenin str., 85, 454080, Russia, valens_b@mail.ru

Dar'ya G. Uskova graduate student, department of food and biotechnology, South Ural State University, Chelyabinsk, Lenin str., 85, 454080, Russia, twins23@mail.ru

Nataliya V. Popova candidate of technical sciences, associated professor, department of food and biotechnology, South Ural State University, Chelyabinsk, Lenin str., 85, 454080, Russia, tef_popova@mail.ru

CONTRIBUTION

Valentina V. Botvinnikova consultation during the study
Dar'ya G. Uskova review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations
Nataliya V. Popova wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 11.15.2016

ACCEPTED 12.1.2016

Разработка вафель с пониженным гликемическим индексом

Надежда Н. Попова	¹	smaginan@bk.ru
Ирина П. Щетилина	²	irina.shchetilina@mail.ru
Анастасия А. Денисова	¹	nast.deniso2012@yandex.ru
Екатерина А. Киселева	²	neona93@mail.ru

¹ кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

² кафедра теории экономики, товароведения и торговли, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия

Реферат. Негативное воздействие на организм оказывает отсутствие культуры питания населения и низкая физическая активность. Это приводит к нарушениям углеводного и липидного обмена, развитию ожирения, сахарного диабета, сердечно-сосудистых и других заболеваний. Обоснована актуальность разработки пищевых продуктов, в частности – кондитерских изделий, способствующих снижению риска возникновения таких патологий. Цель исследования – разработка рецептуры вафель с пониженным гликемическим индексом. В качестве объекта исследования выбраны вафли, выпекаемые в домашних условиях. В работе проанализированы различные характеристики (гигроскопичность, кариегенность, степень сладости, энергетическая ценность, гликемический индекс и гликемический отклик) подслащивающих веществ, обоснован выбор фруктозы в качестве заменителя сахара для изготовления вафель с пониженным гликемическим индексом. При оптимизации рецептуры вафель количество сахара заменяли эквивалентным по сладости количеством сахарозаменителя. В результате предварительных расчетов установлен интервал варьирования количества вводимой в рецептуру вафель фруктозы. Далее проведена оценка показателей качества, формирующих потребительский спрос изделий – внешний вид, вкус, запах, наличие хруста. Также исследована влажность полученных вафель после их изготовления и в процессе хранения. Снижение гликемического индекса фиксировали по количеству глюкозы в крови. Ее измерения проводили с помощью глюкометра «натошак» и после употребления вафель до полного восстановления уровня сахара в крови. Кондитерское изделие, изготовленное по оптимизированной рецептуре, практически не отличается по калорийности от контрольного образца, а уровень глюкозы в крови после их употребления примерно на 20% ниже.

Ключевые слова: гликемический индекс, фруктоза, кондитерские изделия

Development of wafers with lowered glycemic index

Nadezhda N. Popova	¹	smaginan@bk.ru
Irina P. Shchetilina	²	irina.shchetilina@mail.ru
Anastasiya A. Denisova	¹	nast.deniso2012@yandex.ru
Ekaterina A. Kiseleva	²	neona93@mail.ru

¹ service and restaurant business department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

² theory of economy, the merchandise and trade department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia

Summary. The negative impact on an organism is made by lack of culture of food of the population and low physical activity. It leads to violations of carbohydrate and lipidic exchange, development of obesity, diabetes, cardiovascular and other diseases. Relevance of development of foodstuff, in particular – the confectionery promoting decrease in risk of developing of such pathologies is proved. A research objective – development of a compounding of wafers with the lowered glycemic index. As an object of a research the wafers baked in house conditions are chosen. In work various characteristics are analysed (hygroscopicity, a cariogenicity sweet degree, power value, a glicemic index and a glycemic response) the sweetening substances, the choice of fructose as sugar substitute for production of wafers with the lowered glycemic index is reasonable. By optimization of a compounding of wafers the amount of sugar was replaced with amount of sweetener, equivalent on sweet. As a result of pre designs the interval of a variation of amount of the fructose entered into a compounding of wafers is established. Further assessment of the indicators of quality forming consumer demand of products – appearance, taste, a smell, existence of a crunch is carried out. Humidity of the received wafers after their production and in the course of storage is also investigated. Decrease in a glycemic index was fixed by amount of glucose in blood. Its measurements saw by means of the glucose meter "on an empty stomach" and after the use of wafers to a complete recovery of level of sugar in blood. The confectionery made on the optimized compounding practically doesn't differ on caloric content from a control sample, and glucose level in blood after their use on about 20% below.

Keywords: glycemic index, fructose, confectionery

Введение

Чрезмерное потребление калорийной пищи, содержащей в своем составе большое количество легкоусвояемых углеводов, в сочетании с низкой физической активностью оказывают негативное воздействие на организм человека. Это может привести к развитию «болезней цивилизации», сопровождающихся нарушениями углеводного и липидного обмена и способствующими, в частности, развитию ожирения и сахарного диабета. Тенденции формирования культуры питания современного человека

обоснованы необходимостью создания новых продуктов, содержащих углеводы с низким гликемическим индексом (ГИ) или коррективке существующих рецептур с целью снижения в них рафинированных сахаров, а также повышения биологической и физиологической ценности [1–3]. Один из вариантов расширения ассортимента подобных продуктов – применение сахарозаменителей и подсластителей, которые либо не содержат калорий, либо состоят из углеводов с низким гликемическим индексом.

Для цитирования

Попова Н. Н., Щетилина И. П., Денисова А. А., Киселева Е. А. Разработка вафель с пониженным гликемическим индексом // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 181–186. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-181-186

For citation

Popova N. N., Shchetilina I. P., Denisova A. A., Kiseleva E. A. Development of wafers with lowered glycemic index. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 181–186. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-181-186

Гликемический индекс указывает на гипергликемический потенциал содержащего углеводы продукта и, следовательно, на способность данного продукта вызывать выработку инсулина, количество которого будет сообразно величине гипергликемии [4–5].

Целью исследования является разработка рецептуры вафель с пониженным гликемическим индексом. Задачи исследования – выбор сахарозаменителя, оптимизация рецептуры вафель, определение показателей качества полученных изделий, определение уровня глюкозы в крови после их употребления.

Материалы и методы

В качестве объекта исследования выбраны вафли, выпекаемые в домашних условиях, рецептура и технология которых приведена в таблице 1.

При выборе заменителей сахара руководствовались информацией об их воздействии на гликемическую реакцию организма и управление ею, а также карисогенностью, калорийностью, гигроскопичностью, степенью сладости (таблица 2–3) [4–6].

Таблица 1.

Рецептура вафель «Домашние»

Table 1.

Recipe waffles “Domashniye”

Наименование компонентов Component Name	m _{брутто} , Г	m _{нетто} , Г
Яйца eggs	6 шт.	270
Маргарин сливочный 65% Margarine Cream 65%	180	180
Сахар Sugar	250	250
Мука пшеничная высшего сорта Flour	303	300
Масса готового теста Weight of the finished test	–	1000
Выход Output	–	750

Технологический процесс: Яйца моют и освобождают от скорлупы, добавляют к ним сахар, после чего взбивают миксером со скоростью 500–800 об/мин. Маргарин растапливают на водяной бане, муку просеивают, добавляют в полученную ранее смесь и тщательно взбивают миксером со скоростью 500–800 об/мин. Полученное тесто для вафель наливают по 120 г. на нижнюю рабочую поверхность предварительно разогретой до 180 °С электровафельницы, накрывают верхней рабочей поверхностью и выпекают в течение 3 мин. Полученную вафлю еще горячую быстро сворачивают в трубочку.

Workflow: Eggs are washed and freed from the shell, sugar was added thereto and then whipped with a mixer at a speed of 500–800 rev / min. Margarine melted on a water bath Requests vavut flour is added to the previously obtained mixture and thoroughly with a whisk mixer speed of 500–800 rev/min. The resulting wafer batter is poured on the bottom 120 of the working surface of the preheatedheated to 180 °C electric waffle iron, cover the top working surface and baked for 3 min. The resulting wafer is still hot quickly rolled up into a tube.

Таблица 2.

Гликемический отклик и реакция на инсулин некоторых сахарозаменителей по сравнению с сахарозой

Table 2.

Glycemic response and insulin response to some sweeteners relative to sucrose

Сахар или альтернативы Sugar or alternatively	Гликемический отклик, (Glycemic response) г GGE/100 г.	Степень Power	Инсулиновый отклик (Insulin response), г IGE/100 г
мальтодекстрин maltodextrin	91	Высокая high	90
мальтоза maltose	105	Высокая high	–
трегалоза trehalose	72	Высокая high	51
сахароза saccharose	68	Средняя Central	45
лактоза lactose	46	Низкая low	–
изомальтоза isomalt	37	Оч. низкая Pts. low	25
глюкоза glucose	100	Высокая high	100
фруктоза fructose	19	Оч. низкая Pts. low	9
тагатоza tagatose	3	Оч. низкая Pts. low	3
эритрит erythritol	≈0	Оч. низкая Pts. low	2
ксилит xylitol	12	Оч. низкая Pts. low	11
сорбит sorbitol	9	Оч. низкая Pts. low	11
маннит mannitol	≈0	Оч. низкая Pts. low	≈0
мальтит maltitol	45	Низкая low	27
изомальт isomalt	9	Оч. низкая Pts. low	6
лактит lactitol	5	Оч. низкая Pts. low	4

Из таблицы 2 видно, что особый интерес для разработки продуктов с пониженным гликемическим индексом представляют фруктоза, эритрит, ксилит, сорбит, манит, изомальт и лактит. Анализ некоторых других свойств

этих сахарозаменителей (таблица 3) показывает, что все они не вызывают развития кариеса (в отличие от сахарозы), имеют низкую гигроскопичность (кроме фруктозы, ксилита и сорбита).

Таблица 3.

Некоторые свойства заменителей сахара по сравнению с сахарозой [6]

Table 3.

Some properties of the sugar substitutes as compared with sucrose

Свойства properties	Гигроскопич- ность Hygroscopicity:	Кариесоген- ность Cariogenicity	Степень сладости, относительно сахарозы The degree of sweetness relative to sucrose (= 1)	Энергетическая ценность, ккал/г (ЕС) Energy value, kcal/g (EU)
сахароза saccharose	низкая low	да Yes	1,0	4,0
фруктоза fructose	высокая high	нет no	1,7	3,7
тагатоza tagatose	низкая low	нет no	0,9	3,9
эритрит erythritol	низкая low	нет no	0,7	0,0
ксилит xylitol	высокая high	нет no	0,9	3,7
сорбит sorbitol	высокая high	нет no	0,6	3,5
маннит mannitol	низкая low	нет no	0,6	3,7
изомальт isomalt	низкая low	нет no	0,5	2,4
лактит lactitol	низкая low	нет no	0,4	2,0

По калорийности, представленные в таблице заменители сахара приблизительно равны калорийности сахарозы, за исключением лактита, изомальта и эритрита. Из первых двух, в результате их биологического окисления в организме, можно получить в 1,6 – 2 раза меньше калорий по сравнению с сахарозой, последний характеризуется нулевой калорийностью. Степень сладости возрастает в ряду лактит – изомальт – манит, сорбит – эритрит – ксилит, тагатоza – сахароза – фруктоза. Тагатоza практически не отличается по калорийности и степени сладости от сахарозы. Таким образом, для дальнейших исследований выбираем в качестве заменителя сахара фруктозу и ксилит. В данной работе представлены результаты, полученные при введении в продукт фруктозы.

Фруктоза – моносахарид натурального происхождения с гликемическим индексом – 19 единиц (за 100 единиц принят ГИ сахарозы). При этом фруктоза слаще сахарозы в 1,5–1,7 раз, что позволит снизить количество входящих в рецептуру простых сахаров и калорийность продукта в целом [6].

При оптимизации рецептуры вафель количество сахара заменяли эквивалентным по сладости количеством сахарозаменителя. Вычисления производили по формуле:

$$П = \frac{C}{K_{cl}}$$

где $П$ – необходимое количество подсластителя, кг; C – количество заменяемого сахара, кг; K_{cl} – ориентировочный коэффициент сладости подсластителя (таблица 3).

Результаты и обсуждение

В результате предварительных расчетов установили интервал варьирования количества вводимой в рецептуру вафель фруктозы. Он составляет 29–147 г., что соответствует интервалу заменяемого сахара от 25% до 100% его содержания в рецептуре. В соответствии с этим расчетом готовили модельные смеси теста, содержащие различное соотношение сахара и его заменителя, выпекали вафли в электровафельнице при температуре 180 °C в течение 3 мин. Полученные изделия оценивали по органолептическим показателям, поскольку наличие у определенного продукта, свойственных для него внешнего вида, вкуса, запаха, консистенции, является одним из важнейших показателей, формирующих качество и потребительский спрос. Органолептическая оценка проводилась с привлечением непрофессиональных дегустаторов по пятибалльной шкале путем одновременного представления закодированных образцов продукта, в том числе и контрольного, приготавливаемого по рецептуре, представленной в таблице 1 [7]. На рисунке 1 представлен внешний вид некоторых опытных образцов и контрольного.

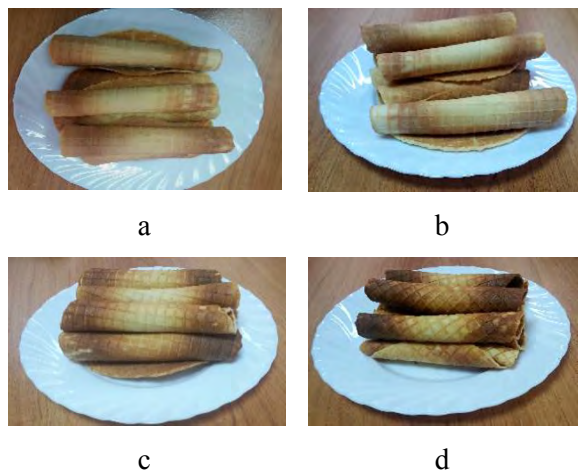


Рисунок 1. Внешний вид вафель с различным соотношением сахар: фруктоза: а – контроль; б – 65 : 45; с – 45 : 65; д – 25 : 75.

Figure 1. Appearance of wafers with different ratios of sugar: fructose: a – control; b – 65 : 45; c – 45 : 65; d – 25 : 75

В результате исследований установлено, что контрольный и образцы с заменой сахара фруктозой менее чем на 65% имеют в центре светло-желтое окрашивание с постепенным переходом его в светло-коричневое по периметру. Выпекание вафель осуществляется при температуре 180 °С, что соответствует температуре кристаллизации сахара (160 – 185° С). Фруктоза кристаллизуется при более низкой температуре (98 – 102 °С), что объясняет возрастание интенсивности коричневого цвета вафель с увеличением заменителя сахара в рецептуре. Замена его более чем на 65% приводит к подгоранию вафель по периметру и появлению у изделий соответствующего запаха, горьковатого привкуса, повышения влажности и,

как следствие, ухудшение хруста. Запах остальных образцов вафель практически не отличался от контрольного. Для дальнейших исследований количество заменяемого сахара фруктозой варьировали в интервале от 40 до 65%. Замена менее 40% сахара нецелесообразна.

Результаты органолептических исследований на наличие хрустящих свойств вафель свидетельствуют об обратной пропорциональной зависимости этого показателя количеству фруктозы в продукте. Так, вафли, содержащие 45–50% заменителя сахара практически не отличаются от контрольного образца, тогда как введение 55–60% значительно снижают хрустящие свойства, а 65% фруктозы в продукте практически нивелируют его.

Снижение хрустящих свойств напрямую связано с наличием влаги в продукте. Показатели влажности, определенные ускоренным методом с применением аппарата Чижовой, свидетельствуют о ее возрастании при увеличении заменителя сахара в рецептуре (рисунок 3). Это объясняется различной гигроскопичностью сахара и фруктозы (таблица 3). Во время хранения вафель в полиэтиленовой упаковке с воздушной средой влажность возрастает (рисунок 2).

В результате исследований установлено, что введение в рецептуры фруктозы взамен сахара от 45–55% является наиболее оптимальным. В таблице 4 представлен расчет пищевой ценности опытных образцов и контрольного (КО). Видно, что химический состав и калорийность кондитерских изделий практически равны.

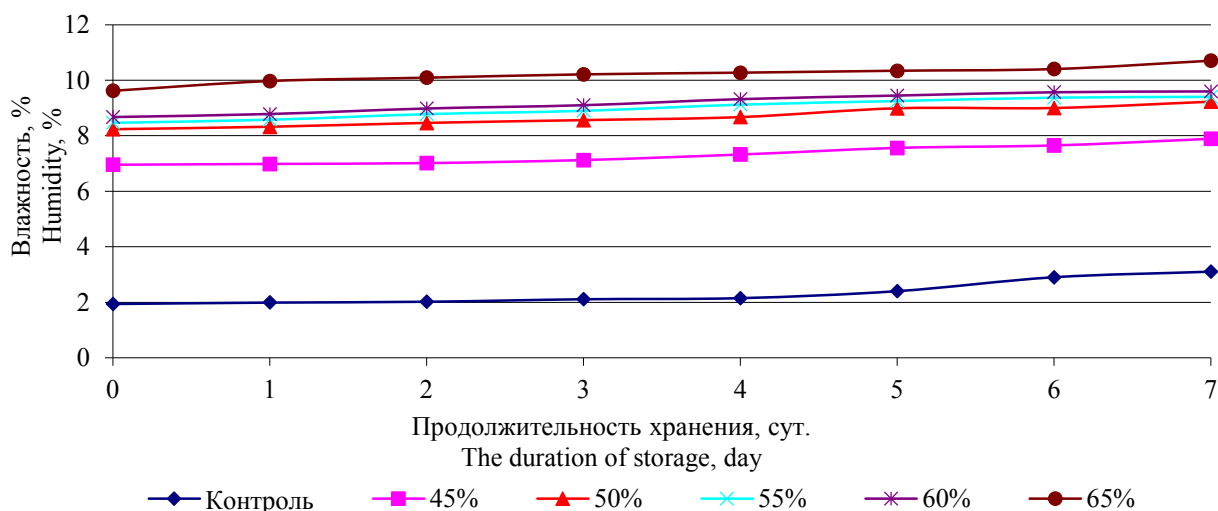


Рисунок 2. Изменение влажности вафель в зависимости от количества фруктозы в рецептуре
Figure 2. Changing moisture wafers depending on the amount of fructose in the recipe

Calculation of the nutritional value

Показатель Index	КО	Замена сахара Replacing sugar		
		45%	50%	55%
Белки, г Proteins, g	6,6	6,9	6,9	7,0
Жиры, г Fat, g	18,2	19,1	19,2	19,3
Углеводы, г Carbohydrates, g	46,0	43,4	43,2	42,8
Е, ккал E, kcal	374	373	373	372

Разработанное кондитерское изделие относится к легкоусвояемым. Такие продукты характеризуются высоким гликемическим индексом, который показывает, на сколько повышается уровень глюкозы в крови после их употребления, при этом он зависит от качественного состава конечного продукта и гликемической нагрузки каждого из ингредиентов. Сахар, входящий в рецептуру имеет GI равный 75, мука – 85, фруктоза – 15 [4]. Таким образом, частичная замена способствует снижению GI разработанного кондитерского изделия, что подтверждается проведенными исследованиями (рисунок 3). Измерения глюкозы в крови проводили у группы добровольцев из 50 человек в возрасте 20 – 25 лет. Для этого использовали глюкометр

(Accu-ChekActive, Германия). Измерения проводили утром «натощак» и после употребления вафель до полного восстановления уровня сахара в крови. Результаты представлены на рисунке 3.

Установлено, что скорость возрастания уровня глюкозы в крови тем ниже, чем большее количество сахара заменено добавкой. Посредством введения в рецептуру вафель взамен 45, 50, 55% сахара фруктозы гликемический индекс снизился на 14, 21, 23% соответственно.

Таким образом, изготовление вафель без снижения их качества возможно посредством замены сахара фруктозой на 45–55%. В таблице 4 представлена рецептура вафель, содержащей в своем составе среднее значение из этого интервала (таблица 5).

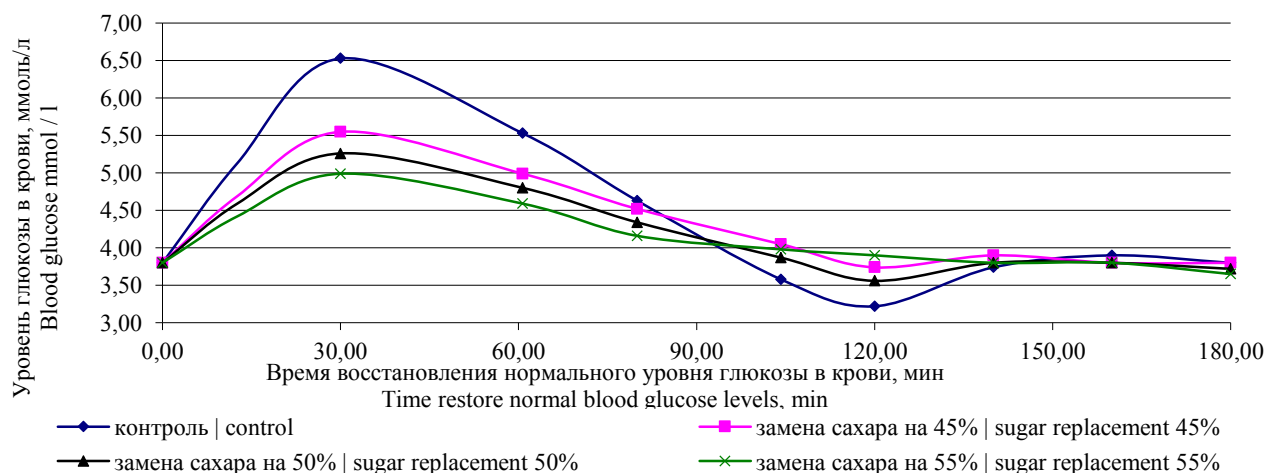


Рисунок 3. Исследование изменения уровня глюкозы в крови человека до и после употребления вафель

Figure 3. Study changes glucose in the blood before and after the use of wafers

Таблица 5.

Рецептура вафель с фруктозой (замена сахара на 50%)

Table 5.

The recipe waffles with fruit sugar (50% sugar substitute)

Наименование компонентов	м _{брутто} , Г	м _{нетто} , Г
Яйца eggs	6 шт.	270
Маргарин сливочный 65% Margarine Cream 65%	180	180
Фруктоза Fructose	75	75
Сахар Sugar	125	125
Мука пшеничная высшего сорта Flour	303	300
Масса готового теста Weight of the finished test	–	1000
Выход	–	750

Технологический процесс: см. таблицу 1
Technological process: see table 1.

Заключение

В результате исследований оптимизирован ингредиентный состав вафель, содержащих фруктозу взамен части сахара, оценены показатели качества готовых изделий, отвечающих за потребительскую привлекательность, доказано

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Щетилина И.П., Григорова М.И. Анализ ассортимента кондитерских изделий специализированного назначения для диабетического питания // Материалы студенческой научной конференции за 2014 год. Воронеж, 2014. С. 162.
- 2 Щетилина И.П., Попова Н.Н., Киселева Е.А., Денисова А.А. Разработка рецептуры киселя функционального назначения с использованием местного ягодного сырья // Вестник МАХ. 2016. № 2. С. 38–41.
- 3 Попова Н.Н. Основы рационального питания: учебное пособие. Воронеж: ВГУИТ, 2013. 112 с.
- 4 Foster-Powell K. International table of glysemic index and glicaeamic load values // Amer. J. of Clinical Nutrition. 2002. № 76. P. 5–56.
- 5 Livesey G. Health potential of polyols as sugar replaces, with emphasis on low glycaemic properties // Nutrition Research Reviews. 2003. № 16. P. 163–191.
- 6 Подсластители и сахарозаменители. Под ред. Х. Митчелл. СПб: Профессия, 2010. 512 с.
- 7 Попова Н.Н., Столбовских Л.И. Разработка рыбных рубленых полуфабрикатов сбалансированного жирнокислотного состава // Сервис в России и за рубежом. 2013. № 5. С. 30–37.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Надежда Н. Попова к.т.н., доцент, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса., Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, smaginan@bk.ru
Ирина П. Щетилина к.т.н., доцент, кафедра теории экономики, товароведения и торговли, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия

Анастасия А. Денисова студент, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса., Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия
Екатерина А. Киселева студент, кафедра теории экономики, товароведения и торговли, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Надежда Н. Попова предложила методику проведения эксперимента
Ирина П. Щетилина консультация в ходе исследования
Анастасия А. Денисова обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперимент, выполнила расчёты
Екатерина А. Киселева написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 07.10.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 11.11.2016

снижение гликемического индекса разработанного продукта по сравнению с контрольным образцом. Разработанное кондитерское изделие рекомендуется включать в рационы питания различных групп населения, наряду с печеньями, вафлями промышленного производства, кексами и другими подобными продуктами.

REFERENCES

- 1 Shchetilina I.P., Grigorova M.I. Analysis of the range of confectionery products, special purpose food for diabetic. Materialy studencheskoi nauchnoi konferentsii za 2014 god [Proceedings of Student Conference in 2014] Voronezh, 2014, pp. 162. (in Russian)
- 2 Shchetilina I.P., Popova N.N., Kiseleva E.A., Denisova A.A. Formulation jelly functionality using local berry raw materials. *Vestnik MAKh* [Proceedings of IAR] 2016, no. 2, pp. 38–41. (in Russian)
- 3 Popova N.N. Osnovy ratsional'nogo pitaniya [Basics of good nutrition] Voronezh, VGUI, 2013, 112 p. (in Russian)
- 4 Foster-Powel, K. International table of glysemic index and glicaeamic load values. Amer. J. of Clinical Nutrition, 2002, no. 76, pp. 5–56.
- 5 Livesey G. Health potential of polyols as sugar replaces, with emphasis on low glycaemic properties. Nutrition Research Reviews, 2003, no. 16, pp. 163–191.
- 6 Podslastiteli i sakharozameniteli [Intense sweeteners and sweeteners, ed. H. Mitchell] Saint-Petersburg, Profesiya, 2010. 512 p. (in Russian)
- 7 Popova N.N., Stolbovskaya L.I. Development of semi-finished fish chopped balanced fatty acid composition. *Servis v Rossii i zarubezhom* [Service in Russia and abroad] 2013, no. 5, pp. 30–37. (in Russian)

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Nadezhda N. Popova candidate of technical sciences, assistant professor, service and restaurant business department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, smaginan@bk.ru
Irina P. Shchetilina candidate of technical sciences, assistant professor, theory of economy, the merchandise and trade department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia
Anastasiya A. Denisova student, service and restaurant business department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia
Ekaterina A. Kiseleva student, theory of economy, the merchandise and trade department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia

CONTRIBUTION

Nadezhda N. Popova proposed a scheme of the experiment and organized production trials
Irina P. Shchetilina consultation during the study
Anastasiya A. Denisova review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations
Ekaterina A. Kiseleva wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 10.7.2016

ACCEPTED 11.11.2016

ЭПР-спектроскопия пряностей

Роза Т. Тимакова	¹	trt64@mail.ru
Сергей Л. Тихонов	²	tihonov75@bk.ru
Андрей Н. Тарарков	³	fic2000@mail.ru
Дмитрий О. Вахнин	⁴	dmitrii.vakhnin@gmail.com

¹ кафедра туристического бизнеса и гостеприимства, Уральский государственный экономический университет, ул. 8-е Марта/Народной воли, 62/45, г. Екатеринбург, 620144, Россия

² кафедра пищевой инженерии, Уральский государственный экономический университет, ул. 8-е Марта/Народной воли, 62/45, г. Екатеринбург, 620144, Россия

³ ООО «Спектр», ул. Первомайская, 56-9, г. Екатеринбург, 620075, Россия

⁴ кафедра экспериментальной физики, УрФУ им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, ул. Мира, 19, г. Екатеринбург, 620002, Россия

Реферат. С 01 января 2017 года вводится Межгосударственный стандарт ГОСТ 33271-2015 «Пряности сухие, травы и приправы овощные. Руководство по облучению в целях борьбы с патогенными и другими микроорганизмами», в котором указано, что поглощенная доза излучения для пряностей должна составлять от 3 до 30 кГр. Проведенными исследованиями установлено, что и до введения разрешительной законодательной базы на потребительском рынке России присутствуют облученные пищевые продукты (чили жгучий молотый, чили острый молотый, перец черный молотый). Для контроля радиационной безопасности пищевых продуктов использован метод электронного парамагнитного резонанса (ЭПР), позволяющий оперативно и с высокой степенью достоверности установить факт облучения. Установлено, что все образцы пряностей, облученные дозой 12 кГр (технология радаппертизации) дали характерные спектры сигналов, установленные методом электронного парамагнитного резонанса на отечественном ЭПР-спектрометре, интенсивность, амплитуда пика и ширина ЭПР сигналов образцов пряностей с увеличением дозы облучения возрастает. Доказано, что повторное облучение не дает эффекта накопления. Интегрирование с 2017 года России в общемировую практику использования радиационных технологий обработки пищевых продуктов и продовольственного сырья с целью продления сроков годности подтверждает необходимость создания банка данных о радиационной чувствительности различных пищевых продуктов с целью определения оптимальных доз облучения и изучения влияния доз облучения на сроки хранения и качество продуктов.

Ключевые слова: пряности, ЭПР, спектрометр, ионизирующее облучение, микробиологическая обсемененность, амплитуда, g-фактор

EPR spectroscopy of spices

Roza T. Timakova	¹	trt64@mail.ru
Sergei L. Tikhonov	²	tihonov75@bk.ru
Andrei N. Tararkov	³	fic2000@mail.ru
Dmitrii O. Vakhnin	⁴	dmitrii.vakhnin@gmail.com

¹ tourism and hospitality department, Ural state economic university, 8 Marta/Narodnoy voli str., 62/45, Ekaterinburg, 620144, Russia

² food engineering department, Ural state economic University, Marta/Narodnoy voli str., 62/45, Ekaterinburg, 620144, Russia

³ JSC "Spektr", Pervomayskaya str., 56-9, Ekaterinburg, 620075, Russia

⁴ experimental physics department, Ural Federal University named after. the first President of Russia B. N. Yel, Mira St. 19, Ekaterinburg, 620002, Russia

Summary. From 01 January 2017 you enter the interstate standard GOST 33271-2015 "Dry Spices, herbs and vegetable seasonings. Manual exposure in order to combat pathogens and other microorganisms" which States that the absorbed dose of radiation to the spices should be from 3 to 30 kGy. The study found that before the introduction of permissive legislative framework in the consumer market of Russia there are irradiated food products (chili, ground chili, ground spicy chili, black pepper). For radiation monitoring of food safety, we used the method of electron paramagnetic resonance (EPR), which allows quickly and with a high degree of reliability to establish the fact of irradiation. It is established that all samples of spices irradiated with dose of 12 kGy (technology radappertization) gave typical spectra of the signals established by the method of electron paramagnetic resonance in the domestic EPR spectrometer, the intensity, amplitude and peak width of the EPR signal of samples of spices with the increase of irradiation dose increases. It is proven that repeated exposure no effect accumulation. Integration with 2017 Russia in the global practice of using radiation technologies of processing of food products and food raw materials with the purpose of extending shelf life confirms the need for a data Bank on the radiation sensitivity of various food products to determine the optimal doses and the effect of radiation doses on the shelf life and quality of products.

Keywords: spices, EPR, spectrometer, ionizing irradiation, microbiological contamination, amplitude, g-factor

Для цитирования

Тимакова Р. Т., Тихонов С. Л., Тарарков А. Н., Вахнин Д. О. ЭПР-спектроскопия пряностей // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 187–193. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-187-193

For citation

Timakova R. T., Tikhonov S. L., Tararkov A. N., Vakhnin D. O. EPR spectroscopy of spices. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 187–193. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-187-193

Введение

Основными поставщиками пряностей на отечественный потребительский рынок являются следующие страны: Китай, Индия, Вьетнам, Бангладеш, Турция и Грузия [1]. По данным Федеральной таможенной службы, за январь-июль 2016 года в Россию было ввезено 18,12 тыс т специй общей стоимостью на 51,12 млн долл., что больше, чем за аналогичный период прошлого года на 19% и 28%, соответственно. В январе-июле 2016 года импорт перца составил 8,475 тыс т, что выше аналогичного периода прошлого года на 17%. Количество имбиря, шафрана, куркумы, лаврового листа и других пряностей товарной позиции 0910 ТНВЭД ЕАЭС, ввозимого в нашу страну, в этом году составило 7,677 тыс. т, что на 16,5% больше, чем в прошлом году. Основным поставщиком пряностей является Китай, импортировавший в Россию 6,698 тыс. т пряностей, увеличив поставки на 31,8%. Рост демонстрируют и другие крупнейшие поставщики – Вьетнам (+42,3%), Индия (+52,3%), Грузия (+10,7%). Импорт пряностей из Узбекистана увеличился в четыре раза. По экспертным оценкам доля отечественных производителей на российском рынке пряностей составляет около 20–30%. Вместе с тем российские производители поставляют свою продукцию как на внутренний, так и внешний рынок, но ориентируются в основном на экспорт сырья, а не готовой продукции. По данным Федеральной таможенной службы, экспорт пряностей из России за семь месяцев 2016 года увеличился почти в три раза по стоимостному объему до 24,1 млн долл. и в 7,6 раз по физическому объему до 38,9 тыс. т [2].

Пряности подвержены воздействию микроорганизмов и насекомых, соответствующих их месту произрастания. К наиболее распространенным в пряностях микроорганизмам относятся спорообразующие бактерии (палочки *Bacillus Species*, *Clostridia*), вегетативные бактерии (сальмонелла, кишечная палочка *Escherichia coli*, молочнокислые бактерии) и плесневелые грибы рода *Penicillium*, *Rhizopus* и *Aspergillus*. Пряности, специи, сушеные овощи и травы содержат микроорганизмы, свойственные почве и среде, где эти пряности выращены. Как правило, количество и виды микроорганизмов, зависят от конкретного материала, его географического происхождения, климатических условий,

сбора, обработки (например, чистка, сушка), хранения, транспортировки и упаковки [3]. В пряностях могут находиться насекомые: табачный жук (*Lasioderma serricorne*), хрущак мучной малый (*Tribolium confusum*), точильщик хлебный (*Stegobium paniceum*), мучной клещ (*Tyrophagus putrescentiae*), амбарная моль (*Nemapogon granellus*), в перце черном и красном – притворяшка-вор (*Ptinus fur*).

Для увеличения срока годности пряностей и пищевых продуктов ФАО и ВОЗ одобрили применение ионизирующего излучения. Многие пряности проявляют антиоксидантные свойства, поскольку содержат такие вещества, как полифенолы, фенольные кислоты, флавоноиды, кверцетин и фитостеролы, а также токоферолы и каротиноиды [4]. Исследования антиоксидантной активности *in vitro* пряных трав, лука и сушеных пряностей показали, что данные группы объектов в модельных экспериментах *in vitro* обладают высокими противорадикальными, противоокислительными и восстанавливающими свойствами [5]. Однако при проведении облучения пряностей необходимо учитывать, что антиоксидантные свойства специй оказывают радиопротекторное действие на микроорганизмы.

В работе [6] отмечено, что существует различие по содержанию свободных радикалов даже для однотипных продуктов. В соответствии с решениями президиума Совета при Президенте России по модернизации экономики и инновационному развитию от 11 декабря 2014 года Россия с 2017 года будет интегрирована в общемировую практику воздействия ионизирующего излучения на пищевые продукты и продовольственное сырье с целью продления их сроков годности. Так, с 2017 года вводится Межгосударственный стандарт ГОСТ 33271–2015 «Пряности сухие, травы и приправы овощные. Руководство по облучению в целях борьбы с патогенными и другими микроорганизмами», устанавливающий диапазоны минимальных доз для 19 видов пряностей, в частности, для черного перца – от 6 до 12 кГр, паприки – от 3 до 8 кГр, красного перца – от 3 до 8 кГр, куркумы – от 3 до 8 кГр, имбиря – от 4 до 8 кГр, что соответствует рекомендуемым дозам облучения для пряностей по ASTM F1885–04 [7].

Установлено, что бактерии группы кишечной палочки полностью погибают при дозе облучения 4 кГр в перце черном и красном молотом, плесень и дрожжи соответственно

на 100 и 96%. В черном перце после облучения дозой 10 кГр сохранялось до $1,1 \times 10^6$ КОЕ/г выживших спорообразующих бактерий (эффективность обработки составляет 94%), а при исследовании воздействия ионизирующего излучения на спорообразующие бактерии в красном перце эффективность составила всего 48%, что может быть связано с высокой резистентностью этой группы микроорганизмов [8]. Но вместе с тем производители и поставщики пряностей могут применять более высокие дозы облучения. В связи с этим выявление факта облучения и установление дозы облучения пищевых продуктов и пряностей является важным направлением научных исследований.

Одним из перспективных методов определения факта и дозы облучения пищевых продуктов является высокоточный метод электронного парамагнитного резонанса – метод ЭПР, что подтверждается результатами исследований [9, 10], установивших, что после облучения образцов пряностей разными дозами обнаружены различные спектры ЭПР. Важно осуществление контроля качества на всех уровнях. Обнаружение облученных пищевых продуктов базируется в основном на радиолизе липидов, модификации аминокислот, модификации ДНК, модификации углеводов, образовании свободных радикалов [11].

В связи с этим, целью исследований является выявление на потребительском рынке г. Екатеринбурга облученных пряностей и установление их доз облучения методом ЭПР.

Материалы и методы исследования

Исследования проводили с помощью портативного автоматизированного спектрометра ЭПР серии Labrador Expert X – диапазона (длина волны 3 см) (рисунок 1). Спектрометр разработан на предприятии ООО «Спектр» при содействии Института естественных наук УрФУ им. первого Президента России Б.Н. Ельцина.

Общие технические характеристики спектрометра ЭПР приведены в таблице 1.



Рисунок 1. Внешний вид спектрометра
Figure 1. The appearance of the spectrometer

Таблица 1.

Общие технические характеристики спектрометра ЭПР

Table 1.

General technical characteristics of the EPR spectrometer

Технические характеристики Technical parameters	Показатели Indicators
Чувствительность, спин/0,1 мТл, не более The sensitivity of spins/0,1 MTL, no more	$1 \cdot 10^{11}$
Частота сигнального канала СВЧ, ГГц Frequency signal channel of the microwave, GHz	9,2
Максимальная мощность СВЧ, мВт The maximum power of the microwave, mW	50
Индукция постоянного магнитного поля, Тл Induction of a constant magnetic field, TL	$0,328 \pm 0,03$
Частота модуляции магнитного поля, Гц The modulation frequency of the magnetic field, Hz	2–12200
Амплитуда модуляции магнитного поля, мТл The amplitude modulation of the magnetic field, MTL	4,8–0,001
Абсолютная погрешность магнитного поля, мТл, не более The absolute error of the magnetic field, MTL, no more	0,05
Габариты (ДхШхВ), не более, мм Dimensions (LxWxH), mm	330 x 320 x 240

Облучение проводили в Центре радиационной стерилизации (ЦРС) Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина. Для облучения пряностей использовали линейный ускоритель электронов модели УЭЛР-10-10С2 с энергией до 10 МэВ. Определение поглощенной дозы после облучения проводили путем измерения оптической плотности облученной полимерной пленки на спектрофотометре при длине волны 512 нм относительно опорного образца ГСО.

Исследование образцов до и после радиационной обработки проводилось по амплитуде сигнала ЭПР и полуширине линии (рисунок 2).

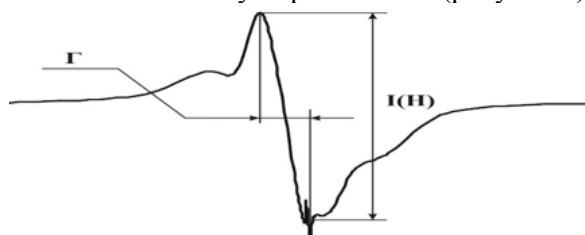


Рисунок 2. $I(H)$ – амплитуда сигнала ЭПР, G – полуширина линии

Figure 2. $I(H)$ is the amplitude of the EPR signal, G is the half – width of the line

Для сравнения сигналов использовали контрольный образец (высокостабильный эталон): мера КППЦ на основе оксида марганца. Исследования проводили десятикратно при частоте СВЧ, приближенной к 9200 МГц; в диапазоне магнитного поля от 3000 до 3500 Гс (с центром в 3280 Гс); с амплитудой модуляции 10,419 Гс, частотой модуляции 757 Гц, изменяющимися временем преобразования и накоплением. Мощность СВЧ устанавливали в диапазоне 4–15 дБм путем апробации для нормализации показателя – сигнал/шум.

Полученные результаты и их обсуждение

Для эксперимента были отобраны 5 образцов пряностей импортного производства (объекты исследования), находящихся в розничной сети г. Екатеринбурга: перец черный молотый (производитель Вьетнам), перец белый молотый (производитель Швеция), куркума (производитель Индия), чили острый (производитель Таиланд), чили жгучий (производитель Индия), карри (производитель Индия). Эксперимент проводили по следующим направленностям: установка факта облучения / необлучения представленных (исходных) образцов и радиобиологический контроль образцов пряностей до и после проведенного облучения.

При исследовании исходных образцов перца белого молотого, приобретенного в торговой сети г. Екатеринбурга установлено, что он не подвергался ранее воздействию ионизирующего излучения, отсутствует характерный спектр, амплитуда пика равна $9,23 \cdot 10^{-5}$. Соотношение сигнал/шум – низкое (рисунок 3).

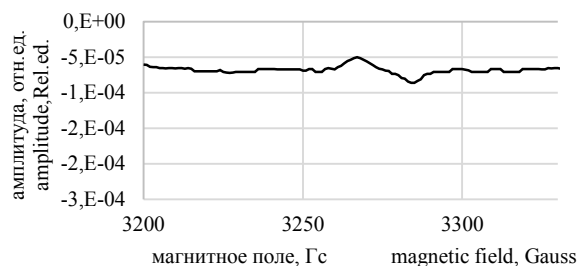


Рисунок 3. Спектр перца белого молотого до облучения

Figure 3. Range of ground white pepper before irradiation

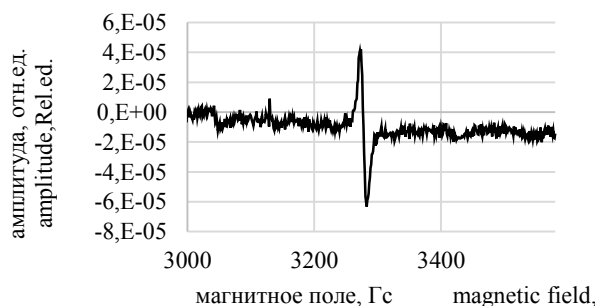


Рисунок 4. Спектр перца белого молотого после облучения

Figure 4. Range of white pepper ground after irradiation

После облучения дозой 12 кГр образцов перца белого молотого установлен ярко выраженный спектр на спектрометре ЭПР в отличие от необлученных образцов с амплитудой $1,08 \cdot 10^{-4}$ (амплитуда пика увеличилась на 17%) и g-фактором 2,0050. Спектр сигнала узкий (до 12 Гс). Соотношение показателя сигнал/шум – низкое (19,5973) (рисунок 4).

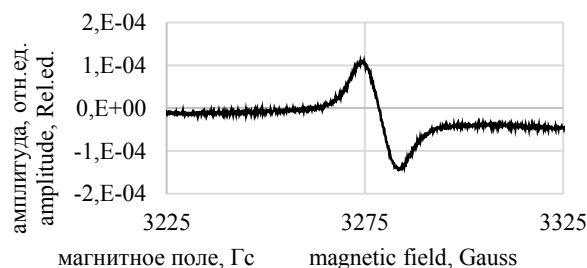


Рисунок 5. Спектр перца черного молотого до облучения

Figure 5. Facilities ground black pepper before irradiation

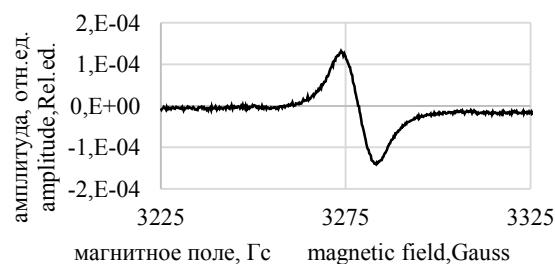


Рисунок 6. Спектр перца черного молотого после облучения

Figure 6. Range of black pepper ground after irradiation

В результате исследований образцов перца черного молотого (рисунок 5) установлено, что они были облучены дозой 10–11 кГр. Так, образцы перца черного молотого имели g -фактор 2,0040 и высокий пик $2,49 \cdot 10^{-4}$ при ширине спектра сигнала до 14 Гс, соотношение сигнал/шум на уровне 45,6852 (рисунок 5). После облучения указанных образцов перца дозой 12 кГр амплитуда и ширина пика увеличились на 8% и 14,3% и составили $2,69 \cdot 10^{-4}$ и 16 Гс соответственно. Отмечено изменение показателя сигнал/шум с 45,6852 до 47,9584, установлена тенденция к увеличению g -фактора с 2,0042 до 2,0050 (рисунок 6).

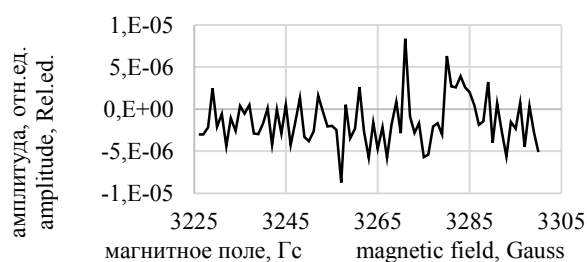


Рисунок 7. Спектр чили жгучего до облучения
Figure 7. Range chili burning before irradiation

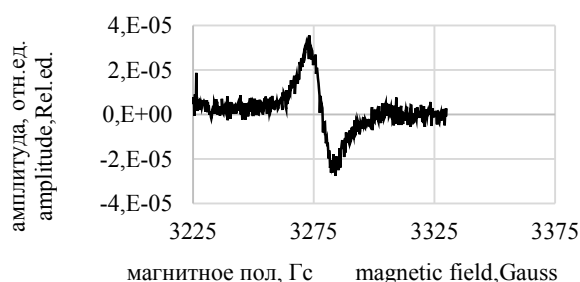


Рисунок 8. Спектр чили жгучего после облучения
Figure 8. Range chili burning after irradiation

При исследовании образцов чили жгучего (рисунок 7) установлены при слабом сигнале типичные многокомпонентные спектры ЭПР – мультиплет, которые свидетельствуют о проведенной ранее обработке ионизирующим облучением. На графике видны в диапазоне магнитного поля 3270–3280 Гс один пик с амплитудой $1,03 \cdot 10^{-5}$ с шириной 2 Гс и g -фактором равным 2,0053; появляются еще два сигнала с малой амплитудой: $1,16 \cdot 10^{-6}$ и $8,96 \cdot 10^{-6}$ при $g^1 = 2,0027$ и $g^2 = 2,0044$. Соотношение сигнал/шум очень низкое и находится в диапазоне от 1,2236 до 2,3379.

После облучения указанных образцов чили жгучего дозой 12 кГр наблюдается возрастание ЭПР сигнала в 5,7 раз, при этом амплитуда пика достигает значения $5,86 \cdot 10^{-5}$ и g -фактор становится равным 2,0051, ширина сигнала увеличивается в 10 раз до 20 Гс (рисунок 8). Отмечено незначительное улучшение показателя сигнал/шум до 8,8097.

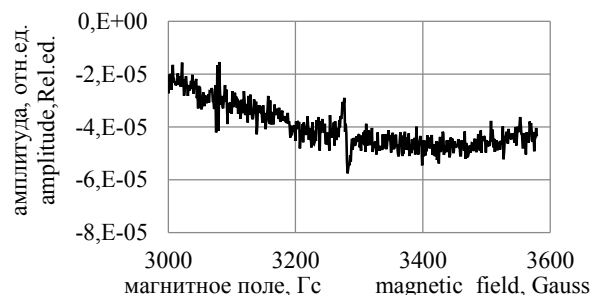


Рисунок 9. Спектр чили острого до облучения
Figure 9. Range chili sharp before irradiation

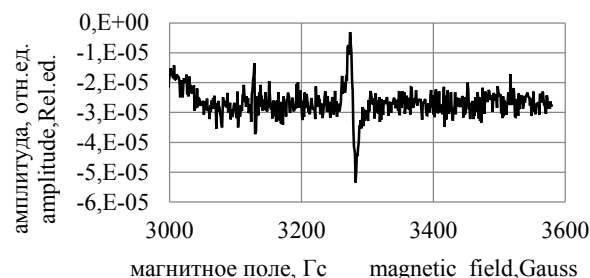


Рисунок 10. Спектр чили острого после облучения
Figure 10. Range chili sharp after irradiation

Из рисунка 9 видно, что образцы чили острого были облучены дозой 4–6 кГр. Так, g -фактор составляет 2,0043, амплитуда пика $3,03 \cdot 10^{-5}$, соотношение показателя сигнал/шум низкое и равно 5,5491.

После облучения дозой 12 кГр амплитуда пика образцов увеличилась на 55,8% и составила $4,72 \cdot 10^{-5}$, g -фактором изменился незначительно и составил 2,0042, ширина диапазона увеличилась на 20% до 10 Гс, соотношение показателя сигнал/шум улучшилось незначительно до 6,5217 (рисунок 10).

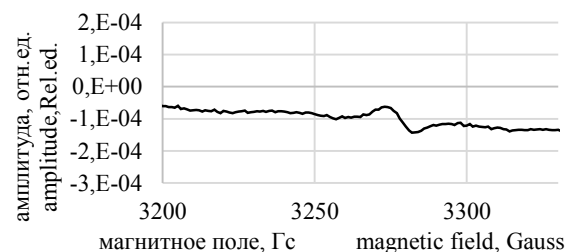


Рисунок 11. Спектр куркумы до облучения
Figure 11. Range of turmeric before irradiation

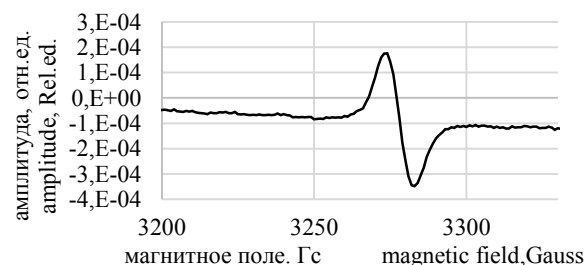


Рисунок 12. Спектр куркумы после облучения
Figure 12. Range of turmeric after irradiation

При исследовании исходных образцов куркумы (рисунок 11) присутствует слабый сигнал спектра с амплитудой пика $7,64 \cdot 10^{-5}$ и шириной до 10 Гс, g-фактор равен 2,0052, соотношение показателя сигнал/шум составляет 24,5444. Слабый сигнал свидетельствует о том, что куркума не была ранее облучена.

После облучения дозой 12 кГр амплитуда пика образцов (рисунок 12) увеличилась в 7 раз и составила $5,31 \cdot 10^{-4}$, ширина сигнала увеличилась на 12% и составила 12 Гс, g-фактор не изменился. Соотношение показателя сигнал/шум улучшилось в 3,2 раза и составляет 79,3445

Выводы

Экспериментальные результаты о наличии на потребительском рынке г. Екатеринбурга облученных пряностей, в частности, перца черного молотого (доза облучения 10–11 кГр), чили жгучего молотого (доза облучения до 3 кГр) и чили

ЛИТЕРАТУРА

1 Чимонина И.В., Перевощикова К.Н. Биохимический анализ пряностей и их роль в питании человека // Вестник науки и творчества. 2016. № 2. С. 124–130

2 Информационно-аналитическое сетевое издание «ПРОВЭД». URL: <https://провэд.рф> (дата обращения: 26.10.2016).

3 Радиационные технологии в сельском хозяйстве и пищевой промышленности. Под общ. ред. Козьмина Г.В., Гераськина С.А., Санжаровой Н.И. Обнинск: ВНИИРАЭ, 2015. 400 с.

4 Борисова А.В., Макарова Н.В. Специи как антиоксидантная добавка к пищевым продуктам // Пищевая промышленность. 2013. № 10. С. 82–83.

5 Борисова А.В., Макарова Н.В. Антиоксидантная активность *in vitro* пряностей, используемых в питании человека // Вопросы питания. 2016. № 3. С. 120–125.

6 Санжарова Н.И., Павлов А.Н., Пименов Е.П., Козьмин Г.В. и др. Радиационная обработка продуктов животного и растительного происхождения в целях микробиологической безопасности // Материалы научно-практической конференции «Радиационные технологии: достижения и перспективы развития», 21–23 октября 2014 г. Ялта. 2014. № 71. С. 65–72.

7 ASTM F1885–04. Standard Guide for Irradiation of Dried Spices, Herbs, and Vegetable Seasonings to Control Pathogens and Other Microorganisms // American Society for Testing and Materials. Philadelphia. 2004. Reapproved 2010. 5 p.

8 Пименов Е.П., Павлов А.Н., Козьмин Г.В., Спирин Е.В. и др. Исследование эффективности радиационной стерилизации растительного сырья с использованием установки гамма-излучения ГУР-120 // Радиация и риск. 2013. Т. 22. № 4. С. 37–42.

9 Kameya H., Todoriki S., Ukai M., Kikuchi M. et al. Relaxation behaviors of free radicals from γ -irradiated black pepper using pulsed EPR spectroscopy // Applied magnetic resonance. 2012. V. 42. № 1. P. 153–159.

острого молотого (4–6 кГр). Установлено, что все образцы пряностей, облученные дозой 12 кГр дали характерные спектры сигналов, установленные методом электронного парамагнитного резонанса на отечественном спектрометре ЭПР, интенсивность, амплитуда пика и ширина ЭПР сигналов образцов пряностей с увеличением дозы облучения возрастает. Доказано, что повторное облучение не дает эффекта накопления. Интегрирование с 2017 года России в общемировую практику использования радиационных технологий обработки пищевых продуктов и продовольственного сырья с целью продления срока годности подтверждает необходимость создания банка данных о радиационной чувствительности различных пищевых продуктов с целью определения оптимальных доз облучения и изучения влияния доз облучения на сроки хранения и качество продуктов.

10 Климова Е.В. Исследование изменений, происходящих в пряностях под воздействием стерилизации гамма-излучением, методом электронного парамагнитного резонанса // Пищевая и перерабатывающая промышленность. 2009. № 2. С. 521.

11 Kumari Chauhan S., Kumar R., Nadanasabapathy S., Bawa A.S. Detection Methods for Irradiated Foods // Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. Institute of Food Technologists. 2009. V. 8. P. 4–16.

REFERENCES

1 Chimonina I.V., Perevoshchikova K.N. Biochemical analysis of spices and their role in human nutrition. *Vestnik nauki i tvorchestva* [Journal of science and creativity] 2016. no. 2, pp. 124–130. (in Russian).

2 Informationsionno-analiticheskoe setevoe izdanie "PROVED". [Information-analytical network edition "PROVED"]. Available at: <https://proved.rf> (accessed 26.10.2016). (in Russian).

3 Koz'min G.V., Geras'kin S.A., Sanzharova N.I. Radiatsionnye tekhnologii v sel'skom khozyaistve i pishchevoi promyshlennosti [Radiation technology in agriculture and food industry] Obninsk, VNIIRAE, 2015, 400 p. (in Russian).

4 Borisova A.V., Makarova N.V. Spices as anti-oxidant additive to foods. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food industry] 2013. no 10, pp. 82–83. (in Russian)

5 Borisova A.V., Makarova N.V. Antioxidant activity *in vitro* of the spices used in human nutrition. *Voprosy pitaniya* [Nutrition] 2016, no 3, pp. 120–125. (in Russian).

6 Sanzharova N.I., Pavlov A.N., Pimenov E.P., Koz'min G.V. et al. Radiation processing of products of animal and vegetable origin for the purposes of microbiological safety. *Materialy nauchno-prakticheskoi konferentsii «Radiatsionnye tekhnologii: dostizheniya i perspektivy razvitiya»*, Yalta, 21–23 oktyabrya 2014 g. [Materials of scientific-practical conference «Radiation technologies: achievements and prospects of development», Yalta, October 21–23, 2014] 2014, vol. 71, pp. 65–72. (in Russian).

7 ASTM F1885–04. Standard Guide for Irradiation of Dried Spices, Herbs, and Vegetable Seasonings to Control Pathogens and Other Microorganisms. American Society for Testing and Materials. Philadelphia. 2004. Reapproved 2010. 5 p.

8 Pimenov E.P., Pavlov A.N., Koz'min G.V., Spirin E.V. et al. Study of the effectiveness of radiation sterilization of plant materials using gamma radiation Gur-120. *Radiatsiya i risk* [Radiation and risk] 2013, part 22, no 4, pp. 37–42. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Роза Т. Тимакова докторант, к. с-х. н., доцент, кафедра туристического бизнеса и гостеприимства, Уральский государственный экономический университет, ул. 8-е Марта/Народной воли, 62/45, г. Екатеринбург, 620144, Россия, trt64@mail.ru

Сергей Л. Тихонов заведующий кафедрой, д. т. н., доцент, кафедра пищевой инженерии, Уральский государственный экономический университет, ул. 8-е Марта/Народной воли, 62/45, г. Екатеринбург, 620144, Россия, tihonov75@bk.ru

Андрей Н. Тарарков директор, ООО «Спектр», ул. Первомайская, 56-9, г. Екатеринбург, 620075, Россия, fic2000@mail.ru

Дмитрий О. Вахнин лаборант, кафедра экспериментальной физики, УрФУ им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, ул. Мира, 19, г. Екатеринбург, 620002, Россия, dmitrii.vakhnin@gmail.com

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Роза Т. Тимакова провела обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперимент, написала рукопись, корректировала ее до подачи в редакцию, несет ответственность за плагиат

Сергей Л. Тихонов предложил методику проведения эксперимента

Андрей Н. Тарарков организовал проведение испытаний

Дмитрий О. Вахнин выполнил обработку данных

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 11.11.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 09.12.2016

9 Kameya H., Todoriki S., Ukai M, Kikuchi M. et al. Relaxation behaviors of free radicals from γ -irradiated black pepper using pulsed EPR spectroscopy // *Applied magnetic resonance*, 2012, vol. 42, no. 1, pp. 153-159.

10 Klimova E. V. Study of changes in the spices under the influence of sterilization by gamma radiation, by electron paramagnetic resonance [Food and processing industry] 2009, no 2, pp. 521. (in Slovak).

11 Kumari Chauhan S., Kumar R., Nadanasabapathy S., Bawa A.S. Detection Methods for Irradiated Foods // *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. Institute of Food Technologists, 2009, vol. 8, pp. 4–16.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Roza T. Timakova doctoral, candidate of agricultural sciences, docent, tourism and hospitality department, Ural state economic university, 8 Marta/Narodnoy voli str., 62/45, Ekaterinburg, 620144, Russia, trt64@mail.ru

Sergei L. Tikhonov head of department, doctor of technical sciences, docent, food engineering department, Ural state economic University, Marta/Narodnoy voli str., 62/45, Ekaterinburg, 620144, Russia, tihonov75@bk.ru

Andrei N. Tararkov director, JSC “Spektr”, Pervomayskaya str., 56-9, Ekaterinburg, 620075, Russia, fic2000@mail.ru

Dmitrii O. Vakhnin laboratory worker, experimental physics department, Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yel, Mira St. 19, Ekaterinburg, 620002, Russia, dmitrii.vakhnin@gmail.com

CONTRIBUTION

Roza T. Timakova has undertaken a review of the literature on an investigated problem, has carried out the experiment, wrote the manuscript, corrected it before submission to the editor responsible for the plagiarism

Sergei L. Tikhonov proposed a technique of carrying out experiment

Andrei N. Tararkov organized testing

Dmitrii O. Vakhnin performed data processing

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 11.11.2016

ACCEPTED 12.9.2016

Текстурные характеристики охлажденного и замороженного мяса курицы и индейки

Мария М. Момчилова,	¹	masha821982@abv.bg
Габор И. Живанович,	¹	g.zsivanovits@canri.org
Динко Г. Йорданов,	²	d_yordanov@uft-plovdiv.bg
Людмила В. Антипова	³	antipova.l54@yandex.ru
Иван И. Марков	³	ivan_marcov@abv.bg
Сергей А. Титов	⁴	125titov@mail.ru

¹ Институт исследования и развития продуктов питания, Пловдив; Болгария 4003; бул. Васил Априлов 154

² Университет пищевых технологий, Пловдив; Болгария; бул. Марица 26

³ кафедра технологии продуктов животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

⁴ кафедра физики, теплотехники и теплоэнергетики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Реферат. Цель исследования состоит в определении структурных характеристик текстуры охлажденного и замороженного мяса кур и индеек. Объектом исследования были куриная и индюшья грудки и ножки в замороженном и охлажденном состоянии. Исследования осуществляли с помощью двух методов – анализ профиля текстуры (TPA) и сдвига Warner-Bratzler (WB). Общий химический состав определили по методам: общий белок – по Кьельдалю, углеводы, жиры и общую золу в соответствии с известными методами. Образцы близки по содержанию белка в идентичных анатомических участках, имеют некоторые отличия в содержании жира и минеральных веществ. Результаты исследования показывают, что содержание воды в ножках и грудках индейки ниже по сравнению с курицей при примерно одинаковом содержании белка. По данным дисперсионного анализа (ANOVA), наблюдалась статистическая разница между сдвиговыми силами охлажденных и замороженных куриных ножек, но никаких достоверных отличий в результатах сдвиговых характеристик охлажденных и замороженных образцов куриной грудки не обнаружено. Параметры, полученные методом Уорнера–Братцлера хорошо коррелируют с характеристиками прочности, жилистости и твердости, полученные методом анализа текстурного профиля. Полученные результаты свидетельствуют о том, что исследуемые образцы имеют разные текстуры в зависимости от вида мяса и термического состояния. Методы Уорнера–Братцлера и метод АТП в сочетании с другими, могут быть использованы для определения в каком термическом состоянии (охлажденном или замороженном) находилось мясо индейки и курицы.

Ключевые слова: мясо, индейка, курица, замороженное, охлажденное, методы оценки прочностных характеристик

Textural characteristics of fresh and frozen meat chicken and turkey

Mariya M. Momchilova	¹	masha821982@abv.bg
Gabor I. Živanović	¹	g.zsivanovits@canri.org
Dinko G. Yordanov	²	d_yordanov@uft-plovdiv.bg
Lyudmila V. Antipova	³	antipova.l54@yandex.ru
Ivan I. Markov	³	ivan_marcov@abv.bg
Sergei A. Titov	⁴	125titov@mail.ru

¹ Institute of research and development of food products, Plovdiv, Bulgaria

² University of food technologies, Plovdiv, Bulgaria

³ technology of products of animal origin department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution av., 19, Voronezh, 394036, Russia

⁴ physics, heating and combined heat and power department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution av., 19, Voronezh, 394036, Russia

Summary. The purpose of the study is to determine the structural characteristics of the texture of chilled and frozen meat of chickens and turkeys. The object of the study were chicken and turkey breast and legs frozen and refrigerated. Research was carried out using two methods - the analysis of the profile of texture (TPA) and shear Warner-Bratzler (WB). The total chemical composition determined by methods: total protein - Kjeldahl, carbohydrates, fats and total ash down in the relevant known methods. Samples have similar protein containing identical anatomical sites, have some differences in the content of fat and minerals. The results show that the water content of the turkey breasts and legs lower than with the chicken at about equal protein content. According to analysis of variance (ANOVA), a statistical difference was observed between the shear forces of refrigerated and frozen chicken legs, but no significant differences in the results of the shear characteristics of the refrigerated and frozen chicken breast samples were detected. Parameters produced by Warner-Bratzler correlates well with the characteristics of strength, hardness and wiry, obtained by texture profile analysis. The results indicate that the test samples have different textural characteristics depending on the type of meat and the thermal state. Methods of Warner-Bratzler and ATP method in combination with others, may be used to determine in which the thermal state (chilled or frozen) were meat turkey and chicken.

Keywords: meat, turkey, chicken, frozen, chilled, methods of evaluation of strength characteristics

Для цитирования

Момчилова М., Живанович Г., Йорданов Д., Антипова Л. В., Марков И., Титов С. А. Текстурные характеристики охлажденного и замороженного мяса курицы и индейки // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 194–200. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-194-200

For citation

Momchilova M., Živanović G., Yordanov D., Antipova L. V., Markov I., Titov S. A. Textural characteristics of fresh and frozen meat chicken and turkey. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 194–200. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-194-200

Введение

Некоторыми из наиболее важных сенсорных качеств мяса являются: внешний вид, сочность, вкус, текстура и консистенция (Barton-Gade et al. 1988). Текстурные показатели мяса птицы во многом зависят от зоотехнических особенностей, таких как диета, возраст и анатомические характеристики, например типа мышц животных (Huff & Parrish, 1993; Ouali, 1990; Zamora, 1997). Текстурные характеристики оценивают по различным показателям, которые варьируют в зависимости от цели исследования (например, твердость, прочность, эластичность, жилистость сочность (Szczesniak, 1963) и липкость).

Текстура представляет собой сенсорный индикатор, который может быть более точен, чем органолептические органы чувств человека.

При инструментальной оценке текстуры мяса часто используют текстурометры – устройства, которые анализируют сопротивление тканей как при сдвиге так и при сжатии образца (Huidobro et al. 2005). Наиболее распространенный метод, который обычно используется в качестве индикатора сенсорной твердости, это тест сдвига Уорнер-Братцлер (Bratzler, 1932; Warner, 1928). Это один из немногих методов, используемых для исследования сырого мяса и дающих объективную информацию о работе сил сдвига.

Другой распространенный метод изучения текстурных показателей – анализ профиля текстуры (Guerrero & Guàrdia, 1999), которой редко используется для научных разработок при исследовании сырого мяса. Этот метод позволяет определить более широкий спектр текстурных показателей, таких как твердость, прочность, эластичность, резиристость, жилистость и липкость (Ruiz de Huidobro et al., 2001). Цель настоящей работы состоит в сравнительной оценке инструментальных методов определения текстуры (WB или ТРА) сырого, охлажденного и замороженного мяса птицы.

1.1 Материалы и методы.

Объектом исследования были куриная и индюшиная грудки и ножки в замороженном и охлажденном состоянии.

Образцы были закуплены в специализированном магазине при соблюдении сроков хранения, указанных на этикетках, в замороженном и охлажденном видах.

Замороженные образцы оттаивали на воздухе при температуре 15 °С до температуры в толще 0–4 °С. Измерение образцов проводили при температуре 10–12 °С. Мясо обваливали и нарезами кубиками размером по ширине, длине, высоте соответственно 30 × 30 × 15 мм для измерения профиля текстуры куски прямоугольной формы с размерами 30 × 60 × 15 мм в соответствии с определением текстуры методом Уорнера-Братцлера (WB).

Физико-химические исследования проводили в аккредитованной лаборатории ИИРХ (Пловдив). Эксперименты проводились с помощью стандартных методов испытаний:

- Определение содержания воды
- БДС 15437:1982;
- Определение общего белка по Кьельдалю БДС 15438:1989;
- Определение жира в аппарате
- Сокслета БДС 1549:1992;
- Определение углеводов в БДС 7169:
- 1989;
- Определение минерального состава в БДС 7646:1982;

Измерение текстуры проводили с помощью анализатора текстуры Stable Micro Systems TA.XT2Plus в соответствии с методом анализа профиля текстуры (ТРА) и методом сдвига в соответствии с Warner-Bratzle. Для обработки результатов было использовано программное обеспечение Texture Exponent 6.1.

Профиль текстуры был измерен с помощью цилиндрического датчика диаметром 50 мм. Скорость прессования составляла 1 мм/с, деформацию фиксировали в течение 5 мин. Время ожидания между двумя значениями было 5 с. Тест по Уорнеру-Братцлеру (WB) был сделан с помощью специальных лезвий V-образной формы. Скорость сдвига была 1 мм/с, воздействие останавливали после того, как проба была полностью разрезана.

1.2 Результаты метода сдвига (Уорнер-Братцлер метод):

В этом методе лезвие опускается на образец мяса с некоторой постоянной скоростью. В начале взаимодействия лезвие „вдавливается“ в образец, но после того, как произошла определенная его деформация, межмолекулярные связи в образце начинают разрушаться и идет процесс резания.

Полученные результаты аналогичны результатам других ученых (Муллагаева, М.О. 2012).

Параметрами, полученными по методу WB являются: сила и деформация сдвига, работа по деформации образца (площадь под графиком зависимости деформирующей силы –

деформация до достижения момента резания) и работа резания (общая площадь под графиком сила-деформация). Текстурные показатели представлены в таблице 1.

Таблица 1
Дисперсионный анализ показателей, установленных методом Уорнера-Братцлера

Table 1

Analysis of Variance of indices in accordance with the method of Warner-Bratzler

Тип мяса Type meat	Сила на сдвига, N Power on shift, N	Деформация сдвига, мм Deformation of shear, mm	Работа для деформации, N, мм Work of deformation, N mm	Работа для выполнения на сдвиг, N, мм Work on shift, N, mm
Охлажденные куриные ножки Chilled chicken legs	51.26 ± 3.57 ^c	9.10 ± 0.49	447.47 ± 38.17 ^b	1103.75 ± 102.90 ^c
Замороженные куриные ножки Frozen chicken feet	41.48 ± 5.57 ^b	7.42 ± 1.96	459.78 ± 23.40 ^b	909.26 ± 255.33 ^b
Охлажденные куриные грудки Chilled chicken breast	23.57 ± 4.35 ^a	8.41 ± 2.78	166.29 ± 57.88 ^a	354.75 ± 41.36 ^a
Замороженные куриные грудки Frozen chicken breasts	22.01 ± 1.07 ^a	10.30 ± 2.12	163.58 ± 32.50 ^a	410.56 ± 63.52 ^a
Охлажденные ножки индейки Chilled turkey legs	116.25 ± 26.94 ^b	12.41 ± 2.83	1816.46 ± 90.36 ^b	2759.65 ± 688.54 ^b
Замороженные ножки из индейки Frozen legs of turkeys	107.28 ± 31.85 ^b	11.35 ± 2.38	1709.73 ± 121.76 ^b	2738.95 ± 1193.61 ^b
Охлажденные грудки индейки Chilled breast of Turkey	39.58 ± 6.96 ^a	11.69 ± 3.32	368.105 ± 81.57 ^a	802.14 ± 196.50 ^a

По данным дисперсионного анализа (ANOVA), наблюдалась статистическая разница между сдвиговыми силами охлажденных и замороженных куриных ножек, но никаких достоверных отличий в результатах сдвигов их характеристик охлажденных и замороженных образцов куриной грудки не обнаружено.

Охлажденные ножки были более твердыми, чем замороженные, вероятно, из-за потери воды из мышц. Эта разница проявляется в работе резания, но в работе деформации эта разница не выражена. Для ножек из мяса индейки нет статистически значимых различий между замороженным и охлажденным мясом.

Согласно полученным результатам, грудки были мягче, чем ноги из-за анатомического расположения мышц, независимо от термического состояния обоих видов мяса.

Из таблицы 1 следует, что охлажденные грудки и ножки индеек имеют значительно более высокие показатели силы сдвига, работы деформации и работы резания по сравнению с анатомическими частями тушки курицы. Для объяснения этого явления был выполнен сравнительный химический анализ образцов мяса индейки и курицы, взятых для механических испытаний. Определения общего химического состава приведены в таблице 2.

Таблица 2
Физико-химические показатели

Table 2

Physical-chemical parameters

Показатель Index Образец Sample	Куриная грудка Chicken breast	Грудка индейки Turkey breast	Куриные ножки Chicken legs	Ножки индейки Turkey legs
Вода, % Water, %	70,21	68,54	71,87	70,20
Белки, % Proteins, %	21,18	21,20	18,24	18,90
Жиры, % Fats, %	2,28	2,90	3,82	3,55
Углеводы, % Carbohydrates, %	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Минеральный состав, % Mineral composition, %	0,045	0,027	0,014	0,008

Как видно из данных таблицы 2, образцы были близки по содержанию белка в идентичных анатомических участках, имели некоторые отличия в содержании жира и минеральных веществ. Результаты анализа показывают, что содержание воды в ножках и грудках индейки ниже по сравнению с курицей, при примерно одинаковом содержании белка. Это может быть одной из причин более высоких прочностных характеристик мяса индейки.

При испытании мяса методом АТП производят двукратное сжатие образца с определенным временным интервалом между сжатиями. Анализ профиля текстуры позволяет получить более подробную информацию об пищевом сырье по сравнению с показателями, установленными методом WB. Из соотношения между приложенной силой и деформацией во времени можно вычислить ряд показателей, хорошо коррелирующих с сенсорными показателями. Этим методом определяют следующие параметры (Ruiz de Huidobro et al., 2001) (рисунок 1).

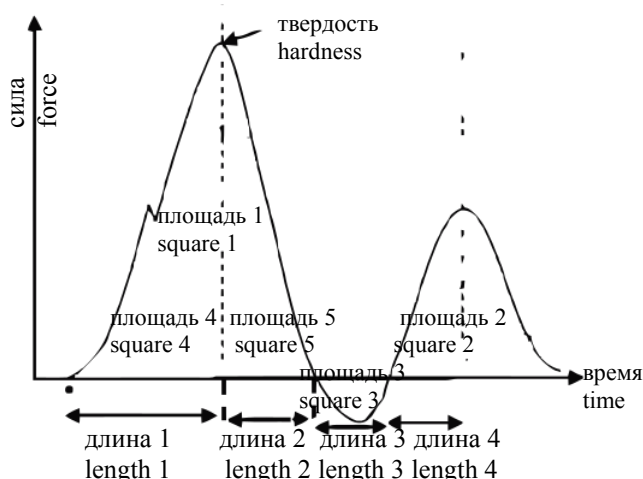


Рисунок 1. Диаграмма показателей профиля текстуры

Figure 1. Diagram of performance of texture profile

- Твердость – максимальная величина силы при первом сжатии.

- Прочность – отношение работы A_2 при деформации образца на длину 2, к работе A_1 по деформации на длину 1 $\left(\frac{\text{площадь } 5}{\text{площадь } 4} \right)$.

- Липкость – работа на длине 3, когда образец прилипает к датчику (площадь 3).

- Эластичность – отношение длины 4 к длине 1.

- Однородность – отношение работ при первом и втором сжатии $\left(\frac{\text{площадь } 2}{\text{площадь } 1} \right)$.

- Резинистость – Твердость $\times$ однородность.

- Жилистость – Твердость $\times$ эластичность $\times$ однородность.

Результаты анализа ТРА показаны в таблице 3. Стандартное отклонение полученных показателей образцов меньше, чем при испытании на сдвиг.

Эти результаты аналогичны тем, известны в литературе (Huidobro et al. 2004). Статистические различия между группами были различимы меньше по сравнению с методом Уорнера-Братцлера. Наблюдались статистические различия между охлажденной и замороженной куриной ножкой по показателям липкости, эластичности и однородности. Статистические различия существуют между охлажденными и замороженными куриными грудками по показателям липкости, однородности и рыхлости. Статистические различия существуют между охлажденной и замороженной ножкой из индейки в твердости, рыхлости и вязкости. Анализ корреляции между показателями проводился путем вычисления в соответствии с методом на сдвиг и анализом профиля текстуры ($p = 0,95$). Наиболее высокие корреляции показаны в таблице 4.

Таблица 3.

Анализ дисперсии на показатели профиля текстуры (ТРА)

Table 3.

Analysis of variance on the performance of texture profile (TPA)

Тип мяса Type of meat	Твердость, N Hardness, N	Прочность Strength	Липкость, N, мм Stickiness, N, mm	Эластичность Elasticity	Однородность Uniformity	Рыхлость Looseness	Жилистость Gelister
Охлажденные куриные ножки Chilled chicken legs	27.48 $\pm$ 7.23 ^a	0.44 $\pm$ 0.10 ^{ab}	0.73 $\pm$ 0.07 ^a	0.68 $\pm$ 0.14 ^b	0.60 $\pm$ 0.11 ^b	16.40 $\pm$ 5.22 ^a	10.94 $\pm$ 2.84 ^a
Замороженные куриные ножки Frozen chicken feet	31.68 $\pm$ 2.97 ^a	0.35 $\pm$ 0.08 ^a	1.43 $\pm$ 0.30 ^b	0.52 $\pm$ 0.13 ^a	0.44 $\pm$ 0.05 ^a	13.64 $\pm$ 1.97 ^a	9.55 $\pm$ 1.34 ^a

Охлажденные куриные грудки Chilled chicken breast	47.65 ±11.74 ^b	0.44 ±0.12 ^{ab}	1.73 ±0.34 ^b	0.69 ±0.06 ^b	0.44 ±0.06 ^a	21.00 ±6.70 ^a	14.48 ±4.89 ^{ab}
Замороженные куриные грудки Frozen chicken breasts	45.43 ±10.91 ^b	0.49 ±0.07 ^b	1.01 ±0.28 ^a	0.54 ±0.12 ^a	0.54 ±0.08 ^b	24.50 ±12.26 ^b	13.24 ±5.13 ^b
Охлажденные ножки индейки Chilled legs of turkeys	175.84 ±24.82 ^b	0.70 ±0.21 ^b	1.60 ±0.37 ^a	0.61 ±0.17 ^a	0.55 ±0.12 ^a	96.04 ±17.29 ^b	57.39 ±12.24 ^b
Замороженные ножки индейки Frozen Turkey legs	72.54 ±9.247 ^b	0.59 ±0.11 ^{ab}	1.54 ±0.41 ^a	0.81 ±0.30 ^a	0.51 ±0.07 ^a	36.76 ±5.418 ^b	30.42 ±15.25 ^b
Охлажденные грудки индейки Chilled Turkey breast	30.93 ±8.149 ^a	0.47 ±0.17 ^a	1.69 ±0.46 ^a	0.68 ±0.08 ^a	0.82 ±0.13 ^b	24.71 ±5.055 ^b	16.58 ±2.773 ^b

Таблица 4.

Корреляционный анализ между показателями, вычисленными в соответствии с метод сдвига и анализа профиля текстуры

Table 4.

Correlation analysis between the indicators calculated in accordance with the shift method and profile analysis texture

Анализ профиля текстуры (метод ТРА) Analysis of texture profile (TPA)		Warner Bratzler метод (на сдвиг) Warner Bratzler method (shear)			
		Сила сдвига The shear force	Деформация сдвига Shear strain	Работа до силы сдвига Work to shear forces	Работа сдвига Work shift
	Твердость Hardness	0.7822	0.6225	0.8007	0.7516
	Прочность Strength	0.8562	0.8445	0.8660	0.8385
	Липкость Stickiness	0.2281	0.2545	0.2890	0.2178
	Эластичность Elasticity	0.4232	0.3440	0.4042	0.4376
	Однородность Uniformity	-0.0314	0.5721	-0.0855	-0.0463
	Рыхлость The looseness	0.6825	0.7199	0.7049	0.6545
	Жилистость Gelister	0.8021	0.7593	0.8257	0.7801

Согласно результатам исследования, существует высокая корреляция между прочностью и силой на срез, прочностью и деформацией для среза, прочностью и работой для сдвига.

Кроме того, высокая корреляция установлена между жилистостью и силой сдвига, жилистостью и работой на сдвиг. Корреляция недостаточна между твердостью и силой для среза, твердостью и работой при сдвиге, твердостью и работой для сдвига или между жилистостью и деформацией сдвига, жилистостью и работой для сдвига.

Для объяснения полученных результатов можно привлечь термофлуктуационную теорию разрушения С.Н. Журкова (Журков, 1965) (в при-

менении к полимерам). При резании, когда приложенное напряжение сопоставимо с пределом прочности образца, это напряжение уменьшает энергию связи между молекулами и тепловые флуктуации разрывают связь. В ходе дальнейшего механического воздействия процессы соединения связей не успевают за процессами их разрушения и образец мяса разрезается.

Аналогичные процессы идут при механическом воздействии на образец в ходе испытания методом АТП.

Если образец полностью разрушается при прямом ходе плунжером, то при обратном ходе сила его взаимодействия с плунжером и, соответственно, величина работы А2 оказывается равной 0.

Если же образец обладает высокими прочностными характеристиками, то при испытании методом Уорнера–Брацлера нужно приложить значительное усилие для появления множественных разрывов связей, а при измерении текстурного профиля образец с неразрушенными связями оказывает значительное усилие на плунжер при обратном ходе.

Единый механизм разрушения обеспечивает высокую корреляцию между характеристикой прочности образца, определённой методом АТП и характеристиками усилия сдвига, деформации сдвига и работы сдвига, полученными методом Уорнера–Брацлера.

ЛИТЕРАТУРА

Муллагаева М.О. Органолептические и физико-химические показатели качества мяса индеек при введении в рацион биологически активных веществ // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2012. С. 209.

Abdullah F.A.A., Buchtová H. The quality of different types of chicken breast meat (organic, conventional, tenderized) // FOLIA. 2015. № 59(3). P. 173–178.

Alfaig E., Angelovicova M., Kral M., Vietoris V. et al. Effect of probiotics and thyme essential oil on the texture of cooked chicken breast meat // Acta Sci. Pol., Technol. Aliment. 2013. № 12(4). P. 379–384.

Barton-Gade P.A., Cross H.R., Jones J.M., Winger R.J. Meat science, milk science and technology // In H.R. Cross & A.J. Overby (Eds.) Amsterdam: Elsevier Science Publishers B.V. 1988. P. 141–171.

Bratzler L.J. Measuring the tenderness of meat by means of a mechanical shear // Master of Science Thesis. Kansas State College (KA). 1932.

Chen L., Opara U.L. Approaches to analysis and modeling texture in fresh and processed foods—A review // Journal of Food Engineering. 2013. № 119(3). P. 497–507.

de Avila M.D.R., Cambero M.I., Ordóñez J.A., de la Hoz L. et al. Rheological behaviour of commercial cooked meat products evaluated by tensile test and texture profile analysis (TPA) // Meat science. 2014. № 98(2). P. 310–315.

Ruiz de Huidobro F., Miguel E., Blarquez B., Onega E. A comparison between two methods (Warner–Bratzler and texture profile analysis) for testing either raw meat or cooked // Meat Science. 2005. № 69. P. 527–536.

Huff E.J., Parrish F.C. Jr., Bovine longissimus muscle tenderness as affected by postmortem ageing time, animal age and sex // Journal of Food Science. 1993. № 58(4). P. 713–716.

Liu Y., Lyon B.G., Windham W.R., Lyon C.E. et al. Principal component analysis of physical, color, and sensory characteristics of chicken breasts deboned at two, four, six, and twenty-four hours postmortem // Poultry Science. 2004. № 83(1). P. 101–108.

Rababah T.M., Ereifej K.I., Al-Mahasneh M.A., Al-Rababah M.A. Effect of plant extracts on physicochemical properties of chicken breast meat cooked using conventional electric oven or microwave // Poultry science. 2006. № 85(1). P. 148–154.

Ruiz de Huidobro F., Cañeque V., Lauzurica S., Velasco S. et al. Sensory characterization of meat texture in sucking lambs. Methodology // Investigación Agraria: Producción y Sanidad Animales. 2001. № 16(2). P. 223–234.

Заключение

Можно сделать следующие выводы:

1. Показатели, определенные для обоих образцов показали различия между охлажденным и замороженным мясом курицы и индейки.

2. Методы Уорнера–Брацлера и метод АТП в сочетании с другими (например оптической микроскопии), могут быть использованы для определения в каком термическом состоянии (охлажденном или замороженном) находилось мясо индейки и курицы.

3. Показатели, определенные по методу Уорнера–Брацлера показывают наилучшую корреляцию с прочностью, жилистостью и твердостью, определенными с помощью анализа профиля текстуры.

Sasaki K., Motoyama M., Tagawa Y., Akama K. et al. Qualitative and quantitative comparisons of texture characteristics between broiler and jidori-niku, Japanese indigenous chicken meat, assessed by a trained panel // The Journal of Poultry Science. 2016.

Szczesniak A. Classification of textural characteristics // Journal of Food Science. 1963. № 29. P. 385–389.

Szczesniak A., Brandt M.A., Friedman H.H. Development of standard rating scales for mechanical parameters of texture and correlation between the objective and the sensory methods of texture evaluation // Journal of Food Science. 1963. № 29. P. 397–403.

Warner K.F. Progress report of the mechanical test for tenderness of meat // Proceedings of the American Society of Animal Production. 1928. № 21. P. 114.

Yu L.H., Lee E.S., Jeong J.Y., Paik H.D. et al. Effects of thawing temperature on the physicochemical properties of pre-rigor frozen chicken breast and leg muscles // Meat science. 2005. № 71(2). P. 375–382.

Zhuang H., Savage E.M. Variation and Pearson correlation coefficients of Warner–Bratzler shear force measurements within broiler breast fillets // Poultry science. 2009. № 88(1). P. 214–220.

Zhuang H., Nelson S.O., Trabelsi S., Savage E.M. Dielectric properties of uncooked chicken breast muscles from ten to one thousand eight hundred megahertz // Poultry Science. 2007. № 86(11). P. 2433–2440.

Журков С.Н. Успехи физических наук. 1965. Т. 87. № 2. С. 367 – 372

REFERENCES

Mullagaeva M.O. Organoleptic and physico-chemical characteristics of meat quality of turkeys when administered in the diet of biologically active substances. *Uchenye zapiski Kazanskoi gosudarstvennoi akademii veterinarnoi meditsiny im. N.E. Bauman* [Scientific notes of the Kazan state Academy of veterinary medicine n.a. N.E. Bauman] 2012, pp. 209. (in Russian)

Abdullah F.A.A., Buchtová H. The quality of different types of chicken breast meat (organic, conventional, tenderized). FOLIA, 2015, no. 59(3), pp. 173–178.

Alfaig E., Angelovicova M., Kral M., Vietoris V. et al. Effect of probiotics and thyme essential oil on the texture of cooked chicken breast meat. Acta Sci. Pol., Technol. Aliment., 2013, no. 12(4), pp. 379–384.

Barton-Gade P.A., Cross H.R., Jones J.M., Winger R.J. Meat science, milk science and technology. In H.R. Cross & A.J. Overby (Eds.) Amsterdam: Elsevier Science Publishers B.V., 1988, pp. 141–171.

Bratzler L.J. Measuring the tenderness of meat by means of a mechanical shear. Master of Science Thesis. Kansas State College (KA), 1932.

Chen L., Opara U.L. Approaches to analysis and modeling texture in fresh and processed foods—A review. Journal of Food Engineering, 2013, no. 119(3), pp. 497–507.

de Ávila M.D.R., Cambero M.I., Ordóñez J.A., de la Hoz L. et al. Rheological behaviour of commercial cooked meat products evaluated by tensile test and texture profile analysis (TPA). Meat science, 2014, no. 98(2), pp. 310–315.

Ruiz de Huidobro F., Miguel E., Blarquez B., Onega E. A comparison between two methods (Warner–Bratzler and texture profile analysis) for testing either raw meat or cooked. Meat Science, 2005, no. 69, pp. 527–536.

Huff E.J., Parrish F.C. Jr., Bovine longissimus muscle tenderness as affected by postmortem ageing time, animal age and sex. Journal of Food Science, 1993, no. 58(4), pp. 713–716.

Liu Y., Lyon B.G., Windham W.R., Lyon C.E. et al. Principal component analysis of physical, color, and sensory characteristics of chicken breasts deboned at two, four, six, and twenty-four hours postmortem. Poultry Science, 2004, no. 83(1), pp. 101–108.

Rababah T.M., Ereifej K.I., Al-Mahasneh M.A., Al-Rababah M.A. Effect of plant extracts on physicochemical properties of chicken breast meat cooked using conventional electric oven or microwave. Poultry science, 2006, no. 85(1), pp. 148–154.

Ruiz de Huidobro F., Cañeque V., Lauzurica S., Velasco S. et al. Sensory characterization of meat texture in suckling lambs. Methodology. Investigación Agraria: Producción y

Sanidad Animales, 2001, no. 16(2), pp. 223–234.

Sasaki K., Motoyama M., Tagawa Y., Akama K. et al. Qualitative and quantitative comparisons of texture characteristics between broiler and jidori-niku, Japanese indigenous chicken meat, assessed by a trained panel. The Journal of Poultry Science, 2016.

Szczesniak A. Classification of textural characteristics. Journal of Food Science, 1963, no. 29, pp. 385–389.

Szczesniak A., Brandt M.A., Friedman H.H. Development of standard rating scales for mechanical parameters of texture and correlation between the objective and the sensory methods of texture evaluation. Journal of Food Science, 1963, no. 29, pp. 397–403.

Warner K.F. Progress report of the mechanical test for tenderness of meat. Proceedings of the American Society of Animal Production, 1928, no. 21, pp. 114.

Yu L.H., Lee E.S., Jeong J.Y., Paik H.D. et al. Effects of thawing temperature on the physicochemical properties of pre-rigor frozen chicken breast and leg muscles. Meat science, 2005, no. 71(2), pp. 375–382.

Zhuang H., Savage E.M. Variation and Pearson correlation coefficients of Warner–Bratzler shear force measurements within broiler breast fillets. Poultry science, 2009, no. 88(1), pp. 214–220.

Zhuang H., Nelson S.O., Trabelsi S., Savage E.M. Dielectric properties of uncooked chicken breast muscles from ten to one thousand eight hundred megahertz. Poultry Science, 2007, no. 86(11), pp. 2433–2440.

Zhurkov S. N. *Uspekhi fizicheskikh nauk* [Victories of physical Sciences] 1965, vol. 87, no. 2, pp. 367–372 (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Мария М. Момчилова ассистент, Институт исследования и развития продуктов питания, Пловдив; Болгария 4003; бул. Васил Априлов 154, masha821982@abv.bg

Габор И. Живанович д-р, доцент, Институт исследования и развития продуктов питания, Пловдив; Болгария 4003, бул. Васил Априлов 154, g.zsivanovits@canri.org

Динко Г. Йорданов д-р, доцент, Университет пищевых технологий, Пловдив; Болгария, бул. Марица 26, d_yordanov@uft-plovdiv.bg

Людмила В. Антипова д.т.н., профессор, кафедра технологии продуктов животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, antipova.l54@yandex.ru

Иван. И. Марков магистрант, кафедра технологии продуктов животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, ivan_marcov@abv.bg

Сергей А. Титов д.т.н., доцент, кафедра физики, теплотехники и теплоэнергетики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Мария М. Момчилова; Габор И. Живанович, Иван. И. Марков обзор литературных источников по исследуемой проблеме, проведение эксперимента, выполнение расчёты

Людмила В. Антипова; Динко Г. Йорданов консультация в ходе исследования

Сергей А. Титов написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 03.11.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 30.11.2016

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Mariya M. Momchilova assistant, Institute of Food Research and Development, Plovdiv; Bulgaria 4003, bul. Vasil Aprilov 154, masha821982@abv.bg

Gabor I. Živanović assistant professor, PhD, Institute of Food Research and Development, Plovdiv; Bulgaria 4003, bul. Vasil Aprilov 154, g.zsivanovits@canri.org

Dinko G. Yordanov assistant professor, PhD, University of Food Technologies, Plovdiv, Bulgaria, bul. Maritsa 26, d_yordanov@uft-plovdiv.bg

Lyudmila V. Antipova doctor of technical sciences, professor, technology of products of animal origin department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution av., 19, Voronezh, 394036, Russia, antipova.l54@yandex.ru

Ivan. I. Markov master student, technology of products of animal origin department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution av., 19, Voronezh, 394036, Russia, ivan_marcov@abv.bg

Sergey A. Titov doctor of technical sciences, assistant professor, physics, heating and combined heat and power department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution av., 19, Voronezh, 394036, Russia,

CONTRIBUTION

Mariya M. Momchilova; Gabor I. Živanović; Ivan. I. Markov review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

Lyudmila V. Antipova; Dinko G. Yordanov consultation during the study

Sergei A. Titov wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 11.3.2016

ACCEPTED 11.30.2016

Фундаментальная и прикладная химия, химическая технология

Оригинальная статья/Original article

УДК 678.049

DOI: <http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-4-201-206>

Применение пластифицирующих добавок на основе вторичного нефтехимического сырья в резиновых смесях

Жанна С. Шашок	¹	shashok@belstu.by
Анастасия В. Лешкевич	¹	nastyonke@mail.ru
Наталия В. Круглик	²	natakru13@mail.ru
Ольга В. Карманова	³	karolga@mail.ru

¹ кафедра технологии нефтехимического синтеза и переработки полимерных материалов, Белорусский государственный технический университет, ул. Свердлова, 13а, г. Минск, 220006, Республика Беларусь

² ЗАО «Амкодор-Эластомер», ул. Пономаренко, 7-4, г. Минск, Республика Беларусь

³ кафедра химии и химической технологии органических соединений и переработки полимеров, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Реферат. В настоящее время создание альтернативных продуктов для эластомеров на основе вторичного нефтехимического сырья является актуальной тенденцией в развитии резиновой промышленности. К числу таких продуктов на основе вторичного нефтехимического сырья относятся смазочные материалы и отработанные автомобильные масла. В связи с этим было исследовано влияние продуктов переработки отработанного машинного масла (ДВЧ и СР) в сравнении с промышленным маслом И-20 на технологические свойства наполненных эластомерных композиций на основе смеси полиизопренового (СКИ-3) и дивинилового (СКД) каучуков. Исследуемые пластифицирующие компоненты производства ИООО «ДВЧ-Менеджмент» (ДВЧ и СР) представляют смесь углеводородов $C_{16}-C_{20}$ и различаются между собой содержанием линейных и разветвленных парафинов. Установление пласто-эластических свойств резиновых смесей проводилось на сдвиговом дисковом вискозиметре MV2000 в соответствии с ГОСТ 10722–76, а исследование кинетики вулканизации – на реометре ODR2000 согласно ГОСТ 12535–84. Показано, что введение исследуемого пластифицирующего компонента СР оказывает более значительное влияние на вязкость по Муни, по сравнению с эластомерными композициями, содержащими промышленный пластификатор И-20 и пластифицирующую добавку ДВЧ. Выявлено, что введение всех исследуемых пластифицирующих компонентов в эластомерные композиции на основе комбинации каучуков СКИ-3 и СКД, не оказывает значительного влияния на коэффициент релаксации напряжений резиновых смесей. Установлено, что эластомерные композиции, содержащие в качестве исследуемых добавок продукты переработки отработанного масла (ДВЧ и СР) характеризуются несколько меньшим значением времени достижения оптимальной степени вулканизации.

Ключевые слова: каучук, пластификатор, вязкость по Муни, кинетика вулканизации, резиновая смесь, релаксация напряжений

The use of plasticizing additives based on recycled raw materials in the petrochemical rubber mixtures

Zhanna S. Shashok	¹	shashok@belstu.by
Anastasiya V. Leshkevich	¹	nastyonke@mail.ru
Nataliya V. Kruglik	²	natakru13@mail.ru
Olga V. Karmanova	³	karolga@mail.ru

¹ technology of petrochemical synthesis and polymer materials processing department, Belarusian state technological university, Sverdlova str., 13a Minsk, 220006, Republic of Belarus

² CJS “Amkodor-Elastomer”, Ponomarenko str., 7-4, Minsk, 220015, Republic of Belarus

³ chemistry and chemical technology of organic compounds and polymers processing department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia

Summary. At present, the development of alternative products for elastomers based on recycling petrochemical raw materials is a new trend of the rubber industry progress. Petrochemical raw materials include spent lubricants and motor oils are among such recycling products. In this context, the influence of the products of recycling waste engine oil (DVCH and RA) in comparison with industrial oil (I-20) on the technological properties of filled elastomeric compositions was investigated. The elastomeric compositions were based on poly isoprene and divinyl rubbers. The plasticizing components were manufactured by IOOO “DVCH-Menedzhment”. They are mixture of hydro-carbons, $C_{16}-C_{20}$ and differ from each other in the content of linear and branched paraffin. Plastic-elastic properties of rubber compounds on the shear disk viscometer MV2000 in accordance with GOST 10722–76 was carried out. Kinetics of vulcanization on the rheometer ODR2000 according to GOST 12535–84 was defined. It is shown that the introduction of RA test plasticizing component provides a significant effect on Mooney viscosity, as compared to elastomeric compositions containing a plasticizer and I-20 and plasticizing additive DVCH. It revealed that the administration of all components in the studied plasticizing elastomer compositions based on a combination poly isoprene and divinyl rubbers has no significant effect on the rate of relaxation of stress of rubber compounds. It is found that elastomeric compositions containing as additives investigated processing waste oil products (DVCH and RA) are characterized by a slightly smaller value of time to reach an optimal degree of vulcanization.

Keywords: rubber, plasticizer, Mooney viscosity, kinetics of vulcanization, rubber mixture, relaxation

Для цитирования

Шашок Ж. С., Лешкевич А. В., Круглик Н. В., Карманова, О. В. Применение пластифицирующих добавок на основе вторичного нефтехимического сырья в резиновых смесях // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 201–206. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-201-206

For citation

Shashok Zh. S., Leshkevich A. V., Kruglik N. V., Karmanova O. V. The use of plasticizing additives based on recycled raw materials in the petrochemical rubber mixtures. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 201–206. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-201-206

Введение

Создание альтернативных продуктов для эластомеров на основе вторичного нефтехимического сырья является актуальной тенденцией в развитии резиновой промышленности. Это направление включает в себя разработку технологии их изготовления и удобной выпускной формы, а также испытание полученных добавок в резинах на основе каучуков общего и специального назначения. Решение данных задач позволит уменьшить нагрузку на окружающую природную среду за счет использования в технологическом цикле продуктов, полученных при переработке отходов, получать экологически безопасные добавки, замещающие аналогичные на основе нефтехимического сырья, а также улучшить технологические свойства резиновых смесей при сохранении и / или повышении необходимого уровня физико-механических показателей [1–2].

В настоящее время актуальность рационального использования вторичных продуктов на основе нефтехимического сырья в технологии эластомеров является не только экологической проблемой, но и технико-экономической, так как доля сырья в себестоимости резиновых изделий составляет более 60%. К числу таких продуктов на основе вторичного нефтехимического сырья относятся смазочные материалы и отработанные автомобильные масла.

Смазочные материалы играют важную роль в эксплуатации современной техники, выполняя ряд функций: уменьшение трения и предотвращение износа трущихся поверхностей, а также использование в качестве электроизоляционной и теплоотводящей среды. Основная часть смазочных материалов изготавливается на нефтяной основе [3–4].

Незначительная часть применяемых смазочных материалов (10–20%) в процессе эксплуатации безвозвратно теряется на угар, испарение, унос, проливы и утечки. Основная же их часть (80–90%) в условиях эксплуатации претерпевает сложные физико-химические (термические, окислительные и т. д.) изменения состава и свойств: от простого загрязнения внешними примесями и внутренними продуктами износа до глубоких химических превращений, приводящих, в конечном итоге, к ухудшению эксплуатационных свойств масел. Смазочные материалы, непригодные к дальнейшему использованию, после окончания срока службы или по своему состоянию удаляются из системы смазки и заменяются свежими кондиционными нефтепродуктами, как следствие, увеличиваются объемы отработанных масел.

Автомобильное масло играет большую роль в работе двигателя автомобиля и проводить его замену необходимо регулярно. Однако

отработанное масло как продукт химического производства имеет потенциал к загрязнению окружающей среды [5].

Среди различных направлений использования отработанных масел наиболее важное место отводится методам очистки (регенерации) – полного восстановления их первоначальных свойств с целью повторного использования по прямому назначению. Восстановление первоначальных свойств производится, как правило, путем сложной многостадийной переработки на специализированных предприятиях [6].

На современном этапе развития промышленности весьма важным и актуальным является вопрос вовлечения в производство вторичного сырья, а именно, отработанных масел, которые представляют собой сырьевую базу для получения ценных нефтепродуктов при надлежащей переработке. Необходимо отметить, что отработанные моторные масла практически невозможно регенерировать, не применяя в процессе очистки достаточно жестких условий (температур, давлений, растворителей и т. д.), поскольку они работают при повышенных температурах и химическая основа масла подвергается сильным деструктивным процессам, кроме того, наличие в масле комплекса присадок также усложняет процесс очистки. Переработать отработанные масла совместно с нефтью на нефтеперерабатывающих заводах нельзя, т. к. присадки, содержащиеся в маслах, нарушают работу оборудования. Поэтому выбор метода очистки отработанных масел определяется характером содержащихся в них загрязнений и продуктов старения: для одних масел достаточно простой очистки от механических примесей, для других необходима глубокая переработка, иногда с использованием химических реагентов и сорбентов. К тому же, при разработке способа очистки масел необходимо стремиться к внедрению малоотходных или безотходных технологий, так как необходимость утилизации отходов создает проблемы для предприятий [3].

Целью данной работы являлось исследование влияния продуктов переработки отработанных масел (ДВЧ и СР) в сравнении с промышленным маслом И-20 на технологические свойства наполненных эластомерных композиций на основе комбинации полиизопренового (СКИ-3) и дивинилового (СКД) каучуков.

Исследуемый компонент ДВЧ представляет собой продукты переработки отработанных масел (состава С25–С29), прошедшие демееталлизацию, выпаривание и удаление легких фракций, а продукт СР – селекционные отработанные масла (состава С16–С29), прошедшие коагуляционную очистку фракций. Содержание линейных и разветвленных парафинов в обоих случаях составляет 95%.

Регенерированная смесь углеводов, поставляемая в качестве исследуемых компонентов, имеет физико-химические характеристики, представленные в таблице 1.

Определение пласто-эластических свойств резиновых смесей проводилось на сдвиговом дисковом вискозиметре MV2000 в соответствии с ГОСТ 10722–76, а исследование кинетики вулканизации – на реометре ODR2000 согласно ГОСТ 12535–84.

Показатель вязкости резиновых смесей является одной из важнейших характеристик их реологических свойств, а также определяет динамику процесса переработки, служит мерой усилия, которое необходимо приложить к материалу для осуществления течения его с заданной скоростью на той или иной стадии процесса. В таблице 2 приведены результаты исследований по определению вязкости по Муни эластомерных композиций с различными пластифицирующими компонентами.

Таблица 1.
Физико-химические характеристики исследуемых пластифицирующих компонентов

Table 1.

Physical-chemical characteristics of the plasticizing components

Показатель Indicator	Исследуемый компонент ДВЧ Monitoring component	Исследуемый компонент СР Monitoring component
Плотность при 20 °С, г/см ³ Density at 20 °C, g/cm ³	880–885	885–890
Вязкость кинематическая, при 40 °С, сСт Coefficient of kinematic viscosity at 40 °C, cSt	55–60	50–70
Кислотное число, мг КОН/г, не более Acidity index, mg KOH, not more than	0–4	1–3
Температура вспышки, °С, не ниже Flash Temperature, °C, not less	195–210	185–195
Температура потери текучести, °С, не выше Pour point, °C, not more than	-23÷–30	-27

Таблица 2.

Вязкость по Муни исследуемых резиновых смесей

Table 2.

Mooney viscosity of the rubber compounds

Наименование введенного ингредиента Ingredient name	Начальная вязкость резиновой смеси, усл. ед. Муни, (Unit) Initial viscosity of the rubber mixture, Mooney units.	Вязкость резиновой смеси, усл. ед. Муни, M _L The viscosity of the rubber compound, Mooney units.
Масло И-20 Oil I-20	52,7	39,4
Пластифицирующий компонент ДВЧ Plasticizing component DVCH	47,1	38,6
Пластифицирующий компонент СР Plasticizing component RA	47,7	33,9

Определение вязкости по Муни резиновых смесей на основе комбинации каучуков СКИ-3 и СКД показало, что введение пластифицирующего компонента СР оказывает более значительное влияние на данный показатель по сравнению с эластомерными композициями, содержащими промышленный пластификатор И-20 и пластифицирующую добавку ДВЧ. Так, вязкость по Муни резиновой смеси на основе смеси СКИ-3 и СКД, содержащей в качестве пластифицирующего компонента СР составляет 33,9 усл. ед. Муни, а при введении исследуемой добавки ДВЧ и промышленного пластификатора И-20 – 38,6 и 39,4 усл. ед. Муни соответственно.

Введение пластифицирующих компонентов способствует более равномерному распределению ингредиентов в резиновой смеси, при этом уменьшается разогрев при смешении, тем самым предотвращается, в известной мере, преждевременная вулканизация смесей, снижается расход электроэнергии на изготовление и последующую обработку резиновых смесей. Специфику переработки каучуков и резиновых смесей определяют их вязко-упругие свойства, проявляющиеся в развитии высокоэластичных деформаций, нарастающих до максимума и реализующих структурную релаксацию напряжений. Испытания по определению вязкости по Муни в подобных случаях оказывается недостаточно для определения всех особенностей

переработки эластомерных композиций, поэтому применяют релаксационные показатели.

Определение релаксации напряжений эластомерных композиций, содержащих различные пластифицирующие компоненты, проводили на вискозиметре MV2000, который

в течение минуты после остановки ротора фиксировал показания остаточного крутящего момента через небольшие промежутки времени. На основании полученных данных рассчитывался коэффициент релаксации (K_p), являющийся одним из критериев оценки перерабатываемости каучуков и резиновых смесей (таблица 3).

Таблица 3.

Показатели релаксации напряжений резиновых смесей

Table 3.

Stress relaxation performance rubber compounds

Наименование введенного ингредиента Ingredient name	Показатели релаксации резиновых смесей Stress relaxation performance rubber compounds	
	Slope ($tg\alpha'$)	$K_p, \%$
Масло И-20 Oil I-20	-0,550	64,72
Пластифицирующий компонент ДВЧ Plasticizing component DVCH	-0,576	64,25
Пластифицирующий компонент СР Plasticizing component RA	-0,525	64,83

Тангенс угла наклона касательной к графику релаксации через 1 с после остановки ротора ($tg\alpha'$), или наклон кривой релаксации в логарифмических координатах (α), является мерой скорости релаксации. На наклон кривой релаксации могут оказывать влияние процесс полимеризации, молекулярно-массовое распределение, разветвление, средняя молекулярная масса, микроструктура, содержание наполнителей, размер их частиц, содержание пластификаторов, добавок, метод смешения и др.

Исследования релаксации напряжений резиновых смесей с различными пластифицирующими компонентами выявили, что введение их в эластомерные композиции на основе комбинации каучуков СКИ-3 и СКД, не оказывает значительного влияния на коэффициент релаксации напряжений резиновых смесей. Изменение данного показателя для смесей с исследуемыми добавками не превышает 1% по сравнению с композицией с промышленным пластификатором.

Метод определения релаксации напряжений сдвига позволяет оценить молекулярно-структурные характеристики эластомерных композиций, а также технологические свойства резиновых смесей. Малое изменение значений релаксационных характеристик при введении различных пластифицирующих компонентов может косвенно свидетельствовать о совмещении добавок с полимером, т. е. о происхождении молекулярного диспергирования за счет

термодинамического сродства пластификатора к полимеру.

Резины представляют собой продукты вулканизации резиновых смесей. Сущность процессов вулканизации заключается в соединении макромолекул каучука поперечными связями различной природы и энергии в пространственную вулканизационную сетку [7]. На данный процесс оказывают влияние все ингредиенты эластомерной композиции.

Вулканизация – это комплекс физико-химических процессов, протекающих в резиновой смеси, основным из которых является соединение (сшивание) макромолекул каучука химическими связями различной энергии и природы в пространственную вулканизационную сетку. При этом свойства таких сеток во многом зависят от распределения и концентрации химических связей, средней молекулярной массы и молекулярно-массового распределения каучука. Определение кинетики вулканизации резиновых смесей на основе комбинации каучуков СКИ-3 и СКД проводили при температурах 143 °С и 153 °С.

В таблице 4 представлены результаты исследований кинетики вулканизации резиновых смесей. Анализ данных таблицы 4 показал, что замена промышленного пластификатора – масла И-20 на исследуемые пластифицирующие добавки оказывает влияние на кинетические параметры процесса вулканизации.

Кинетика вулканизации резиновых смесей

Table 4.

The kinetics of vulcanization of rubber compounds

Наименование введенного ингредиента Ingredient name	Масло И-20 Oil I-20		Пластифицирующий компонент ДВЧ Plasticizing component DVCH		Пластифицирующий компонент СР Plasticizing component RA	
Показатель Index name						
Температура испытаний, °С Temperature test, °C	143	153	143	153	143	153
Минимальный крутящий момент, дН·м Minimum torque, dN·m	4,00	3,84	4,02	4,08	4,38	6,68
Максимальный крутящий момент, дН·м Maximum torque, dN·m	35,47	34,20	36,41	35,66	35,92	36,92
Время увеличения мини-мального крутящего момента на 2 ед., мин Longer minimum torque by 2 units, min	5,69	3,21	5,15	2,98	4,46	1,60
Время достижения заданной степени вулканизации, мин The time to reach the desired degree of vulcanization, min	8,58	4,65	7,69	4,22	6,72	3,02
Скорость вулканизации, дН·м/мин Cure rate, dN·m/min	6,55	12,55	7,85	15,70	8,05	12,96
Разница между максимальным и минимальным крутящим моментом, дН·м The difference between maximum and minimum torque, dN·m	31,47	30,36	32,39	31,58	31,54	30,24
Время достижения максимальной скорости вулканизации, мин Time to reach maximum cure rate, min	7,86	4,38	7,06	4,01	6,07	2,82

Время увеличения минимального крутящего момента на 2 единицы при обеих температурах в резиновых смесях, содержащих отработанные масла ДВЧ и СР, снизилось на 9–22% по отношению к образцам, содержащим промышленный пластификатор, для которых этот показатель при температурах 143 °С и 153 °С составляет 5,69 и 3,21 мин соответственно. В этих случаях, стойкость к подвулканизации таких смесей снизилась. Результаты исследования влияния исследуемых добавок на время достижения оптимальной степени вулканизации представлены на рисунке 1.

Определение времени достижения оптимальной степени вулканизации резиновых смесей на основе комбинации каучуков СКИ-3 и СКД при температурах 143 °С и 153 °С показали, что эластомерные композиции, содержащие в качестве исследуемых добавок продукты переработки отработанного масла (ДВЧ и СР) характеризуются несколько меньшим значением времени достижения оптимальной степени вулканизации. Так, при температуре 153 °С, для резиновой смеси, содержащей в качестве пластифицирующего компонента масло И-20, данный показатель составляет 9,10 мин., а при введении ДВЧ и СР – 7,86 и 6,69 мин. соответственно. Вероятно, причинами ускорения процесса вулканизации резиновых смесей с пластифицирующими компонентами на основе вторичного сырья (ДВЧ и СР) являются их более низкое кислотное число и несколько увеличенная ненасыщенность.

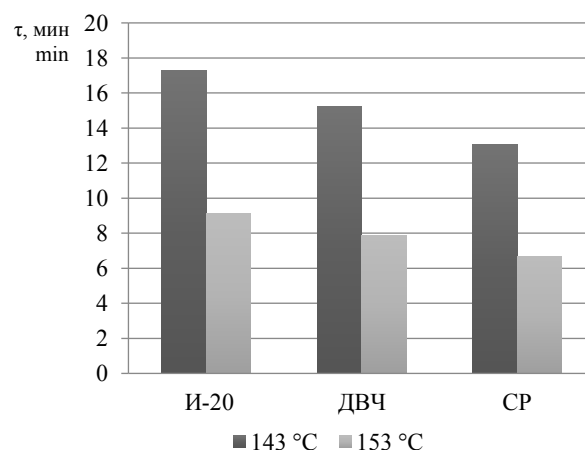


Рисунок 1. Время достижения оптимальной степени вулканизации резиновых смесей (τ) в зависимости от температуры процесса

Figure 1. Time to achieve an optimal degree of vulcanization of rubber mixtures (τ) depending on process temperature

Закключение

Таким образом, результаты исследования технологических свойств эластомерных композиций с пластифицирующими компонентами ДВЧ и СР показали, что их использование в составе эластомерных композиций приводит к уменьшению вязкости по Муни резиновых смесей, практически не оказывает влияния на релаксационные процессы в объеме эластомерной матрицы и к сокращению оптимума вулканизации по сравнению с композицией, содержащей широко применяемый в промышленности пластификатор – масло И-20.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Корнев А.Е. Технология эластомерных материалов. Учебник. М.: ИСТЕК, 2009. 502 с.
- 2 Резниченко С.В., Морозов Ю.Л. Большой справочник резинщика: в 2 частях. Ч. 1: Резины и резино-технические изделия. М.: Техинформ, 2012. 744 с.
- 3 Каменчук Я.А. Отработанные нефтяные масла и их регенерация: дис. ... канд. хим. наук : 02.00.13. Томск, 2007. 131 с.
- 4 Осошник И.А., Шутилин Ю.Ф., Карманова О.В. Производство резиновых технических изделий. Воронеж: ВГТА, 2007. 972 с.
- 5 Гришин Б.С. Материалы резиновой промышленности (информационно-аналитическая база данных): монография. Ч. 1. Казань: КГТУ, 2010. 506 с.
- 6 Остриков В.В. Топливо, смазочные материалы и технические жидкости. Учеб. пособие под ред. Е.С. Мордасова. Тамбов: ТГТУ, 2008. 304 с.
- 7 Новаков И.А. и др. Реологические и вулканизационные свойства эластомерных композиций. М.: ИКЦ «Академкнига», 2006. 332 с.

REFERENCES

- 1 Kornev A.E. Tekhnologiya elastomernykh materialov [Technology of elastomeric materials]. Moscow, ISTEK, 2009, 502 p. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Жанна С. Шашок к.т.н., доцент, кафедра технологии нефтехимического синтеза и переработки полимерных материалов, Белорусский государственный технический университет, ул. Свердлова, 13а, г. Минск, 220006, Республика Беларусь, shashok@belstu.by

Анастасия В. Лешкевич аспирант, кафедра технологии нефтехимического синтеза и переработки полимерных материалов, Белорусский государственный технический университет, ул. Свердлова, 13а, г. Минск, 220006, Республика Беларусь, nastyonke@mail.ru

Наталия В. Круглик начальник технологического отдела, ЗАО «Амкодор-Эластомер», ул. Пономаренко, 7-4, г. Минск, Республика Беларусь, natakru13@mail.ru

Ольга В. Карманова д.э.н., зав. кафедрой, кафедра химии и химической технологии органических соединений и переработки полимеров, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, karolga@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Жанна С. Шашок обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперимент, выполнила расчёты

Анастасия В. Лешкевич написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

Наталия В. Круглик предложила методику проведения эксперимента

Ольга В. Карманова консультация в ходе исследования

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 20.10.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 04.11.2016

2 Reznichenko S.V., Morozov Yu.L. Bol'shoy spravochnik rezinshchika. Ch. 1: Reziny i rezi-notekhnicheskie izdeliya [Large handbook of rubber technologist. Part 1: Rubber and rubber products]. Moscow, Tekhinform, 2012. 744 p. (in Russian)

3 Kamenchuk Ya. A. Otrabotannyye neftnyanye masla i ih regeneratsiya [Waste petroleum oils and their recycling] Tomsk, 2007, 131 p. (in Russian)

4 Grishin B.C. Materialy rezinovoy promyshlennosti (informatsionno-analiticheskaya baza dannykh) [Materials of rubber industry (information-analytical database)] Kazan, Kazanskiy gosudarstvennyy tekhnologicheskii universitet, 2010, 506 p. (in Russian)

5 Ososhnik I.A., Shutilin Yu.F., Karmanova O.V. Proizvodstvo rezinotekhnicheskikh izdelii [Production of rubber technical products] Voronezh, VGUIT, 2007. 972 p. (in Russian)

6 Ostrikov V.V. Topливо, smazochnyye materialy i tekhnicheskie zhidkosti : ucheb. posobie [Fuel, lubricants and industrial fluids : a educational book]. Tambov, TGTU, 2008, 304 p. (in Russian)

7 Novakov I.A. et al. Reologicheskie i vulkanizatsionnyye svoystva elastomernykh kompozitsiy [Rheological and vulcanization properties of elastomeric compositions] Moscow, Akademkniga, 2006, 332 p. (in Russian).

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Zhanna S. Shashok candidate of technical sciences, assistant professor, technology of petrochemical synthesis and polymer materials processing department, Belarusian state technological university, Sverdlova str., 13a Minsk, 220006, Republic of Belarus, shashok@belstu.by

Anastasiya V. Leshkevich graduate student, technology of petrochemical synthesis and polymer materials processing department, Belarusian state technological university, Sverdlova str., 13a Minsk, 220006, Republic of Belarus, nastyonke@mail.ru

Nataliya V. Kruglik chief of technology department, CJIS "Amkodori-Elastomer", Ponomarenko str., 7-4, Minsk, 220015, Republic of Belarus, natakru13@mail.ru

Olga V. Karmanova doctor of chemical sciences, head of department, chemistry and chemical technology of organic compounds and polymers processing department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia, karolga@mail.ru

CONTRIBUTION

Zhanna S. Shashok review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

Anastasiya V. Leshkevich wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Nataliya V. Kruglik proposed a scheme of the experiment

Olga V. Karmanova consultation during the study

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 10.20.2016

ACCEPTED 11.4.2016

Влияние магнитных полей на свойства герметизирующих материалов аэродромных покрытий

Сергей С. Никулин ¹	nikulin_sergey48@m.ru
Алексей Н. Внуков ²	vnukovaleksei@mail.ru
Юлия Е. Шульгина ²	prostoyulianna@mail.ru
Евгений Е. Соболев ³	sobolev_jenia@mail.ru

¹ кафедра технологии органического синтеза и высокомолекулярных соединений, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия

² научно-исслед. отдел НИЦ (проблем прим., обеспеч. и упр. авиацией ВВС), Военный учебно-научный центр ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина, ул. Старых Большевиков, 54А, г. Воронеж, 394064, Россия

³ кафедра защитных сооружений, Военный учебно-научный центр ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина, ул. Старых Большевиков, 54А, г. Воронеж, 394064, Россия

Реферат. В настоящее время большое внимание уделяется совершенствованию технологии производства аэродромных покрытий. Это связано с тем, что аэродромные покрытия подвергаются комплексному воздействию разноплановых факторов, таких как перепады температур, ударные нагрузки и др. В последние годы в технологии производства аэродромных покрытий активно используются новые материалы, которые выпускаются в промышленных масштабах. Применение их в качестве аэродромных покрытий позволяет увеличить срок их службы и повысить безопасность эксплуатации воздушного транспорта. В представленной работе рассмотрены основные проблемы, возникающие при эксплуатации цементобетонных аэродромных покрытий. Для обеспечения качественных долговременных эксплуатационных характеристик покрытия необходимо уделять большое внимание качеству герметизирующего материала швов аэродромных покрытий. Появившиеся в последние годы работы по применению физических полей в технологии производства полимерных материалов показали, что использование позволяет повысить ряд показателей получаемых композитов. В целях повышения качества герметиков возможно применение магнитных полей различной интенсивности. Проведенный комплекс экспериментальных исследований по обработке герметизирующих материалов в постоянном магнитном поле с различной интенсивности показал, что данная разработка позволяет повысить ряд эксплуатационных характеристик герметика. Описан анализ аэродромного герметика на морозостойкость. По результатам экспериментов оптимизированы условия проведения магнитной обработки герметика. Применение магнитной обработки с напряжённостью от $6 \cdot 10^4$ до $30 \cdot 10^4$ А/м в течении 15 мин способствует увеличению морозостойкости герметиков. Полученные результаты подтвердили теорию ориентации полимеров под действием магнитной обработки.

Ключевые слова: аэродромные герметики, магнитное поле, обработка, свойства герметизирующих материалов

The effect of magnetic fields on the properties of sealing materials of airfield pavements

Sergei S. Nikulin ¹	nikulin_sergey48@m.ru
Aleksei N. Vnukov ²	vnukovaleksei@mail.ru
Yuliya E. Shulgina ²	prostoyulianna@mail.ru
Evgenii E. Sobolev ³	sobolev_jenia@mail.ru

¹ organic synthesis technology and high-molecular compounds department, Voronezh state university of engineering technology, Revolution ave, 19, Voronezh, 394066, Russia

² Research and Development Research Center (application problems and ensure the Air Force aviation control) department, Military Training and Research Center of the Air Force "Air Force Academy named after Prof. N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin", Starych Bolshevikov str., 54A, Voronezh, 394064, Russia

³ department of defense equipment, Military Training and Research Center of the Air Force "Air Force Academy named after Prof. N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin", Starych Bolshevikov str., 54A, Voronezh, 394064, Russia

Summary. Currently, much attention is paid to the improvement of production technology airfield pavements. This is due to the fact that the airfield pavements are exposed to the combined effect of diverse factors, such as temperature extremes, shock, and others. In recent years, production technology, new materials are widely used airfield pavements, which are produced on an industrial scale. Using them as airfield pavements can increase the battery life and improve the safety of air operations. In this study, the main problems arising from the operation of cement-concrete airfield pavements. To ensure the quality of long-term performance characteristics of the coating is necessary to pay great attention to the quality of the sealing seams airport paving material. Appeared in recent years, the work on the application of physical fields in production technology of polymeric materials have shown that the use can increase the number of indicators derived composites. In order to improve the quality of sealants can be applied magnetic fields of varying intensity. The above set of experimental studies on the treatment of sealing materials in a constant magnetic field with varying intensity has shown that this development can improve a number of performance characteristics of the sealant. Described analysis airfield sealant to frost. As a result of experiments, optimized conditions for the magnetic treatment of the sealant. Application of magnetic treatment with tensions from $6 \cdot 10^4$ to $30 \cdot 10^4$ A/m for 15 minutes helps to increase frost resistance sealants. The results confirmed the theory of polymer orientation under the action of magnetic treatment.

Keywords: sealants airfield, magnetic field, treatment, properties of the sealing material

Для цитирования

Никулин С. С., Внуков А. Н., Шульгина Ю. Е., Соболев Е. Е. Влияние магнитных полей на свойства герметизирующих материалов аэродромных покрытий // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 207–214. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-207-214

For citation

Nikulin S. S., Vnukov A. N., Shulgina Yu. E., Sobolev E. E. Effect of quaternary ammonium salts in the process of extracting oil filled rubber latex. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 207–214. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-207-214

Введение

Аэродромные покрытия представляют собой комплекс сложных инженерных сооружений, к эксплуатации которых предъявляются высокие требования [1].

В последние годы наблюдается возрастающая потребность в проведении эксплуатационных ремонтов цементобетонных покрытий аэродромов государственной авиации. Это обусловлено тем, что значительная часть существующих жёстких аэродромных покрытий, расположенных в различных регионах России имеют повреждения, с локальным характером разрушения.

В настоящее время в сложившихся неблагоприятных экономических условиях полномасштабная реконструкция аэродромов представляется проблематичной. Это обуславливает необходимость поиска и применения нетрадиционных методов, основанных на использовании современных способов диагностических обследований и расчётов оценки надёжности покрытий, на внедрении прогрессивных ремонтно-строительных технологий и новых эффективных материалов.

Анализ условий эксплуатации цементобетонных аэродромных покрытий показал, что на протяжении всего периода службы, они работают при постоянном напряжении из-за частой смены температурно-влажностного режима, многократно повторяющихся динамических нагрузок, что приводит к возникновению и развитию трещин. Опасность сквозных трещин заключается в снижении несущей способности цементобетонных покрытий, вследствие чего происходит проникновение воды в грунтовое основание.

К характерным разрушениям цементобетонных покрытий относятся нарушения целостности стыковых соединений и заполнителей швов. Для обеспечения качественных долговременных эксплуатационных характеристик покрытий необходимо уделять большое внимание качеству герметизирующего материала аэродромных швов [1].

В нашей стране доказательством необходимости использования качественных аэродромных герметиков является работа специалистов «НПО ПРОГРЕССТЕХ» в области строительства, реконструкции аэродромных покрытий и их ремонта. Проведенные исследования указывают на то, что долговечность аэродромных покрытий напрямую зависит от качества герметизирующих швов [2].

Герметизирующие материалы, применяемые при строительстве аэродромов, имеют различный состав, консистенцию и обладают показателями, изменяющимися в широком диапазоне, в зависимости от типа и условий эксплуатации.

По характеру применения герметики классифицируют на герметики холодного и горячего применения.

Среди герметизирующих материалов горячего применения используют полимерно-битумные герметики (ПБГ), резино-битумное вяжущее (РБВ) ТУ 21–27–75, которое представляет собой смесь резиновой крошки и битумов, кумароновой смолы, мягчителей, различных полимерных добавок (полиизобутилен). Применяются битумные смеси, изготовленные с частичным замещением битума гранулами пробки и резины. Проводится модификация полимерами битума [3,4].

Создан ряд более качественных материалов на основе битума, среди которых битумно-полимерный аэродромный герметик (БПАГ), представляющий собой однородную смесь битума, модифицирующих полимерных добавок, мягчителя и тонкомолотого минерального наполнителя.

На большинстве аэродромов иностранных государств применяют в качестве герметизирующего материала битумно-полимерные материалы, такие как герметик Burke 3055 Isotex, Stekoх, улучшенная каучуком битумная эмульсия Sulfiton [5].

В последнее время, как в России, так и за рубежом развивается производство герметизирующих материалов холодного применения. Такие герметики имеют более высокую стоимость, но обладают повышенными физико-механическими показателями.

В аэродромном строительстве применяют тиоколовые герметики марок ГС-1, УТ-38Г, СМ – 0,5, «Гидром», У-30 МЭС-10, а также их модификации [6].

В особую группу можно отнести кремнийорганические (силиконовые) герметики, которые получили широкое распространение и всё чаще применяются в тех случаях, когда для заполнения швов ранее использовались материалы других видов.

Герметики холодного и горячего применения обладают как достоинствами, так и недостатками, то есть ни один из них в полной мере не соответствует требованиям, предъявляемым к аэродромным герметикам.

Повышение физико-механических и эксплуатационных характеристик возможно достичь с помощью обработки герметизирующих материалов в магнитных полях различной интенсивности.

Магнитная обработка находит широкое применение в промышленности для очистки, обеззараживания вод, интенсификации химических процессов. [7]. Известны положительные результаты, полученные при использовании магнитных полей при отверждении мочевиноформальдегидных смол [8]. Установлено [9], что при воздействии магнитного поля на расплавы термоэластопластов повышается микротвердость и разрывная прочность полимеров

в блочном состоянии. Авторами [10] приведены данные по увеличению адгезионной прочности магнитообработанных полимерных покрытий на металлических подложках. В статьях [11, 12] показано, что обработка бутадиен-стирольного латекса СКС-30 АРК магнитным полем в течение пяти минут и более позволяет снизить расход коагулирующих агентов в 1,5–2,0 раза.

На основе изложенного выше, можно сделать предположение о том, что магнитная обработка герметизирующих составов также должна позволить повысить ряд эксплуатационных показателей аэродромных защитных покрытий и швов.

Цель работы – исследование влияния магнитных полей на свойства герметизирующих материалов аэродромных покрытий.

Экспериментальная часть

В качестве герметизирующего материала использовали герметик горячего применения БПАГ-50. Интерес к изучению поведения данного герметика при воздействии на него магнитного поля основан на том, что данный герметик – материал высокого качества и имеет невысокую стоимость.

В таблице 1 представлены физико-механические характеристики герметизирующего материала.

С целью обработки образцов аэродромных герметиков в постоянном магнитном поле применяли установку, общий вид которой изображен на рисунке 1. На рисунке 2 представлена принципиальная схема установки для обработки герметика в магнитном поле.

Таблица 1.

Физико-механические характеристики герметика БПАГ-50

Table 1.

Physical and mechanical properties of the sealant BPAG-50

Температура размягчения, °C Softening point, °C	Температура устойчивости, °C Temperature-resistance, °C	Когезионная прочность, МПа Cohesive strength, MPa	Относительное удлинение, % Relative extension, %
170	160	0,5	60–70

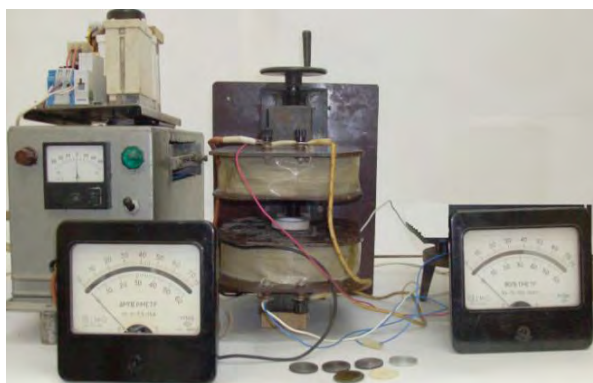


Рисунок 1. Общий вид установки для воздействия на образец аэродромного герметика постоянным магнитным полем

Figure 1. General view of the installation for influencing the pattern of airfield sealant constant magnetic field

Электромагнитный индуктор состоит из двух подвижных обмоток электромагнита. Магнитное ярмо – 4 смонтировано из двух подвижных башмаков – 2, выполнено из стали марки 10880 (ГОСТ 11036-75). Намагничивающие катушки – 1, выполненные из провода марки ПСД и последовательно соединены между собой. Электромагнит подключен к блоку питания – 5, от которого подается ток силой до 12А на обмотку катушек – 1.

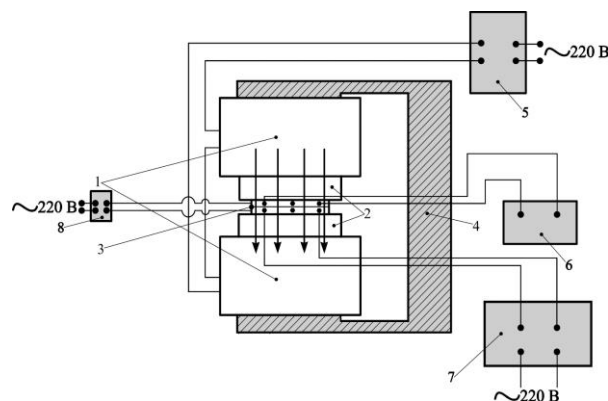


Рисунок 2. Принципиальная схема установки для воздействия на образец постоянным магнитным полем: 1 – обмотка электромагнита; 2 – башмаки электромагнита; 3 – нагревательное устройство с образцом; 4 – ярмо; 5 – блок питания; 6 – потенциометр; 7 – источник питания нагревательного устройства; 8 – источник питания

Figure 2. Schematic diagram of the installation for the exposure of the sample constant magnetic field: 1 – electromagnet coil; 2 – the shoes of an electromagnet; 3 – a heating device with a sample; 4 – yoke; 5 – power supply; 6 – potentiometer; 7 – a heater power supply devices; 8 – power supply

Регулируется напряжённость магнитного поля с помощью изменения силы подаваемого тока и расстояния между полюсами электромагнита.

Напряжённость магнитного поля достигает $30 \cdot 10^4$ А/м. В зоне рабочей ячейки необходимый тепловой режим поддерживается с помощью специального нагревательного элемента с универсальным источником питания – 7. Через потенциометр – 6 в рабочей ячейке информация о тепловом режиме поступает от двух хромель-копелевых термопар. Потенциометр в сочетании со специальным устройством регулирует температурный режим.

На рисунке 3 представлены графики зависимости напряжённости магнитного поля от силы тока при изменении расстояния полюсов. Отклонения не превышают 0,01–0,02%.

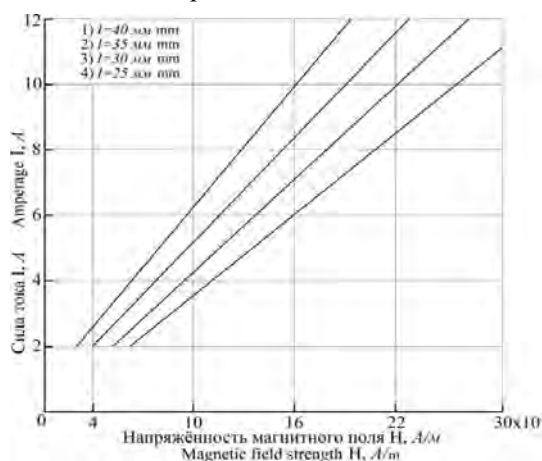


Рисунок 3. Зависимости напряжённости магнитного поля H от силы тока I при различном межполюсном расстоянии l

Figure 3. Dependence of intensity of a magnetic field H of the current I at different interpolar distance l

Обработка герметика в магнитном поле осуществлялась следующим образом. Устанавливается межполюсное расстояние, затем подаётся электрический ток постоянного напряжения заданной величины, напряжённость магнитного

поля изменяли от $6 \cdot 10^4$ до $30 \cdot 10^4$ А/м. Нагревательным элементом регулируется температура. В рабочую ячейку помещается ёмкость из магнитневосприимчивого материала (стекло, фторопласт) с образцом аэродромного герметика. Обрабатывают в течение 20 мин.

Анализ аэродромного герметика на морозостойкость. Для проведения экспериментов применяли медицинский морозильник SanyoMDF-U4186S, регулируемый диапазон температуры: $-20 \sim -86$ °С. Точность контроля температуры: ± 1 °С.

Метод исследования морозостойкости основывается на охлаждении образца герметика и определении температуры, при которой на образце появляются изломы и трещины.

Изготавливают шесть образцов нанесением герметика толщиной $0,5 \pm 0,05$ мм на полоски фольги размером $60 \times 15 \times 0,025$ мм. Образцы выдерживают не менее 1 ч при температуре (23 ± 2) °С.

Готовые образцы помещают в морозильную камеру, в которой выдерживают при температуре (-25 ± 1) °С в течение (20 ± 5) мин. По истечении заданного времени образцы извлекают из морозильной камеры и прикладывают к ровной поверхности бруса. Конец образца изгибают в течение (2 ± 1) с вокруг закругленной части бруса до достижения другой ровной поверхности. Визуально оценивают наличие трещин и изломов.

Время испытания одного образца не должно превышать 5 с. При отсутствии трещин испытания проводят, снижая каждый раз температуру в морозильной камере на 3 °С, до появления трещин или изломов не менее чем у двух испытываемых образцов. За результат испытания принимают минимальную температуру, при которой не менее чем у пяти испытанных образцов не обнаружено трещин и изломов [13].

Результаты испытаний представлены на рисунке 4.

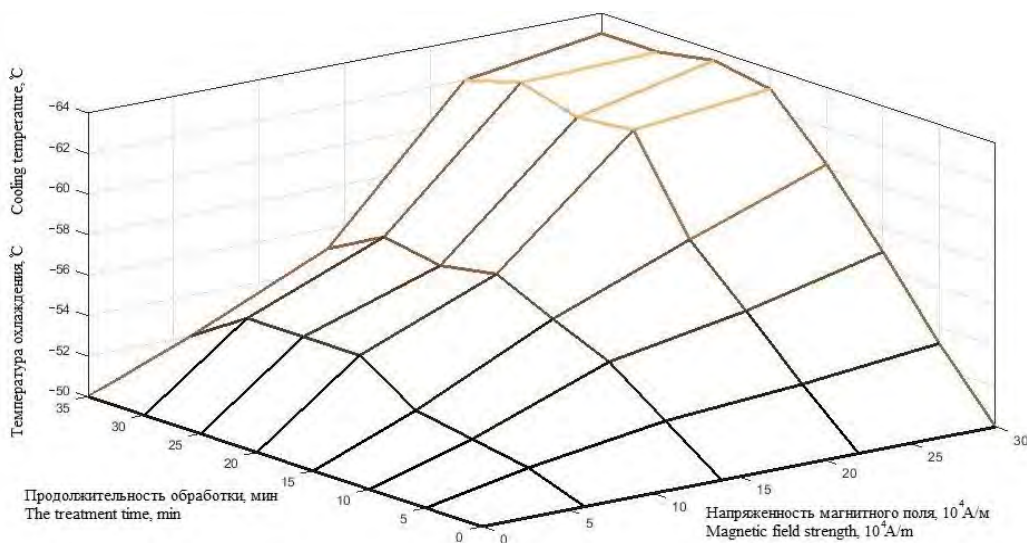


Рисунок 4. Зависимость хрупкости герметика от продолжительности магнитной обработки герметика и напряжённости магнитного поля

Figure 4. Dependence sealant fragility duration from magnetic treatment of the sealant and the magnetic field strength

На рисунке 4 приведена зависимость хрупкости герметика БПАГ-50 от продолжительности магнитной обработки герметика и напряженности магнитного поля. Анализ полученных экспериментальных данных показал, что обработка аэродромного герметика магнитным полем приводит к снижению температуры хрупкости. При напряженности $22\text{--}30 \cdot 10^4$ А/м и продолжительности магнитной обработки 20–30 мин герметик растрескивается при температуре $(-62)\text{--}(-64)^\circ\text{C}$, тогда как без магнитной обработки растрескивание происходит при температуре -50°C .

Возможно, снижение температуры хрупкости герметика под действием магнитного поля происходит в результате ориентации полимерных цепей. Существует ряд теорий, описывающих упорядочение растворов и расплавов полимеров.

Первая теория упорядочения полимерных цепей была предложена Онсагером в работе [14], в которой рассмотрен случай атермического раствора, где жидко-кристаллическое упорядочение происходит по стерическим причинам. Флори был развит другой подход упорядочения в растворе жестких стержней [15]. Теория Флори основана на предположении, что размер полимера определяется уравниванием таких двух факторов, как энтропия упругости полимера и расталкивание мономеров, т. е. определяется минерализацией свободной энергии.

В работе [16] рассмотрено влияние внешнего поля на упорядочение расплавов гибкоцепных полимеров, в рамках решеточной модели проведено рассмотрение проблемы при наложении на них внешнего поля. Исследования указывают на то, что внешнее поле индуцирует в расплаве фазовый переход в сильно упорядоченное состояние с развернутыми цепями.

Влияние магнитного поля на ориентационные процессы жесткоцепных полимеров было обнаружено для расплавов полиэфиров, полученных поликонденсацией 2,2'-диметил-4,4'-азоксибензола с хлоридом двухосновной додекановой и 3-метилэтил-адипиновой кислот, ароматических полиэфиров, сополимеров на основе пимелиновой кислоты цетоксифенил-4-ацетоксибензоата, сополимеров диацетатаметилгидрохинона и пирокатехина, 4,4'-бис(эпоксипропокс) – метилстильбена, отвержденного сульфониламидом [17] и др.

Применяемая мастика состоит из битума, модифицирующих полимерных добавок, тонкомолотых минеральных наполнителей.

Битум является коллоидной системой, в которой диспергированы асфальтены, а дисперсионная среда – смолы и масла. Асфальтены

имеют размер частиц 18–20 мкм, являются ядрами, каждое из которых окружено оболочкой с убывающей плотностью – от тяжелых смол к маслам.

Средний фракционный состав дорожных битумов:

Масла 50–70%;

Смолы 20–40%;

Асфальтены 10–20%.

На рисунке 5 и 6 представлены модели полимерной структуры монослоя асфальтенов и молекулы смолы [18, 19].

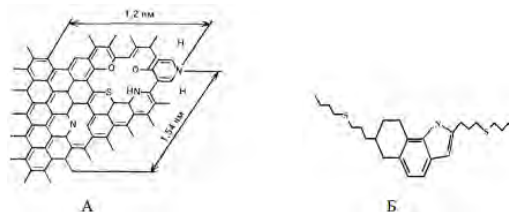


Рисунок 5. А) модель полимерной структуры монослоя асфальтенов; Б) модель молекулы смолы.

Figure 5. A) model of a polymer monolayer structure of asphaltene; B) resin model of the molecule.

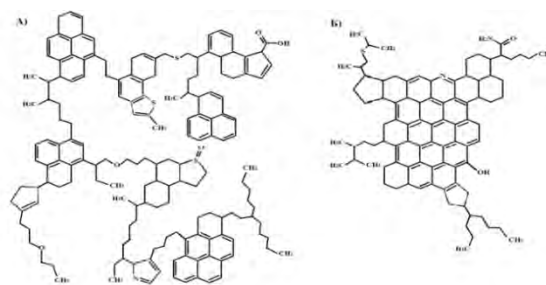


Рисунок 6. Модель молекул асфальтенов: А) тип «архипелаг»; Б) тип «континент»

Figure 6. Model asphaltene molecules: a) type of «Archipelago»; B) type of «Continent»

Молекулы А способствуют формированию упорядоченных надмолекулярных структур в матрице битума, а молекулы Б отвечают за стабилизацию частиц.

В работе [20] иерархия структур в зависимости от концентрации молекул асфальтенов описывается схемой: молекулы – наноагрегаты – кластеры наноагрегатов (рисунок 7).

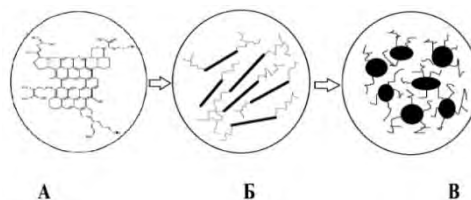


Рисунок 7. Модель Йена-Муллинса: А) молекула асфальтена Б) наноагрегаты асфальтенов В) кластеры наноагрегатов

Figure 7. Model Yen-Mullins: A) asphaltene molecule B) nanoaggregates asphaltene C) clusters nanoaggregates

Дисперсная частица может быть представлена как центрально-симметричное образование с плотным ядром, содержащим парамагнитные молекулы (высокомолекулярные парафины, высококонденсированная ароматика, гетероциклические соединения, металлоорганика), вокруг которых группируются ароматические, нафтеновые и парафиновые углеводороды в соответствии со значениями потенциалов парного взаимодействия, с постепенным снижением плотности потенциала межмолекулярного взаимодействия от центра частицы к ее периферии. При этом дисперсионная среда является также многокомпонентным нефтяным раствором [21].

Парамагнетизм нефтепродуктов и нефтеподобных веществ, оцениваемый числом парамагнитных центров (ПМЦ), изменяется от 1015 спин/г для бензиновой фракции, до 1022 спин/г для прокаленных коксов.

Стабильными парамагнитными характеристиками обладают асфальтены или более конденсированные соединения, составляющие ядро дисперсной частицы. Близлежащий к ядру слой молекул, преимущественно смолы, обладает диамагнитными характеристиками. В отсутствие внешнего ориентирующего фактора система мало ориентирована. Надмолекулярные структуры – находятся в хаотическом расположении. Под воздействием определенных внешних факторов система становится ориентированной более однородно. При этом может изменяться соотношение компонентов условного ядра и аморфного переходного слоя локальной флоккулы, плотность упаковки молекулярных фрагментов в этих областях, их прочность и т. д. [21].

Исследования [22] показали, то обработка нефти с различным содержанием смолистых компонентов знакопеременным магнитным полем существенно влияет на размеры частиц коллоидно-дисперсной фазы нефтяных систем и, следовательно, на их реологические характеристики. Для нефти, характеризующейся повышенным содержанием полярных кислых смол, после магнитной обработки наблюдается снижение размеров нефтяных ассоциатов, уменьшение вязкости, статического напряжения сдвига и энергии активации вязкого течения. Для нефти с повышенным содержанием неполярных нейтральных смол после магнитной

обработки отмечено увеличение размеров ассоциатов и значений реологических параметров. Через определенный промежуток времени происходит частичное или полное восстановление первоначальных размеров ассоциатов и релаксация реологических свойств магнитообработанной нефти [22].

Малоэнергетические технологии (магнитные, электрические и др.), с помощью которых можно без заметных внешних энергетических затрат или с использованием внутренних резервов вещества перестраивать его структуру, являются наиболее перспективными в виду их экономичности, эффективности и доступности. Эти методы находят все более широкое применение в нефтяной промышленности. Их использование позволяет за короткий промежуток времени достичь значительного уровня разрушения структуры нефтяных ассоциатов (т. е. к изменению их размеров и изменению соотношения фаз), образованных смолисто-асфальтовыми компонентами и кристаллическими парафиновыми углеводородами, и поддерживать этот уровень в течение времени, необходимого для осуществления массообменных процессов [22].

В результате направленного изменения внешними воздействиями происходит перераспределение углеводородов между фазами, реализуются стадии фазового перехода, которые влияют на прочностные свойства.

Внешние воздействия становятся управляемыми параметрами, которые позволяют регулировать выход и качество нефтепродуктов.

Выводы

1. Впервые, с целью улучшения качества аэродромных герметиков, была применена обработка материалов в постоянном магнитном поле.

2. Применение магнитной обработки с напряжённостью от $6 \cdot 10^4$ до $30 \cdot 10^4$ А/м в течении 15 мин способствует увеличению морозостойкости герметиков практически в 2 раза. Установлены режимы магнитной обработки герметизирующих материалов, обеспечивающие оптимальное сочетание времени обработки исследуемых показателей.

3. Полученные результаты подтвердили теорию ориентации полимеров под действием магнитной обработки.

ЛИТЕРАТУРА

1 Лешицкая Т.П., Попов В.А. Современные методы ремонта аэродромных покрытий. М.: МАДИ-ТУ, 1999. 132 с.

2 Рекомендации по поддержанию по поддержанию искусственного покрытия ВПП аэропорта Минеральные Воды в эксплуатационном состоянии на основании результатов его обследования и испытания: Отчёт о НИР / ГПН и НИИ ГА «Аэропроект». М., 1993. 42 с.

3 Перейра Симао М. С. и др. Механические свойства битумных смесей, изготовленных с гранулами пробки или резины в качестве частичных заместителей // Промстройпроект. и строит. матер. 2013. № 41. С. 209-215.

4 Чинг Ч. и др. Модификация полимерами битума: достижения и требования // Европейский журнал полимеров. 2014. № 54. С. 18-38.

5 Новый двухупаковочный клей-герметик для строительства. Новый клей-герметик 2К для строительной промышленности // Адгезия - Склеивание и герметизация. 2015. № 59(3). С. 47.

6 Обзор герметизирующих материалов для аэродромных покрытий 26 ЦНИИ. М.: Изд-во МО РФ, 2001. 56 с.

7 Душкин С.С. и др. Современные методы очистки воды и пути их // Бюл. НТИ ЦНИИТЭИчермет. 1982. № 23. С. 45-46.

8 Никулин С.С. Попов В.М., Латынин А.В., Шендриков М.А. Механизм воздействия электрического поля на прочность клеевых соединений // ЖПХ. 2013. Т. 86. № 4. С. 643-646.

9 Молчанов Ю.М., Кисис Э.Р., Родин Ю.П. Структурные изменения полимерных материалов в магнитном поле // Механика полимеров. 1973. № 4. С. 737-738.

10 Кестельман В.Н. Физические методы модификации полимерных материалов. М.: Химия, 1980. 224 с.

11 Никулин С.С., Шульгина Ю.Е., Пояркова Т.Н. Особенности выделения каучука из латекса N, N-диметил-N, N-диаллилалламмоний хлоридом при воздействии магнитным полем // ЖПХ. 2014. Т. 87. № 7. С. 974-979.

12 Никулин С.С., Шульгина Ю.Е., Пояркова Т.Н. Влияние воздействия магнитного поля на процесс коагуляции бутадиен-стирольного латекса СКС-30 АРК в присутствии поли-N, N-диметил-N, N-диаллилалламмоний хлорида // ЖПХ. 2014. Т. 87. № 11. С. 89-92.

13 ГОСТ 30740-2000. Материалы герметизирующие для швов аэродромных покрытий. М.: Изд-во стандартов, 2002. 19 с.

14 Онсагер Л. // Анн. Н. Акад. Наук. 1949. Т. 51. С. 627.

15 Флори П.Д. // Другие журналы Королевского общества. Лондон. 1956. Т. 234. № 1. С. 60.

16 Василенко С.В., Хохлов А.Р., Шибаев В.П. // Макромолекулы. 1984. Т. 17. С. 2275.

17 Бенисевич Р.Х., Смит М.Е., Эрлс Д.Д. Ориентация в магнитном поле жидкокристаллической эпоксидной смолы // Макромолекулы. 1998. Т. 31. С. 4730-4738.

18 Боек Е.С., Хиден Т.Ф. Многомасштабное моделирование агрегации асфальтенов и осаждения капиллярного потока // Королевское общество химии. 2010. № 144. С. 271-284.

19 Тухватуллина А.З. и др. Супрамолекулярные структуры масел систем как ключ к регулированию нефтяного поведения // Нефтяная и экологическая биотехнологии. 2013. Т. 4. № 4. С. 1-8.

20 Унгер Ф.Г. и др. Наносистемы, дисперсные системы, квантовая механика, спиновая химия. Томск: ТМЛ-Пресс, 2010. 264 с.

21 Пивоварова Н.А. и др. О свойствах и строении нефтяных дисперсных систем // Вестник Астраханского государственного технического университета. 2008. № 6(47). С. 138-143.

22 Лоскутова Ю.В. Влияние магнитного поля на структурно-реологические свойства нефтей // Известия Томского политехнического университета. 2006. Т. 309. № 4. С. 104-109.

REFERENCES

1 Leschitskaya T.P., Popov V.A. Sovremennyye metody remonta aerodromnykh pokrytii [Modern methods of repair of airfield pavement] Moscow, MADI-TU, 1999. 132 p. (in Russian)

2 Rekomendatsii po podderzhaniyu iskustvennogo pokrytiya VPP aeroporta [Recommendations for keeping the maintenance of artificial turf runway airport in Mineralnye Vody operating condition based on the results of his inspection and testing: Report on R & D / FPG and NII GA «Aeroproject»] Moscow, 1993. 42 p. (in Russian)

3 Pereira Simao M. S. et al. Mechanical performance of asphalt mixtures produced with cork or rubber granulates as aggregate partial substitutes. *Promstroiproekt* [Constr. and Build. Mater.] 2013, no. 41, pp. 209-215. (in Russian)

4 Zhu Jiqing, et al. Polymer modification of bitumen: Advances and challenges // *Eur. Polym. J.* 2014. no. 54. pp. 18-38. (in Russian)

5 New two-pack adhesive sealant for construction. Neuer 2K-Klebdichtstoff für die Bauindustrie. [Adhas. - Kleben und Dichten] 2015, no. 59(3), pp. 47. (in Germ.)

6 Obzor germetiziruyushchikh materialov [Overview of sealing materials for airfield pavement 26 CRI.] Moscow, MO RF, 2001. (in Russian)

7 Dushkin S.S. et al. Modern methods of water treatment and ways. *Bulleten' NTI TsNIITelchermet* [Bul. STI TsNIITelchermet] 1982, no. 23. pp. 45-46 (in Russian).

8 Nikulin S.S. Popov V.M., Latinin A.V., Shendrikov M.A. The mechanism of action of the electric field strength of adhesive joints. *ZhPKh* [Russian Journal of Applied Chemistry]. 2013, vol. 86. no. 4. pp. 643-646. (in Russian)

9 Molchanov Y.U., Kisis E.R., Rodin Y.U. Structural changes of polymeric materials in the magnetic field. *Mekhanika polimerov* [Mechpolymers]. 1973. no 4. pp. 737-738. (in Russian)

10 Kestelman V.N. Fizicheskie metody modifikatsii [Physical methods for the modification of polymeric materials] Moscow, Khimiya, 1980. 224 p. (in Russian)

11 Nikulin S.S., Shulgina Y.E., Poyarkova T.N. Features isolation rubber latex N, N-dimethyl-N, N-di-allylammonium chloride when exposed to a magnetic field. *ZhPKh* [Russian Journal of Applied Chemistry] 2014. vol. 87. no. 7. pp. 974-979. (in Russian)

12 Nikulin S.S., Shulgina Y.E., Poyarkova T.N. The influence of the magnetic field on the coagulation process of styrene butadiene latex ARC SCS 30 in the presence of poly-N, N-dimethyl-N, N-di-allylammonium chloride *ZhPKh* [Russian Journal of Applied Chemistry] 2014. vol. 87. no 11. pp. 89-92. (in Russian)

13 GOST 30740-2000. Materialy germetiziruyushchie [State standard 30740-2000 Sealing materials for airfield pavement seams] Moscow, Izd. standartov, 2002. 19 p. (in Russian)

14 Onsager L. // Ann. N. Acad. Sci. 1949. vol. 51. pp. 627.

15 P.J. Flory // Other Royal Society journals. London. 1956. vol. 234. no 1. pp. 60.

16 Vasilenko S.V., Khokhlov A.R., Shibaev V.P. *Makromolekuly* [Macromolecules] 1984. vol. 17. pp. 2275. (in Russian)

17 Benicewicz B.C., Smith M.E., Earls J.D. Magnetic Field Orientation of Liquid Crystalline Epoxy Thermosets *Makromolekuly* [Macromolecules]. 1998. vol. 31. pp. 4730–4738. (in Russian)

18 Boek E.S., Headen T.F. Multi-scale simulation of asphaltene aggregation and deposition in capillary flow. J. The Royal Society of Chemistry. 2010. no. 144. pp. 271–284.

19 Tukhvatullina A.Z. [Et.al.] Supramolecular Structures of Oil Systems as the Key to Regulation of Oil Behavior. *Neftyanaya i ekologicheskaya biotekhnologiya* [Petroleum & Environmental Biotechnology] 2013. vol.4, no. 4. pp.1–8. (in Russian)

20 Unger F.G. et al. Nanosistemy, dispersnye sistemy [Nanosystems, disperse systems, quantum mechanics, spin chemistry]. Tomsk, TML-Press, 2010. 264 p. (in Russian)

21 Pivovarova N.A. et al. On the properties and structure of the oil disperse systems. *Vestnik AGTU* [Herald of Astrakhan State Technical University] 2008. no. 6(47). pp. 138–143. (in Russian)

22 Loskutov Y.V. The influence of magnetic field on the structural and rheological properties of oils. *Izvestiya Tomskogo universiteta* [Bulletin of the Tomsk Polytechnic University] 2006. vol. 309. no. 4. pp. 104–109. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Сергей С. Никулин д. т. н., профессор, кафедра технологии органического синтеза и высокомолекулярных соединений, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, nikulin_sergey48@mail.ru

Алексей Н. Внуков д. т. н., подполковник, начальник 24 научно-исследовательского отдела научно-исследовательского центра (проблем применения, обеспечения и управления авиацией ВВС), Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», ул. Старых Большевиков, 54А, г. Воронеж, 394064, Россия, vnukovaleksei@mail.ru

Юлия Е. Шульгина д. т. н., научный сотрудник, 24 научно-исследовательского отдела научно-исследовательского центра (проблем применения, обеспечения и управления авиацией ВВС), Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», ул. Старых Большевиков, 54А, г. Воронеж, 394064, Россия, prostoyulianna@mail.ru

Евгений Е. Соболев адъюнкт, 33 кафедра защитных сооружений, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», ул. Старых Большевиков, 54А, г. Воронеж, 394064, Россия, sobolev_jenia@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Сергей С. Никулин написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

Алексей Н. Внуков консультация в ходе исследования

Юлия Е. Шульгина обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперимент, выполнила расчёты

Евгений Е. Соболев предложил методику проведения эксперимента и организовал производственные испытания

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 10.11.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 01.12.2016

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Sergei S. Nikulin doctor of technical sciences, professor, organic synthesis technology and high-molecular compounds department, Voronezh state university of engineering technology, Revolution ave, 19, Voronezh, 394066, Russia, nikulin_sergey48@mail.ru

Aleksei N. Vnukov candidate of technical sciences, lieutenant colonel, head, Research and Development Research Center (application problems and ensure the Air Force aviation control) department, Military Training and Research Center of the Air Force “Air Force Academy named after Prof. N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin”, Starych Bolshevikov str., 54A, Voronezh, 394064, Russia, vnukovaleksei@mail.ru

Yuliya E. Shulgin a candidate of technical sciences, researcher, Research and Development Research Center (application problems and ensure the Air Force aviation control) department, Military Training and Research Center of the Air Force “Air Force Academy named after Prof. N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin”, Starych Bolshevikov str., 54A, Voronezh, 394064, Russia, prostoyulianna@mail.ru

Evgenii E. Sobolev adjunct, department of defense equipment, Military Training and Research Center of the Air Force “Air Force Academy named after Prof. N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin”, Starych Bolshevikov str., 54A, Voronezh, 394064, Russia, sobolev_jenia@mail.ru

CONTRIBUTION

Sergei S. Nikulin wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Aleksei N. Vnukov consultation during the study

Yuliya E. Shulgin review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

Evgenii E. Sobolev review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 11.10.2016

ACCEPTED 12.1.2016

Модифицирование асфальтобетона минерально-полимерной добавкой на основе бутадиен-стирольного каучука и химически осажденного карбоната кальция

Сабухи И. Нифталиев	¹	sabukhi@gmail.com
Юрий С. Перегудов	¹	inorganic_033@mail.ru
Николай Ю. Хорин	¹	horinn94@mail.ru
Юлия М. Нечесова	¹	malyavina.yulya@yandex.ru

¹ кафедра неорганической химии и химической технологии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Реферат. В настоящей работе приведены результаты исследования физико-механических и эксплуатационных свойств асфальтобетона, модифицированного минерально-полимерной композицией. Карбонат кальция используется одновременно как наполнитель и коагулянт. Мел предварительно измельчали и гидрофобизировали стеариновой кислотой. Данные операции способствуют равномерному распределению наполнителя и препятствуют комовой коагуляции. В результате экспериментов было установлено, что наилучшие результаты были получены при совмещении операций диспергирования и гидрофобизации. Оптимальным количеством стеариновой кислоты, обеспечивающим наиболее тонкий помол в шаровой мельнице, является содержание от 3 до 5% мас. Установлено оптимальное время измельчения наполнителя (4–6 часов). При увеличении времени диспергирования частицы образуют агломераты. Наполнение бутадиен-стирольного латекса гидрофобным высокодисперсным карбонатом кальция осуществляли в лабораторном смесителе. В результате экспериментальных работ было установлено, что наилучшее распределение наполнителя происходит при соотношении каучук: мел – 100:400. Полученный модификатор подвергли термическому анализу на дериватографе для определения температурного интервала его применения. Заметное снижение массы минерально-полимерного модификатора начинается при температуре 350 °С. Таким образом, высокая температура деструкции модификатора позволяет применять его при температуре технологического процесса приготовления асфальтобетона (до 170 °С). Установлено, что увеличение количества карбонатного наполнителя в каучуке СКС 30АРК заметно увеличивает его термостойкость и связь полимера с мелом в композиции. Анализ физико-механических и эксплуатационных характеристик асфальтобетона с использованием изготовленного минерально-полимерного модификатора показал значительное увеличение предела прочности при сжатии, увеличение водостойкости, сдвигоустойчивости по сцеплению при сдвиге, повышение теплоустойчивости.

Ключевые слова: модифицирование асфальтобетона, минерально-полимерная добавка

Modification of asphaltic concrete with a mineral polymeric additive based on butadiene-styrene rubber and chemically precipitated calcium carbonate

Sabukhi I. Niftaliev	¹	sabukhi@gmail.com
Yurii S. Peregoudov	¹	inorganic_033@mail.ru
Nikolai Yu. Khorin	¹	horinn94@mail.ru
Yuliya M. Nechesova	¹	malyavina.yulya@yandex.ru

¹ inorganic chemistry and chemical technology department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Summary. Modification of asphaltic concrete with a mineral polymeric additive based on butadiene – styrene rubber and chemically precipitated calcium carbonate. This paper presents the results of the study of physical – mechanical and service properties of the asphaltic concrete modified with the mineral polymeric composition. Calcium carbonate is used both as a filler and a coagulant. The chalk was preliminarily ground and hydrophobized by stearic acid. These operations contribute to even distribution of the filler and interfere with lump coagulation. As a result of the experiments, it was found that the best results were obtained by combining the operations of dispersion and hydrophobization. The optimal amount of stearic acid providing the finest grinding in a ball mill is a content from 3 to 5% by weight. The optimal grinding time of the filler was found (4–6 hours). With increasing dispersion time the particles form agglomerates. Filling the butadiene styrene latex with the hydrophobic fine-grained calcium carbonate was carried out in the laboratory mixer. As a result of the experimental works, it was found that the best distribution of the filler takes place with ratio of rubber: chalk – 100:400. The resulting modifier was subjected to the thermal analysis on the derivatograph to determine its application temperature interval. A marked reduction in weight of the mineral polymeric modifier begins at 350 °C. Thus, high temperature of the modifier destruction allows to use it at the temperature of the technological process of asphaltic concrete preparation (up to 170 °C). It was found that an increase in the amount of the carbonate filler in the rubber SKS 30ARK significantly increases its thermal resistance and connection of the polymer with the chalk in the composition.

Keywords: modification of asphaltic, mineral polymeric additive

Для цитирования

Нифталиев С. И., Перегудов Ю. С., Хорин Н. Ю., Нечесова Ю. М. Модифицирование асфальтобетона минерально-полимерной добавкой на основе бутадиен-стирольного каучука и химически осажденного карбоната кальция // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 215–221. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-215-221

For citation

Niftaliyev S. I., Peregoudov Yu. S., Khorin N. Yu., Nechesova Ju. M. Modification of asphaltic concrete with a mineral polymeric additive based on butadiene-styrene rubber and chemically precipitated calcium carbonate. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 215–221. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-215-221

Введение

В настоящее время при производстве минеральных удобрений образуется большое количество химически осажженного мела, являющегося побочным продуктом. Предлагается использовать данный продукт в производстве минерально-полимерной добавки для модификации асфальтобитумных покрытий. Работа направлена на решение одновременно двух проблем: утилизация побочного продукта и повышение качества дорожных покрытий.

Цель работы – получение асфальтобетона с заданными свойствами.

Объекты и методы исследования

Наполнителем бутадиен-стирольного каучука является карбонат кальция, в качестве гидрофобизатора использовали стеариновую кислоту.

Измельчение и гидрофобизацию мела осуществляли в шаровой мельнице и лабораторном смесителе. Для определения гранулометрического состава использовали электронный микроскоп JSM-6610, получения результатов термоокислительной деструкции – дериватограф Q-1500.

Для получения наполнителя необходимо осуществить ряд подготовительных операций:

- сушка для достижения постоянной влажности, не превышающей 0,2%. Температура процесса должна составлять 220 °С, так как при этих условиях происходит разложения нитрата аммония, содержащегося в химически осажженном меле;
- измельчение для получения высокодисперсного материала;
- гидрофобизация поверхности карбоната кальция.

Исследования и полученные результаты

Исходный размер частиц карбоната кальция составлял около 90 мкм [3, 6].

Согласно [1] размер частиц наполнителя каучука для получения высоких прочностных свойств не должен превышать 10 мкм.

Измельчение продукта проводили в течение 8 часов. Каждые 2 часа отбирали пробу для определения размера частиц. Морфологию и размер частиц определяли на растровом электронном микроскопе JSM-6610.

Микрофотографии образца представлены на рисунке 1.

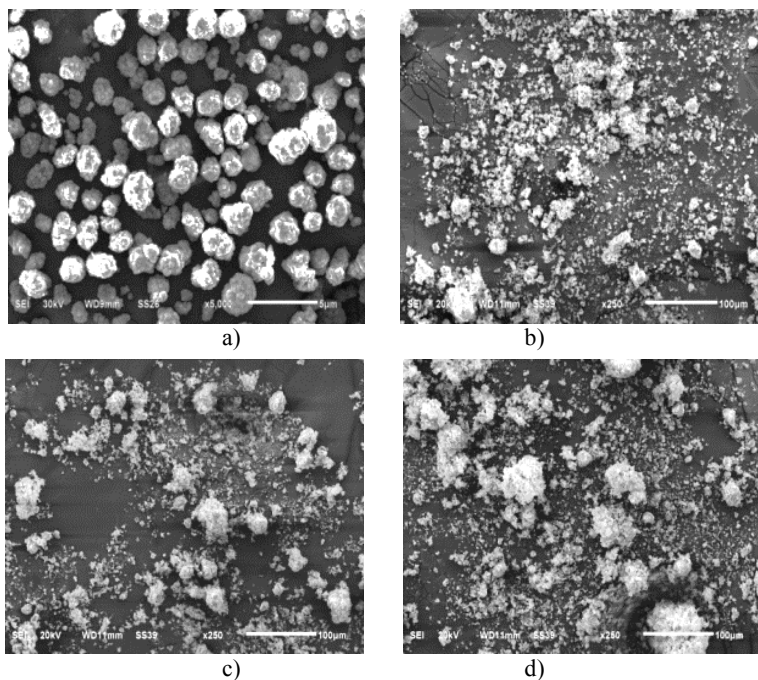


Рисунок 1. Микрофотографии химически осажженного карбоната кальция: а) исходного; б) после 2 часов измельчения; в) после 4 часов измельчения; г) после 6 часов измельчения

Figure 1. Photomicrographs of chemically-precipitated calcium carbonate: a) initial; b) after 2 hours of grinding; c) after 4 hours of grinding; d) after 6 hours of grinding.

В результате чего, можно сделать вывод, что оптимальное время измельчения химически осажженного карбоната кальция – от 4 до 6 часов. В этом случае гранулометрический состав представлен в основном частицами размером до 10 мкм. При дальнейшем продолжении процесса происходит агломерация частиц, соответственно увеличения количества крупной фракции.

Предварительно подготовленный химически осажженный мел нагревали до температуры

плавления модифицирующей добавки, а затем смешивали с гидрофобизатором в смесителе.

Были получены образцы карбонатных наполнителей с массовыми долями (ω) стеариновой кислоты ($C_{17}H_{35}COOH$) от 1,0 до 7,0.

На рисунке 2 представлен сравнительный гранулометрический состав частиц модифицированного карбоната кальция.

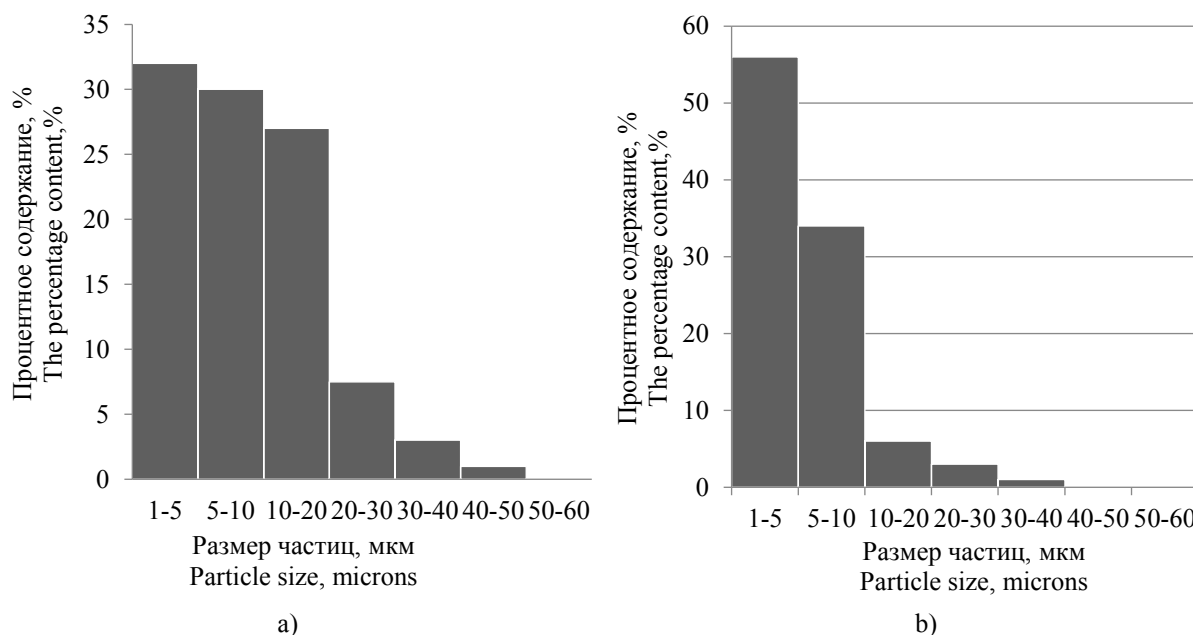


Рисунок 2. Гранулометрический состав модифицированного карбоната кальция: а) в смесителе; б) в шаровой мельнице
Figure 2. Grain size distribution of the modified calcium carbonate: a) in the mixer; b) in the ball mill

Значительная часть фракции мела, модифицированного в шаровой мельнице, представлена частицами размером до 10 мкм, в то время, как у мела, модифицированного в смесителе большое количество частиц размером до 20–30 мкм.

Получение гидрофобного наполнителя осуществляли в одну и две стадии. Первый способ заключался в измельчении карбоната кальция и последующей обработке стеариновой кислотой. При втором способе осуществляли одновременное совмещение двух операций: измельчение и гидрофобизация.

Анализ данных [2] позволяет утверждать, что оптимальный гранулометрический состав получаем при условиях совместного измельчения и гидрофобизации в шаровой мельнице, оптимальным количеством стеариновой кислоты, обеспечивающим наиболее тонкий помол, является содержание от 3 до 5% мас.

Выделение каучука из латекса при использовании карбонатного наполнителя.

В качестве наполнителей каучука использовали немодифицированный химически осажденный мел (просушенный и измельченный); гидрофобный химически осажденный мел, обработанный 3% и 5% стеариновой кислоты.

В латекс, содержащий 5% полимера, добавляли определенное количество карбонатного наполнителя, в результате чего были получены образцы каучука с различной степенью наполнения полимер-наполнитель: 100:50; 100:70; 100:100; 100:200; 100:300; 100:400.

Процесс коагуляции латекса лучше всего проходил при отношении полимер-наполнитель 100:400 мас. ч., весь полимер в латексе связался с мелом. Доказательством этого служит масса сухого остатка раствора после коагуляции латекса (рис. 3) и масса полученного каучука.

Из рисунка 3 видно, что наименьшее количество сухого остатка в растворе после коагуляции латекса соответствует каучуку, выделенному карбонатным наполнителем на основе химически осажденного мела с 3% стеариновой кислоты, наибольшее – каучуку, наполненному немодифицированным химически осажденным мелом. Это говорит о том, что карбонатный наполнитель, содержащий в себе органическую часть, лучше распределяется и связывается с полимером, чем простой мел, предупреждая комовую коагуляцию.

Однако количество ПАВ в карбонатном наполнителе играет очень важную роль. Так масса сухого остатка в растворе после коагуляции латекса химически осажденным мелом с 5% стеариновой кислоты больше, чем масса сухого остатка после коагуляции латекса карбонатом кальция с 3% стеариновой кислоты. На основе этого можно сделать следующий вывод: с увеличением концентрации стеариновой кислоты в карбонатном наполнителе ее количество в растворе после коагуляции также увеличивается. Зависимость массы сухого остатка от концентрации стеариновой кислоты показана на рисунке 4.

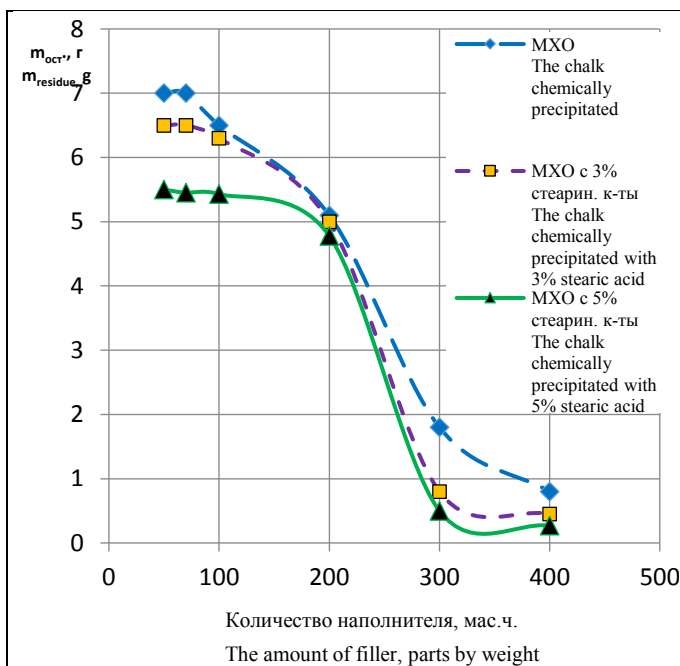


Рисунок 3. Зависимость массы сухого остатка раствора после коагуляции от степени наполнения эластомерных систем

Figure 3. The dependence of the weight of the dry residue of the solution after the coagulation of the degree of filling of elastomeric systems

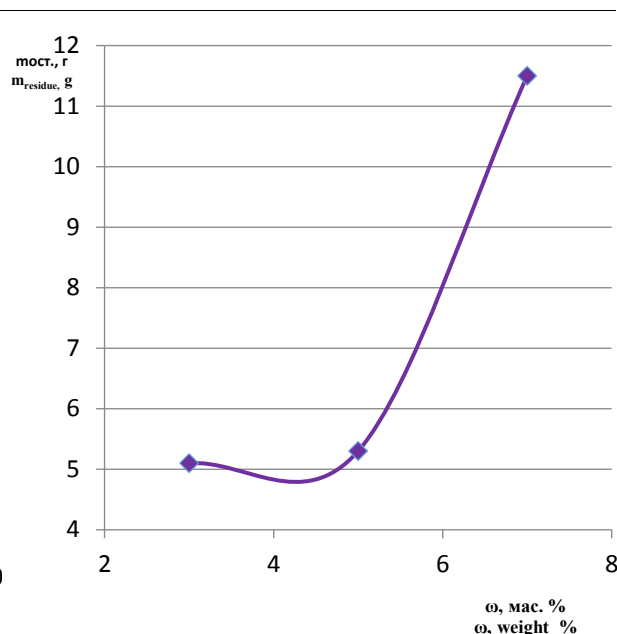


Рисунок 4. Зависимость массы сухого остатка раствора после коагуляции латекса от концентрации стеариновой кислоты

Figure 4. The dependence of weight solution of dry residue after coagulation of the latex concentration of stearic acid

Масса каучука в зависимости от вида карбонатного наполнителя изменяется незначительно, однако добавление стеариновой кислоты необходимо для наилучшего распределения мела в полимерной фазе и является обязательным компонентом при изготовлении резинотехнических изделий.

Проведение термического анализа эластомерных композиций было направлено на определение возможного температурного интервала их обработки, влияния природы и количества гидрофобного наполнителя.

Известно [4], что при термическом разложении бутадиен-стирольного каучука, наполненного техническим углеродом, в области температур 120–130 °C идет потеря влаги в количестве 2,3%. Однако, для бутадиен-стирольного каучука, наполненного карбонатом кальция модифицированным стеариновой кислотой, при данной температуре потеря массы составляет 0,27%.

Заметное снижение массы минерально-полимерного модификатора начинается при температуре 350 °C и протекает с возрастающей скоростью до $T = 471$ °C и $T = 488,5$ °C соответственно. В данном температурном интервале протекают одновременно окислительный обрыв цепей, с образованием гидропероксидов на концах макромолекул и продуктов их разложения на низкомолекулярные фрагменты, а также частичная рекомбинация радикалов.

При температуре 480 °C разложение значительно уменьшается, что связано с окончанием разложения полимера и доокислением фрагментов формирующегося при этом кокса.

Потеря массы (Δm) у образцов каучука СКС-30АРК, наполненных модифицированным химически осажденным карбонатом кальция изменяется в следующей последовательности:

Таблица 1.

Потери массы минерально-полимерной добавки в зависимости от наполнения

Table 1.

The weight loss of the mineral-polymeric additives, depending on the filling

Наполнение, мас. ч. Filling, by weight	100	300
Потери массы, г Weightloss, g	46,068	22,156

Таким образом, увеличение количества карбонатного наполнителя в каучуке СКС-АРК30 заметно увеличивает термостойкость и связь полимера с мелом композиции.

В «Лаборатории испытания свойств органических вяжущих» и «Лаборатории асфальтобетона» кафедры «Автомобильные и железные дороги» Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова были испытаны эластомерные композиции в составе полимерно-битумных

вяжущих для производства асфальтобетона, полученные с использованием предлагаемого тонкодисперсного химически осажденного карбоната кальция, гидрофобизированного стеариновой кислотой, и бутадиен – стирольного латекса СКС-30 АРК.

Испытания проводились на битуме БНД 60/90 Саратовского НПЗ и асфальтобетоне типа Б

марки 3. Результаты исследований свидетельствуют о том, что использование эластомерных композиций в полимерно-битумном вяжущем обеспечивает оптимизацию вязкостно-эластичных свойств, повышает температуру размягчения битума, увеличивает его адгезию к минеральным материалам.

Таблица 2.

Показатели свойств образцов асфальтобетона типа Б марка 3

Table 2.

The performance properties of samples of asphalt of type B grade 3

Показатели свойств Performance properties	Требования ГОСТ 12807-84 Requirements of State Standard 12807-84	Фактические показатели		
		Без добавки Without additive	С исследуемой добавкой With the addition of the test	
			4%	8%
Водонасыщение, % Water saturation	1,5–4,0	2,7	1,6	1,5
Предел прочности при сжатии, МПа при температуре: Compressive strength, MPa at a temperature +20 °C +50 °C 0 °C	>2,2	3,8	4,6	4,7
	>1,2	1,1	1,6	1,9
	<12	10,3	9,7	9,5
Водостойкость Water resistance	>0,85	0,92	1,02	1,04
Термоустойчивость R ₅₀ /R ₂₀ Temperature resistance R ₅₀ /R ₂₀	–	0,3	0,35	0,4
Коэффициент температурной чувствительности R ₀ /R ₅₀ The coefficient of temperature sensitivity R ₀ /R ₅₀	–	9,36	6	5
Предел прочности на растяжение при расколе при t 0 °C (трещиностойкость) The tensile strength of the split at t0 °C (crack resistance)	–	5,9	5,9	5,8
Сдвигоустойчивость по: Shear stability at –коэффициенту внутреннего трения (coefficient of internal friction) –сцеплению при сдвиге при t +50 °C (traction shear at t +50 °C)	–	0,93	0,93	0,98
		0,23	0,4	0,4

Анализ физико-механических и эксплуатационных характеристик асфальтобетона с использованием эластомерных композиций, испытанных по методике ГОСТ 12801–84 (таблица 2) показал увеличение предела прочности при сжатии при температуре 20 °C на 20%, при температуре 50 °C – на 40–50%; увеличение водостойкости, сдвигоустойчивости по сцеплению при сдвиге при температуре 50 °C на 70%; повышение теплоустойчивости в сравнении с немодифицированным асфальтобетоном.

Нами предложена следующая технологическая схема, включающая стадии предварительной обработки карбоната кальция, получение минерально-полимерной добавки и модифицирование асфальтобетона (рисунок 5).

Химически осажденный карбонат кальция, поступающий с предприятий по производству минеральных удобрений загружают в бункер Б1, а из него подается в вибрационной сушилку ВС для достижения влажности меньше 0.2 %. Загрязненный аммиаком и частицами мела воздух поступает в конический циклон Ц. Уловленные частицы мела вновь поступают на сушку.

Высушенный карбонат кальция подается в барабанную мельницу, в которой происходит измельчение его частиц до высокой дисперсности. Здесь же одновременно протекает операция гидрофобизации карбоната кальция, что позволяет сократить время получения минерального наполнителя. Стеариновая кислота подается из бункера Б2. Гидрофобизованный тонкодисперсный продукт поступает в бункер Б3.

Магнитный сепаратор МС предназначен для удаления ферромагнитных тел и частиц из порошкообразных сыпучих веществ

Гидрофобный мел из барабанной мельницы поступает в бункер БЗ для хранения, из которого направляется в бункер Б6 для наполнения латекса.

В коагулятор подают латекс и гидрофобный карбонат кальция. В аппарате происходит образование мелкозернистой крошки каучука,

которая отделяется от лишней влаги в отжимной машине, далее направляется на сушку.

Битум подается в смеситель из битумоплавильного узла. Битумоплавильный узел включает битумохранилище закрытого типа (БХ) и битумоплавильную установку (БПУ). Битум в хранилище разогревается электрическими нагревателями и подается в котлы битумоплавильной установки битумными насосами по трубопроводам.

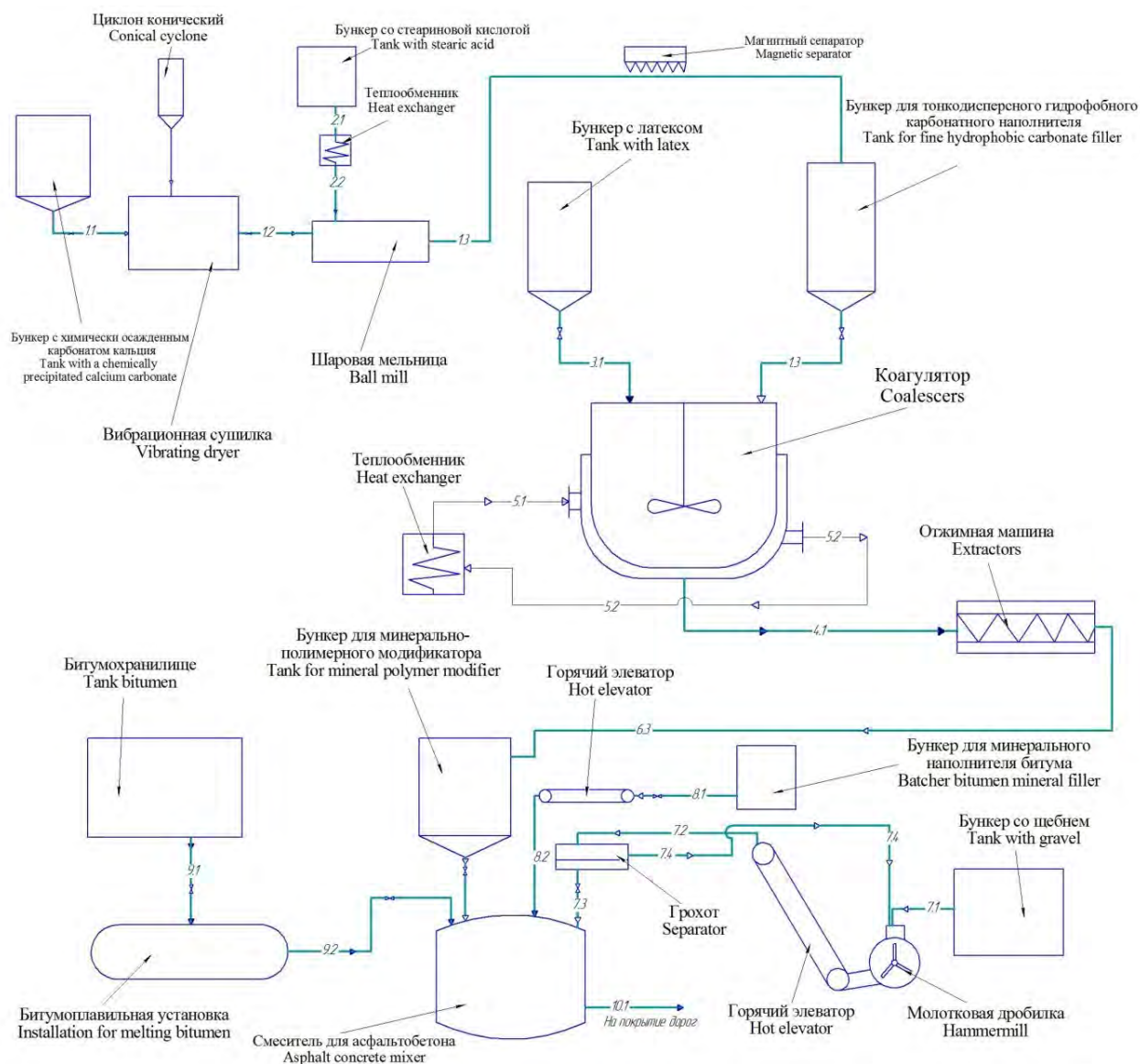


Рисунок 5. Технологическая схема получения минерально-полимерной композиции и модифицирование асфальтобетона

Figure 5. Technological scheme of the mineral-polymer composition and modification of asphalt concrete

Исходный щебень из бункера Б6 поступает в молотковую дробилку (МД) для предварительного дробления, откуда продукты дробления с помощью горячего элеватора (ГЭ) подают на сортировочную установку представленной

грохотом. Мелкая фракция дозируется в смеситель, крупная – возвращается в дробилку.

Смеситель в САБ установке является одним из основных агрегатов, в котором происходит приготовление конечного продукта.

ЛИТЕРАТУРА

1 Бакаева Ю.В., Богунов С.И., Лыгина Л.В., Нифталиев С.И. и др. Изучение влияния дисперсности химически осажденного карбоната кальция на свойства ПВХ-композиций // Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология. 2012. Т. 55. № 2. С. 64–66.

2 Нифталиев С.И., Малявина Ю.М., Перегудов Ю.С., Корчагин В.И. Лимитирующие факторы получения гидрофобного наполнителя на основе химически осажденного карбоната кальция // Конденсированные среды и межфазные границы. 2013. Т.15. № 4. С. 421–425.

3 Кербер М.Л., Буканов А.М., Вольфсон С.И. Физические и химические процессы при переработке полимеров. СПб.: Литография, 2013. 318 с.

4 Limper A. Mixing of Rubber Compounds. Munich, 2012. 252 p.

5 Sommer G. Troubleshooting Rubber Problems. Cincinnati, 2014. 310 p.

6 Прокопец В. С., Иванова Т. Л. Модификация дорожного асфальтобетона резиновыми порошками механоактивационного способа получения. Омск, 2012. 125 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Сабухи И. Нифталиев д. х. н., профессор, кафедра неорганической химии и химической технологии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, sabukhi@gmail.com

Юрий С. Перегудов к. х. н., доцент, кафедра неорганической химии и химической технологии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, inorganic_033@mail.ru

Николай Ю. Хорин студент, кафедра неорганической химии и химической технологии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, horinn94@mail.ru

Юлия М. Нечесова студент, кафедра неорганической химии и химической технологии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, malyavina.yulya@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Сабухи И. Нифталиев предложил методику проведения эксперимента

Юрий С. Перегудов консультация в ходе исследования

Николай Ю. Хорин обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провёл эксперимент, выполнил расчёты

Юлия М. Нечесова написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 13.11.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 03.12.2016

REFERENCES

1 Bakaeva Y.V., Bogunov S. I., Lygina L. V., Niftaliyev S. I. et al. Study the effect of dispersion of chemically precipitated calcium carbonate on properties of PVC compounds. *Izvestiya vuzov* [News of higher educational institutions. Chemistry and chemical technology]. 2012. vol. 55. no. 2. pp. 64–66. (in Russian)

2 Niftaliyev S. I., Malyavina Yu. M., Peregodov Y. S., Korchagin V. I. Limiting factors of obtaining a hydrophobic filler based on chemically precipitated calcium carbonate. *Kondensirovannye sredy* [Condensed matter and interphase boundaries] 2013. vol. 15. no. 4. pp. 421–425. (in Russian)

3 Kerber M. L., Bukanov, A. M., Vol'fson S. I. *Fizicheskie i khimicheskie protsessy pri pererabotke* [Physical and chemical processes in polymer processing] Saint-Petersburg, Litografiya, 2013. 318 p (in Russian)

4 Limper A. Mixing of Rubber Compounds. Munich, 2012. 252 p.

5 Sommer G. Troubleshooting Rubber Problems. Cincinnati, 2014. 310 p.

6 Prokopets V. S., Ivanova T. L. Modifikatsiya dorozhnogo asfal'tobetona [Modification of road asphalt rubber powders by mechanical alloying method for producing] Omsk, 2012. 125 p. (in Russian)

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Sabukhi I. Niftaliyev doctor of chemical sciences, professor, inorganic chemistry and chemical technology department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, sabukhi@gmail.com

Yurii S. Peregodov candidate of chemical sciences, assistant professor, inorganic chemistry and chemical technology department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, inorganic_033@mail.ru

Nikolai Yu. Khorin student, inorganic chemistry and chemical technology department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, horinn94@mail.ru

Yuliya M. Nechesov student, inorganic chemistry and chemical technology department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, malyavina.yulya@yandex.ru

CONTRIBUTION

Sabukhi I. Niftaliyev proposed a scheme of the experiment

Yurii S. Peregodov consultation during the study

Nikolai Yu. Khorin review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

Yuliya M. Nechesov wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 11.13.2016

ACCEPTED 12.3.2016

Ионообменное концентрирование неорганических анионов из водных растворов

Лариса П. Бондарева¹ larbon@mail.ru
Екатерина Н. Кунахова¹ katrin881994@gmail.com
Алла В. Никулина¹ nik_a_68@mail.ru

¹ кафедра физической и аналитической химии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т, Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Российская Федерация

Реферат. Мониторинг природных вод в настоящее время – трудоемкий процесс, на точность которого влияет множество факторов: состав воды, наличие примесей и «мешающих» компонентов – поэтому процесс пробоподготовки воды достаточно часто включает в себя стадию концентрирования и выделения определяемых ионов. Наиболее универсальным, эффективным и по-этому часто применяемым методом концентрирования неорганических анионов из водных растворов является ионообменное сорбционное концентрирование, которое при различном исходном составе природных вод приводит к требуемому для идентификации и количественного определения содержанию анионов в элюате. В работе сравнены сорбционные характеристики высокоосновных анионообменных смол АВ-17 и Purolite A430 по отношению к хлорид-, нитрат- и сульфат-ионам. Значения констант протолиза обоих ионообменников АВ 17 и Purolite A430 совпадают и равны $0,037 \pm 0,002$. Величина полной обменной емкости (ПОЕ) Purolite A430 составила 4,3 ммоль/г, АВ 17 – 3,4 ммоль/г. Изучаемые ионообменники имеют одинаковый тип ионогенных групп – четвертичные аммониевые, но их количество различается и выше в Purolite A430, соответственно количество поглощенных анионов для этого ионита выше. Значения динамической обменной емкости (ДОЕ) ионита Purolite A430 выше, чем у АВ-17 и равны $1,48 \pm 0,03$ ммоль/дм³ для хлорид-иона, $1,50 \pm 0,03$ ммоль/дм³ для нитрат-иона, $1,62 \pm 0,03$ ммоль/дм³ сульфат-иона. Полученные значения ПОЕ и ДОЕ анионообменных смол Purolite A430 и АВ-17 и характеристики индивидуальной сорбции хлорид-, нитрат-, сульфат-ионов показали преимущество Purolite в концентрировании анионов. Установлено, что при сорбции анионов из тройных растворов на Purolite A430 времена сорбции существенно различаются, а на анионообменнике АВ-17 близки, что доказывает возможность количественного разделения и концентрирования рассмотренных анионов на смоле Purolite A430.

Ключевые слова: анионы, ионообменная смола, динамическая обменная емкость, полная обменная емкость, выходная кривая сорбции, концентрирование, количественное определение

Ion-exchange concentration of inorganic anions from aqueous solution

Larisa P. Bondareva¹ larbon@mail.ru
Ekaterina N. Kunakhova¹ katrin881994@gmail.com
Alla V. Nikulina¹ nik_a_68@mail.ru

¹ physical and analytical chemistry department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Summary. Monitoring of natural waters in the present time - consuming process, the accuracy of which is influenced by many factors: the composition of water, the presence of impurities and "interfering" components. The water sample preparation process includes the step of concentration and separation of ions determined. The most versatile, efficient, and frequently used method is the concentration of inorganic anions from aqueous solutions by ion exchanger, which can optimize the composition of water to the optimal for identification and quantitative determination of anions. The characteristics of sorption chloride, nitrate and sulfate ions of basic anion exchange resin AB-17 and Purolite A430 were compared in the article. The constants of protolysis of ion exchangers both AB 17 and Purolite A430 are the same and equal 0.037 ± 0.002 . The value of total capacity (POE) Purolite A430 was 4.3 mmol/g, AB 17 – 3.4 mmol/g. The studied ion exchangers have the same type of ionic groups – quaternary ammonium, but their number and denotes differ. The number of quaternary ammonium groups is higher in Purolite A430, respectively the number of absorbed anions of these ion exchanger is higher. The values of dynamic exchange capacity (DOE) of ion exchanger Purolite A430 is higher than these values of AB-17 and equal to 1.48 ± 0.03 mmol / dm³ for chloride ion, 1.50 ± 0.03 mmol / dm³ for nitrate ion, 1.62 ± 0.03 mmol / dm³ for sulfate ion. The values of the POE and DOE of anion-exchange resins Purolite A430 and AV-17 and the characteristics of the individual sorption of chloride, nitrate, sulfate ions showed an advantage of the Purolite for the concentration of anions. It is found that times of anions sorption from triple-anion solutions by Purolite A430 are significantly different for different anions, and these times are close for anion-exchanger AV-17. It proves the possibility of quantitative separation and concentration by anion-exchanger Purolite A430

Keywords: anions, ion exchange resin, the exchange capacity dynamic full exchange capacity, sorption output curve, concentrating, quantitation

Введение

Анализ природных вод – это одно из наиболее развивающихся направлений химического анализа, проводимого лабораториями. От качества природной воды зависит не только здоровье живых организмов, населяющих ее, но и людей, а также деятельность предприятий, которые используют природную воду в технологических процессах. Эффективный количественный химический анализ природных и сточных вод на сегодняшний день является актуальным

направлением аналитической химии, позволяет оперативно и достаточно точно проводить оценку не только качества природных и технологических вод, но и являться несомненно важным критерием при оценке состояния экосистемы данной местности в целом.

Мониторинг природных вод в настоящее время – трудоемкий процесс, на точность которого влияет множество факторов, в том числе и входящие в состав воды примеси – «мешающие» компоненты. Еще одной проблемой при проведении

Для цитирования

Бондарева Л. П., Кунахова Е. Н., Никулина А. В. Ионообменное концентрирование неорганических анионов // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 222–227. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-222-227

For citation

Bondareva L. P., Kunakhova K. N., Nikulina A. V. Balance and dynamic characteristics of sorption neorganic anions by highly basic ion exchangers. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 222–227. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-222-227

анализа воды является малое содержание определяемых ионов при одновременном присутствии значительных количеств макропримесей. Поэтому процесс пробоподготовки воды достаточно часто включает в себя стадию концентрирования и выделения определяемых ионов. Наиболее универсальным, эффективным и поэтому часто применяемым методом концентрирования неорганических анионов из водных растворов является ионообменное сорбционное концентрирование, которое при различном исходном составе природных вод приводит к требуемому для идентификации и количественного определения содержанию анионов в элюате.

Таким образом, целью работы стало установление эффективных условий концентрирования и разделения анионов из водных растворов на анионообменных смолах.

Объекты и методы исследования

Концентрирование хлорид-, нитрат-, сульфат-ионов из водных сред проводили на ионообменных смолах АВ-17 и Purolite A430. Анионит АВ-17 является монофункциональным высокоосновным сорбентом полимеризационного типа, обладает хорошей осмотической стабильностью, высокой химической стойкостью к воздействию щелочей, кислот, окислителей; нерастворим в воде и органических растворителях. Широко применяется для умягчения и обессоливания воды, а также очистки оборотных и сточных вод [1]. Анионит Purolite A430 – гелевый сорбент с полистирольной матрицей и функциональными группами четвертичного аммония [2] – является новым промышленным сорбентом, применяемым для снижения уровня желчных кислот и уменьшения содержания холестерина в крови.

Кондиционирование и перевод в рабочую форму анионообменников проводили последовательной обработкой раствором гидроксида натрия с концентрацией 0,5 моль/дм³, затем дистиллированной водой, затем раствором соляной кислоты с концентрацией 0,5 моль/дм³, и снова дистиллированной водой. Каждый реагент брался в двух-, трехкратном избытке по сравнению с содержанием обменных групп в обрабатываемом образце. Таким образом, получали анионообменники в рабочей ОН-форме.

Для определения констант кислотно-основного равновесия и полной обменной емкости (ПОЕ) анионообменников применяли титрование образцов ОН-формы методом отдельных навесок в статических условиях. В мерные колбы вводили возрастающие объемы 0,05 моль/дм³ раствора HCl и по 0,100 г. исследуемого сорбента

(в расчете на сухое вещество). Равновесие в растворе устанавливалось в течение 20 дней при условии неизменного pH внешнего раствора. При расчете обменной емкости положение скачка титрования устанавливали в дифференциальных координатных осях.

Для проведения сорбции в динамических условиях 10,00 г. ионообменника в рабочей форме помещали в колонку с внутренним диаметром 13 мм и высотой 30 см и оставляли на несколько часов для набухания. После этого через колонку пропускали раствор каждого из определяемых ионов с концентрацией 0,03 моль/дм³ со скоростью 0,033 см³/с или смесь анионов с суммарной концентрацией 0,1 моль/дм³ и получали выходные кривые ионного обмена. Для этого через определенные промежутки времени проводили отбор проб фильтрата на выходе из колонки и определяли в них концентрацию определяемых ионов.

Определение концентраций хлорид-ионов проводили методом аргентометрического титрования, нитрат-ионов – потенциометрического титрования с ион-селективным электродом. Концентрацию сульфат-ионов определяли осаждением слаборастворимого сульфата бария с последующим растворением осадка в растворе трилона Б в аммиачной среде и титровании избытка трилона Б раствором, содержащим ионы магния, с эриохромовым черным Т в качестве индикатора [3]. Фильтрацию раствора через сорбент прекращали, когда содержание насыщающего иона в фильтрате становилось равным его содержанию в исходном растворе.

Динамическую обменную емкость (ДОЕ) анионообменников по исследуемым ионам рассчитывали по формуле:

$$\text{ДОЕ} = \frac{\sum (C^0 - C) V}{m},$$

где C^0 – исходная концентрация хлорид-ионов, моль/дм³; C – концентрация хлорид-ионов в каждой пробе фильтрата, моль/дм³; V – объем раствора хлорида натрия, пропущенного через слой сорбента до «проскока» поглощаемого иона, дм³; m – масса анионообменника в слое, г.

Для исследования сорбции анионов из раствора, содержащего NaCl, NaNO₃, Na₂SO₄ с концентрацией каждого компонента 0,033 моль/дм³, смесь пропускали через колонку со скоростью, равной 0,015 см³/с, отбирали пробы фильтрата и определяли в них концентрации анионов описанными выше методами.

Определение концентрации анионов в фильтрате и элюате многокомпонентного раствора проводили методом капиллярного электрофореза. Система капиллярного электрофореза «КАПЕЛЬ-104Т» управляется с лицевой панели с помощью встроенной клавиатуры и дисплея через систему меню, результат анализа выводится на внешний компьютер. Обработка результатов проводится с помощью программного обеспечения «МультиХром», которое, кроме управления прибором, позволяет собирать и обрабатывать электрофоретические данные.

Обсуждение результатов

1.1 Определение полной обменной емкости и констант кислотно-основного равновесия анионообменников

Анионообменник АВ-17 давно и широко применяется, поэтому его характеристики описаны в литературе. Purolite A430 только начинает выходить на рынок, поэтому в работе определены некоторые его характеристики экспериментально. Кривая кислотно-основного титрования, приведенная на рисунке 1, имеет типичный для сильнокислотного сорбента вид и позволяет рассчитать показатель константы кислотно-основного равновесия (pK_a) и параметр n , связанный с электростатическим взаимодействием функциональных групп. Для этого применяли уравнение Гендерсона-Хассельбаха [4]:

$$pK_a = pH + n \lg \frac{\alpha}{1 - \alpha}.$$

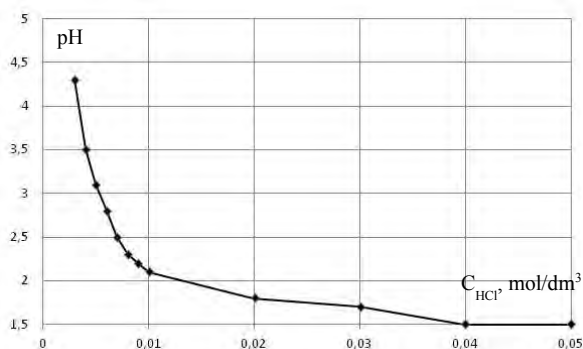


Рисунок 1. Кривая кислотно-основного титрования ионообменника Purolite A430 в ОН-форме

Figure 1. The curve of the acid-base titration, ion exchanger Purolite A430 in the form of OH

Значения констант протолиза обоих ионообменников АВ 17 и Purolite A430 совпадают и равны $0,037 \pm 0,002$. Величина ПОЕ Purolite A430 составила 4,3 ммоль/г, АВ 17 – 3,4 ммоль/г. Таким образом, изучаемые ионообменники имеют одинаковый тип ионогенных групп – четвертичные аммониевые, но их количество выше в Purolite A430.

1.2 Сорбция индивидуальных ионов

По результатам исследования сорбции индивидуальных анионов в динамических условиях построены выходные кривые, отражающие зависимость концентрации ионов в фильтрате от объема пропущенного очищаемого раствора, примеры которых показаны на рисунках 2 и 3.

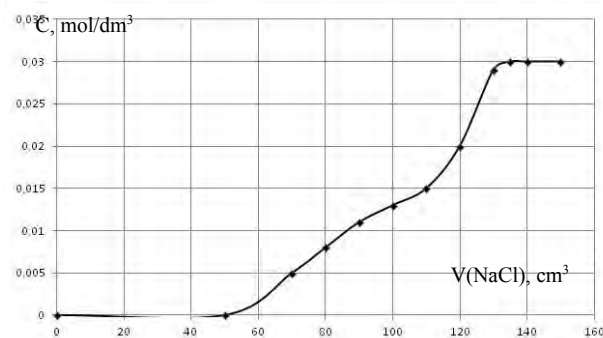


Рисунок 2. Выходная кривая сорбции хлорид-ионов на АВ-17

Figure 2. Output curve of sorption chloride ions on AB-17

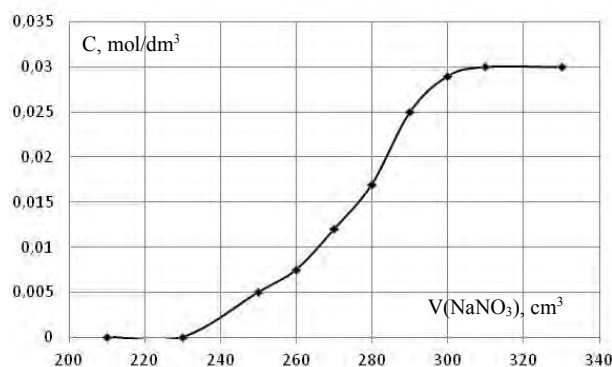


Рисунок 3. Выходная кривая сорбции нитрат-ионов на Purolite A 430

Figure 3. Output curve of sorption nitrate ions to Purolite A 430

Полученные в работе выходные кривые сорбции анионов на обоих ионообменниках имеют вид «полуовна». Начальный участок для нитрат- и хлорид-ионов размыт, а конечный заострен, что может свидетельствовать о преобладании внешнего диффузионного лимитирования в кинетике процесса, то есть реализации «пленочного механизма» [5,6]. При сорбции сульфат-ионов кривые имеют размытые начальный и конечный фронты, что характеризует смешанно-диффузионную кинетику, то есть обмен достаточно большого аниона контролируется внутренней и внешней диффузией.

Изучение сорбции индивидуальных анионов позволило установить и сравнить времена «проскока» и рассчитать динамические обменные емкости анионообменников по каждому определяемому иону.

Характеристики сорбции анионов в динамических условиях

Table 1.

Anions sorption characteristics under dynamic conditions

Характеристика / Characteristic	Аноны / Anions		
	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻
	AB-17 AV-17		
Динамическая обменная емкость, ммоль/дм ³ Dynamic exchange capacity, mmol/dm ³	1,06 ± 0,02	0,95 ± 0,01	1,42 ± 0,03
Время проскака (мин) при скорости пропускания 0,033 см ³ /с Breakthrough time (min) at a flow rate of 0.033 cm ³ /s	10	40	50
Максимальное время концентрирования, мин Maximum concentration, min	112	142	178
Purolite A430			
Динамическая обменная емкость, ммоль/дм ³ Dynamic exchange capacity, mmol/dm ³	1,48 ± 0,03	1,50 ± 0,03	1,62 ± 0,03
Время проскака (мин) при скорости пропускания 0,033 см ³ /с Breakthrough time (min) at a flow rate of 0.033 cm ³ /s		120	
Максимальное время концентрирования, мин Maximum concentration, min	178	222	355

Результаты изучения индивидуальной сорбции анионов показывают, что ионообменная смола Purolite A430 является более эффективным сорбентом, чем АВ-17, для концентрирования хлорид-, нитрат- и сульфат-ионов из водных растворов за счет большей проницаемости и значения ДОЕ. Причины повышенной эффективности сорбции на Purolite A430 по сравнению с АВ-17 заключаются в более высокой полной обменной емкости и улучшенных гидродинамических характеристиках ионообменника.

1.3 Сорбция анионов из многокомпонентных растворов

Солевой состав природных вод определяется макрокомпонентами: катионами и анионами HCO₃⁻, Cl⁻, SO₄²⁻. Остальные анионы присутствуют в значительно меньших количествах и называются микрокомпонентами; они не определяют химический тип воды, к ним относятся гидроксид-, нитрит-, нитрат-, силикат-, фосфат- и фторид-ионы. В работе была приготовлена смесь, состоящая из двух макрокомпонентов хлорид- и сульфат-ионов, а также одного микрокомпонента нитрат-ионов. В работе проведено концентрирование анионов из трехкомпонентных растворов высокоосновными анионообменниками в динамических условиях.

Поскольку при использованной скорости пропускания индивидуальных ионов обменная емкость реализуется не полностью, то при исследовании тройных систем скорость пропускания уменьшили в 2 раза, и она составила 0,015 см³/с.

Изучение тройных растворов вели по методике, описанной выше. По полученным результатам строили выходные кривые сорбции, представленные на рисунках 4 и 5.

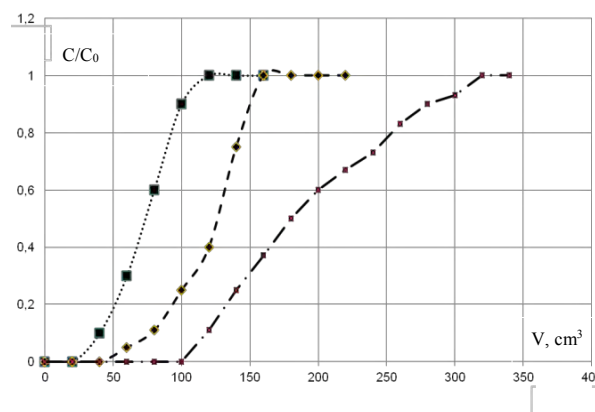


Рисунок 4. Выходные кривые сорбции: ... – хлорид-ионов, – нитрат-ионов, --- – сульфат-ионов на ионообменной смоле АВ-17 из многокомпонентных растворов

Figure 4. Sorption curves: ... – chloride ions, nitrate ions –, --- – sulfate ions on the ion exchange resin AB-17 of a multi-component solution

Насыщение сорбентов хлорид-, нитрат- и сульфат-ионами происходит при разных объемах очищаемых растворов. На ионообменной смоле АВ-17 хлорид- и нитрат-ионы выходят при близких объемах, последним в фильтрате появляется сульфат-ион. Из смолы Purolite A430 хлорид-ионы выходят первыми, вторыми – нитрат-ионы и третьими – сульфат-ионы. Насыщение сульфат-ионами протекает полнее, чем другими ионами. Подтверждением данного предположения являются максимальные времена сорбции для каждого иона на обоих ионообменниках, представленные в таблице 1.

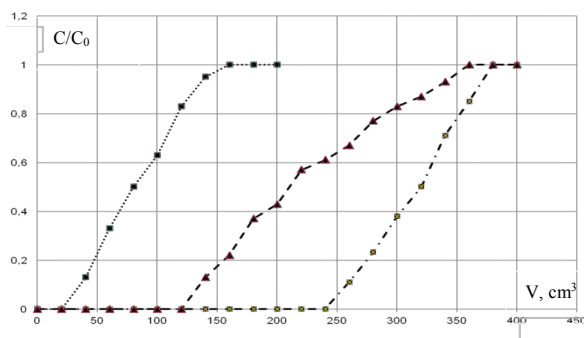


Рисунок 5. Выходные кривые сорбции: ... – хлорид-ионов, – нитрат-ионов, --- – сульфат-ионов на ионообменной смоле Purolite A430 из многокомпонентных растворов
Figure 5. Sorption curves: ... – chloride ions, nitrate ions –, --- – sulfate ions on the ion exchange resin is Purolite A430 from multicomponent solutions

Установлено, что при сорбции анионов из тройных растворов на анионообменнике Purolite A430 времена сорбции различаются, а на анионообменнике АВ-17 близки и отсутствуют приемлемые области и индивидуальной идентификации ионов, что доказывает возможность количественного разделения изученных анионов на смоле Purolite A430.

Для подтверждения полученных результатов проведено сравнение определяемых концентраций в модельных смесях, содержащих три вида анионов. В качестве метода сравнения выбран капиллярный электрофорез. Результаты концентрирования и определения представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Характеристики концентрирования анионов на Purolite A430

Table 2.

Characteristics of the concentrating of anions on Purolite A430

Анион Anion	Концентрация в исходном растворе, мг/дм³ The concentration in the initial solution, mg/dm³	Концентрация в элюате, мг/дм³ The concentration in the eluate, mg/dm³	Коэффициент концентрирования The ratio of concentration	Степень извлечения, % Recovery rate, %
Cl⁻	81 ± 4	280 ± 20	3,5	94
NO₃⁻	28 ± 2	160 ± 10	5,8	96
SO₄²⁻	130 ± 10	1300 ± 100	10,2	91

Согласно данным рисунка 5 и таблицы 2 более эффективно использовать сильноосновный анионообменник Purolite A430 в ОН-форме для концентрирования анионов из водных растворов. Его применение на стадии подготовки пробы воды различного генезиса для анализа может решать одновременно как задачу концентрирования компонентов, так и их разделения.

Закключение

Полученные в работе значения полной обменной емкости и динамической обменной емкости анионообменных смол Purolite A430 и АВ-17 и характеристики индивидуальной сорбции

хлорид-, нитрат-, сульфат-ионов показали преимущество Purolite в концентрировании анионов. Причины повышенной эффективности сорбции на Purolite A430 по сравнению с АВ-17 заключаются в более высокой полной обменной емкости и улучшенных гидродинамических характеристиках ионообменника. Установлено, что при сорбции анионов из тройных растворов на анионообменнике Purolite A430 времена сорбции различаются, а на анионообменнике АВ-17 близки, что доказывает возможность количественного разделения и концентрирования рассмотренных анионов на смоле Purolite A430.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://smoly.ru/anionit-av-17-8-harakteristiki.html> Свободный. – Заглавие с экрана. – Яз.англ.
- 2 [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.purolite.com/index> Свободный. – Заглавие с экрана. – Яз.англ.
- 3 ГОСТ 31940-2012. Вода питьевая. Методы определения содержания сульфатов. Введен 01.01.2014. М.: Межгосударственный стандарт: ИПК изд-во стандартов, 2014. 16 с.
- 4 Математическая модель динамики сорбции в слое ионообменника / Т. С. Корниенко, Е. А. Загоруйко, Л. П. Бондарева [и др.] // Сорбционные и хроматографические процессы. 2011. Т. 11, вып. 6. С. 895-899.

5 Риман В., Уолтон Х.Ф. Ионный обмен в аналитической химии: Международная серия монографий в аналитической химии. - Elsevier, 2013.

6 Ганесан П., Камарадж Р., Васудеван С. Применение изотермы, кинетические и термодинамические модели для адсорбции ионов нитрата на графене из водного раствора // Журнал Тайваньского института инженеров-химиков. - 2013. - Т. 44. - №. 5. - С. 808-814.

REFERENCES

- 1 [Electronic resource]: Access mode: <http://smoly.ru/anionit-av-17-8-harakteristiki.html> Free. – Title screen. – English.

2 [Electronic resource]: Access mode: <http://www.purolite.com/index> Free. – Title screen. – English.

3 GOST 31940-2012. Drinking water. Methods for determination of sulphate. Introduced 01.01.2014. М.: Interstate standards: IEC publ standards, 2014. 16 p.

4 Mathematical model of the dynamics of sorption in a layer of ion-exchanger / T.S. Kornienko, E.A. Zagorulko, L.P. Bondareva [et al.] // Sorption and chromatographic processes. 2015. R. 15, №. 6. P. 895-899.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Лариса П. Бондарева к.х.н., доцент, кафедра физической и аналитической химии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т, Революции, 19, г. Воронеж, 3940636, Россия, larbon@mail.ru

Екатерина Н. Кунахова студент, кафедра физической и аналитической химии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т, Революции, 19, г. Воронеж, 3940636, Россия, katrin881994@gmail.com

Алла В. Никулина к.х.н., доцент, кафедра физической и аналитической химии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т, Революции, 19, г. Воронеж, 3940636, Россия, nik_a_68@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Лариса П. Бондарева предложила методику проведения эксперимента

Екатерина Н. Кунахова написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

Алла В. Никулина консультация в ходе исследования

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 25.10.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 01.11.2016

5 Rieman W., Walton H. F. Ion Exchange in Analytical Chemistry: International Series of Monographs in Analytical Chemistry. – Elsevier, 2013.

6 Ganesan P., Kamaraj R., Vasudevan S. Application of isotherm, kinetic and thermodynamic models for the adsorption of nitrate ions on graphene from aqueous solution // Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers. – 2013. – T. 44. – №. 5. – С. 808-814.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Larisa P. Bondareva candidate of chemical sciences, associated professor, physical and analytical chemistry department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, larbon@mail.ru

Ekaterina N. Kunakhova student, physical and analytical chemistry department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, katrin881994@gmail.com

Alla V. Nikylna candidate of chemical sciences, associated professor, physical and analytical chemistry department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, nik_a_68@mail.ru

CONTRIBUTION

Larisa P. Bondareva proposed a scheme of the experiment

Ekaterina N. Kunakhova wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Alla V. Nikylna consultation during the study

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 10.25.2016

ACCEPTED 11.11.2016

Эластомерные невулканизованные гидроизоляционные материалы строительного назначения

Ольга В. Карманова	¹	karolga@mail.ru
Александр С. Москалёв	¹	bassilo@mail.ru
Юрий Ф. Шутин	¹	shurf7@mail.ru
Лариса А. Власова	²	vllar65@yandex.ru

¹ кафедра химии и химической технологии органических соединений и переработки полимеров, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

² кафедра технологии органического синтеза и высокомолекулярных соединений, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Реферат. В строительстве широко используются эластомерные профили, которые обладают способностью набухать в воде и заполнять неплотности швов. К таким изделиям предъявляются требования высокой способности к разбуханию, эластичности, стойкости к атмосферным воздействиям. В настоящее время для этих целей используются материалы, в основном, зарубежного производства. В этой связи создание водонабухающих герметиков на основе отечественного сырья, обеспечивающее их импортозамещение, является актуальной задачей. Работа посвящена созданию эластомерных водонабухающих материалов с использованием бентонитовых порошков и изучению их свойств. Проведены сопоставительные испытания импортных и отечественных гидрофильных герметиков. Набухание оценивали по изменению массы образцов до и после выдержки в водопроводной воде. Осуществлено обоснование и выбор компонентов для эластомерных набухающих композиций: в качестве полимерной основы выбран насыщенный этиленпропиленовый каучук, в качестве наполнителей, обеспечивающих высокое набухание – бентонитовые порошки разных производителей в количестве 50–100 мас. ч. на 100 мас. ч. каучука. Эластомерные композиции изготавливали с использованием лабораторных валцов при температуре 60±5 °С. Профилирование осуществляли на шприц-машине при температуре 120 °С. Шприцуемость смесей оценивали по 10-балльной шкале (немецко-русская система). Установлено, что высокое набухание изделий обеспечивается при использовании бентонита Азербайджанского месторождения при его содержании не менее 150 мас. ч. Отмечено, что при повышенных дозировках бентонита ухудшаются технологические свойства бентонитовых шнуров. Показано, что активация бентонита хлоридом и карбонатом натрия позволяет значительно повысить набухание изделий, при этом содержание бентонита в композиции составило 150–200 мас. ч.

Ключевые слова: гидроизоляция, эластомер, набухание, бентонит

Unvulcanized elastomeric waterproofing materials for construction application

Olga V. Karmanova	¹	karolga@mail.ru
Aleksandr S. Moskaev	¹	bassilo@mail.ru
Yurii F. Shutin	¹	shurf7@mail.ru
Larisa A. Vlasova	²	vllar65@yandex.ru

¹ chemistry and chemical technology of organic compounds and polymers processing department, Voronezh state university of engineering technology, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia

² technology of organic synthesis and high-molecular compounds, Voronezh state university of engineering technology, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia

Summary. In the construction was widespread elastomer profiles, which have the ability to swell in water. Such products should have a high capacity for swelling, elasticity, resistance to weathering. At the present time for these purposes are used materials, mostly of foreign origin. With the increasing pace of construction in Russia the problem of replacement of imported materials is particularly relevant. The work was dedicated to the creation of water-swelling elastomer materials using bentonite powders and study of their properties. Comparative testing of imported and domestic hydrophilic sealants were held. Rationale and choice of components for the cords of bentonite was conducted. Polymer base is saturated ethylene-propylene rubber. Bentonite from different manufacturers used to increase the swelling of the samples. Filler added in an amount of 50–100 phr. The elastomeric compositions were prepared using laboratory roller at a temperature of 60 ± 5 °C. Profiling was performed on a syringe-machine at a temperature of 120 °C. Extrusion indicator of the mixtures were evaluated on a 10-point scale (German-Russian system). It is found that high swelling products provided using field Azerbaijan bentonite. It is noted that the dosage of bentonite than 150 w.p. deteriorates technological properties of bentonite cords. It has been shown that activation of the bentonite and sodium carbonate chloride can significantly improve product swelling, wherein the bentonite content of the composition was 150–200 w.p.

Keywords: waterproofing, elastomer, swelling, bentonite

Для цитирования

Карманова О. В., Москалёв А. С., Шутин Ю. Ф., Власова Л. А. Эластомерные невулканизованные гидроизоляционные материалы строительного назначения // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 228–232. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-228-232

For citation

Karmanova O. V., Moskaev A. S., Shutin Yu. F., Vlasova L. A. Unvulcanized elastomeric waterproofing materials for construction application. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 228–232. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-228-232

В строительстве тоннелей для гидроизоляции при щитовой проходке и микротоннелировании применяются системы уплотнения железобетонных элементов на основе эластомерных гидроизоляционных материалов [1]. При строительстве сооружений перерывы в бетонировании, раздельное литье вначале горизонтальной, а затем вертикальной части построек, укладка бетона на металл приводят к образованию так называемых «холодных швов» [2]. Для их гидроизоляции применяются эластомерные материалы в виде шнуров и лент, которые обладают способностью набухать в воде, проникающей в неплотности швов, заполнять свободный объем и препятствовать протеканию воды. Когда временные протечки при устройстве стыков недопустимы, водонабухающие материалы применяются в качестве дублирующей аварийной гидроизоляции строительного объекта [3].

В настоящее время для этих целей используются материалы в основном зарубежного производства: GX-7615, Waterstor, Redstop, Bentostrip, Contite Waterstop, Bentorub и пр. Из водонабухающих эластомерных материалов российских производителей известны материалы Суперстоп, Аквастоп, Барьер, Гидрофест и пр. [3, 4], доля которых в общем объеме производства незначительна. В последнее десятилетие в России отмечается значительный рост темпов жилищного строительства, промышленных зданий и сооружений, поэтому разработка гидроизоляционных эластомерных материалов на основе доступного отечественного сырья является особенно актуальной.

Для изготовления гидроизоляционных материалов применяются добавки, увеличивающие их набухание (полиакриламид, карбоксиметилцеллюлоза, бентонит и пр.) [5, 6]. Наиболее востребованными являются герметики в виде шнуров, жгутов, лент и профилей различного сечения на основе бентонита.

Принцип действия бентонитового гидроизоляционного шнура основан на свойствах бентонита поглощать влагу. Таким образом, в контакте с водой шнур разбухает в пределах ограничивающего его объема и надежно герметизирует места протечек в швах бетонирования. В гидроизоляционных изделиях применяют бентонит с высоким содержанием монтмориллонита. Существуют два типа бентонитов – кальциевый, с низкой степенью набухания и натриевый, с высокой степенью набухания. В объемной форме, где достаточно много свободного места, бентонит может увеличиваться в 15 раз от своего первоначального объема и

в 5 раз от своего первоначального веса за счёт впитывания воды [1].

К набухающим профилям предъявляются требования высокой эластичности, стойкости к атмосферным воздействиям, а главное – высокой способности к набуханию. Поэтому для их производства применяются бутилкаучук, этиленпропиленовый сополимер, полиуретан и другие полимеры, стойкие к внешним воздействиям, в комбинации с гидрофильными наполнителями [7].

При изготовлении неформовых уплотнителей применяется оборудование экструзионного типа. В связи с этим к эластомерным композициям предъявляются требования хорошей шприцуемости и когезионной прочности.

Целью исследований явилась разработка эластомерных невулканизованных гидроизоляционных материалов на основе бентонита – бентонитовых шнуров (БШ), изучение их свойств и разработка рекомендаций по их использованию.

На первом этапе проведены сравнительные испытания по способности набухать в воде промышленных образцов гидрофильных герметиков, поставляемых в Россию зарубежными фирмами и их отечественных аналогов. Исследованы шесть типов образцов в виде жгутов прямоугольного сечения. Полимерная основа и компоненты, обеспечивающие набухание в воде данных герметиков неизвестны.

Испытания проводили в водопроводной воде, химический анализ которой показал наличие следующих компонентов, мг/дм³: соли жесткости (Ca, Mg) – 4,489; железо – 0,085; марганец – 0,050. Как видно в воде присутствуют металлы, входящие в состав бентонитовых глин [8–9]. Образцы промышленных герметиков выдерживали в воде в течение 7 суток с промежуточным отбором проб для определения набухания. Набухание оценивали по изменению массы образцов до и после выдержки в воде:

$$N = 100(m - m_0)/m_0,$$

где m_0 , m – масса образца до и после набухания, соответственно.

Полученные данные представлены на рисунке 1. Из данных рисунка 1 следует, что образцы 1, 2, 5, 6 проявили ограниченное набухание в течение всего срока испытания с увеличением массы в 1,1 - 2,8 раза. Профили 3 и 4 показали набухание с их последующим разрушением после первых суток испытания.

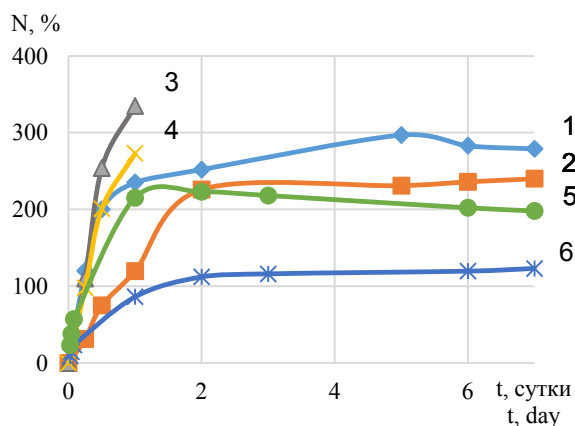


Рисунок 1. Зависимости набухания (N) промышленных образцов зарубежных поставщиков (1–4) и российских производителей (5–6) от времени (t)

Figure 1. Depending swelling (N) industrial designs of foreign suppliers (1–4) and Russian producers (5–6) from the time (t)

На следующем этапе проведено обоснование и выбор компонентов БШ. Выбор компонентов и оптимизацию состава БШ осуществляли исходя из требования обеспечения высокого набухания (не менее 100 %) при условии соответствия технологических свойств материалов нормативным требованиям.

В качестве полимерной основы БШ выбран насыщенный этиленпропиленовый каучук, обладающий уникальными свойствами по стойкости к атмосферному старению. Наполнителями являлись бентонитовые порошки разных месторождений, содержание которых варьировалось от 50 до 300 мас. ч. на 100 мас. ч. каучука. Использовали бентониты производства ОАО «Журавский охровый завод» (ГОСТ 28177-89), ОАО «Хакасский бентонит» (ТУ 39-202-86), ООО «Азбентонит» (TS AZ 5048340-01-2005). Рецептуры композиций содержали различные целевые добавки, способствующие лучшему распределению бентонитов в эластомерной матрице (жирные кислоты, поверхностно-активные вещества) [10], а также повышающие набухание (соли и оксиды металлов).

Изготовление композиций проводили на лабораторных вальцах ЛБ 320 160/160 с фрикцией 1:1,14 при температуре 60 ± 5 °C. Профилирование осуществляли на шприц-машине МЧТ-65 при температуре 120 °C и скорости 20 м/мин. Шприцуемость смесей оценивали [11] сравнением поверхности граней и ребер образца длиной 20 см, вырезанного из среднего участка, с профилем эталона по 10-бальной шкале оценки шприцуемости (немецко-русская система).

На рисунке 2 представлены результаты испытаний БШ на основе бентонитов разных производителей при их содержании 100 мас. ч. на 100 мас. ч. каучука.

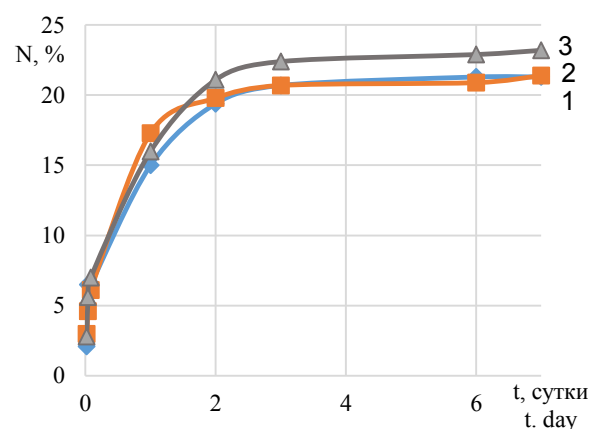


Рисунок 2. Зависимости набухания (N) БШ на основе бентонитов разных производителей от времени (t): 1 – Журавский; 2 – Хакасский; 3 – Азбентонит

Figure 2. Depending swelling (N) CB on the basis of different manufacturers bentonites from the time (t): 1 – Zhuravskiy; 2 – Khakassky; 3 – Azbentonit

Установлено, что максимум поглощения воды наблюдается в течение первых 2-х суток, после чего набухание практически не изменяется и достигает 21,3 % для БШ с бентонитом Журавским, 21 % – Хакасским и 25,2 % с Азбентонитом.

Сопоставление характеристик применяемых бентонитов приведено в таблице 1.

Высокая влажность бентонита, по нашему мнению, является основной причиной низкого набухания, а также возникновения пузырей на поверхности резиновых смесей при их вальцевании, затрудняющих дальнейшее получение монолитного профиля. Отмечено, что при профилировании резко ухудшалась шприцуемость заготовок, показатели которой составили 8–9 баллов. Для интенсификации удаления поверхностной и внутренней влаги процесс сушки осуществляли в 2 этапа: в течение 18 ч при 50 °C, затем в течение 2 ч при 130 °C, в результате содержание влаги составило менее 2 %.

Анализ рассмотренных марок применяемых бентонитов показал, что наиболее высоким содержанием монтмориллонита обладает Азбентонит [10]. Поэтому дальнейшие работы вели с этой маркой бентонита.

Характеристики применяемого бентонита

Table 1.

Characteristics used bentonite

no.	Бентонит Bentonite	Средний химический состав Average chemical composition							Влажность*, % Moisture contents, %
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	
1	Журавский Zhuravskiy	56,3	14,0	4,2	1,5	1,7	1,1	0,6	9,0
2	Хакасский Khakassky	59,7	18,6	3,9	2,8	2,4	1,6	1,0	10,2
3	Азбентонит Azbentonit	60	17,5	5,3	4,5	3,5	2,0	2,7	5,1

*Показатель определяли при 105 °C в течение 2 ч. | index is determined at 105 °C for 2 hours.

Для улучшения свойств бентонитовых порошков их активируют – обогащают катионами более подвижного элемента, при этом происходит замена в структуре бентонита двухвалентных ионов Ca и Mg на одновалентный ион щелочного металла. Активацию бентонита можно проводить различными методами [12]: «мокрый», «сухой», в суспензии.

В данной работе осуществляли активацию бентонита сухим способом, путём механического перемешивания NaCl и Na₂CO₃ с бентонитом и последующей вылежкой в течение 24 ч. Активация в этом случае происходит за счёт остаточной влажности бентонита.

На основе активированного Азбентонита были получены 3 образца, содержащие 3 % NaCl, 5 % Na₂CO₃ и их комбинацию с общим содержанием 7 %, соответственно.

Анализ данных (рисунок 3) показал после активации бентонита набухание композиций увеличивается с 25 % до 175 %.

Для оценки влияния дозировки бентонита на набухание были получены профили, содержащие 100, 150, 200, 250 и 300 мас. ч. Азбентонита. Установлено, что при введении бентонитового порошка более 200 мас. ч. наблюдается существенное увеличение набухания, но при этом ухудшаются технологические свойства БШ.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Малбиев С.А., Горшков В.К., Разговоров П.Б. Полимеры в строительстве. М: Высшая школа, 2008. 456 с.
- 2 Попченко С.Н. Гидроизоляция сооружений и зданий. Л: Стройиздат, 1981. – 304 с.
- 3 Шилин А.А., Зайцев М.В., Золотарев И.А., Ляпидевская О.Б. Гидроизоляция подземных и заглубленных сооружений при строительстве и ремонте. Тверь: Изд-во «Русская торговая марка», 2003. 396 с.
- 4 Поставки материалов ООО «ПК Совинтех». URL: <http://sovintex.ru/index.php?site=sovintex&p=1434>

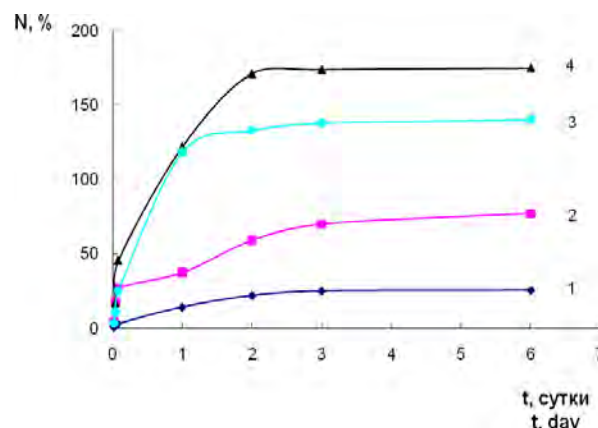


Рисунок 3. Зависимости набухания (N) БШ на основе Азбентонита (100 мас. ч.) от времени (t), с использованием различных электролитических добавок: 1 – без добавок; 2 – NaCl; 3 – Na₂CO₃; 4 – NaCl + Na₂CO₃

Figure 3. Depending swelling (N) CB on the basis of Azbentonita (100 w.p.) from time (t), using different electrolytic additives: 1 – without additives; 2 – NaCl; 3 – Na₂CO₃; 4 – NaCl + Na₂CO₃

В результате проведенных исследований определен состав БШ, обеспечивающий удовлетворительные технологические свойства композиций и высокое набухание изделий на их основе. Рекомендовано введение в этиленпропиленовые каучуки 150–200 мас. ч. Азбентонита, активированного комбинацией из NaCl и Na₂CO₃.

5 Xiang Y., Peng Zh., Chen D. A new polymer/clay nano-composite hydrogel with improved response rate and tensile mechanical properties // European Polymer Journal. 2006. V. 42. № 9. P. 2125–2132.

6 Пат. РФ 2368638 Полимерная герметизирующая композиция для гидроизоляции /Шутилин Ю.Ф., Игуменова Т.И., Черников А.И., Шутилин Д.Ю., Музылев Н.А., Шутилина Е.Ю., Шутилина А.А. Оpubл. 27.09.2009.

7 Черников А.И., Шутилин Ю.Ф., Игуменова Т.И. Разработка рецептуры водонабухающего герметика // Каучук и резина. 2009. № 4. С. 32–34.

8 Сырьевая база ООО «Бентонит Хакасии». URL: <http://b-kh.ru/index.php/ru/okompanii/mestorozhdenie/>.

9 Сырьевая продукция ООО «Garant İnsaat Senaye». URL: http://garantis.az/?kd_89_product_taxonomy=raw_materials&lang=ru/.

10 Пат. РФ 2415886 Соли металлов жирных кислот и способ их получения /Карманова О.В., Кудрина Г.В., Осошник И.А., Енютина М.В., Тихомиров С.Г., Корыстин С.И. Оpubл. 10.04.2011.

11 Осошник И.А., Шутилин Ю.Ф., Карманова О.В., Серегин Д.Н. Сырье и рецептуростроение в производстве эластомеров: учеб. пособие. Воронеж: ВГТА, 2009. 240 с.

12 Горюшкин В.В. Технологические свойства бентонитов палеоцена воронежской антеклизы и возможности их изменения. URL: <http://www.vestnik.vsu.ru/pdf/heologia/2005/01/gorushkin.pdf>.

REFERENCES

1 Mal'biev S.A., Gorshkov V.K., Razgovorov P.B. Polimery v stroitel'stve [Polymers in construction] Moscow, Vysshaya shkola ekonomiki, 2008. 456 p. (in Russian).

2 Popchenko S.N. Gidroizolyatsiya sooruzhenii [Waterproofing of structures and buildings] Moscow, Stroyizdat, 1981. 304 p. (in Russian).

3 Shilin A.A., Zaitsev M.V., Zolotarev I.A. Lipidevskaya O.B. Gidroizolyatsiya podzemnykh sooruzhenii [Waterproofing underground facilities at construction and repair] Tver', "Russkaya trgovaya marka", 2003. 396 p. (in Russian).

4 Postavki materialov "PK Sovinteh" [LLC. Deliveries of materials] Available at: <http://sovintex.ru/index.php?site=sovintex&p=1434>. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Ольга В. Карманова д.т.н., доцент, кафедра химии и химической технологии органических соединений и переработки полимеров, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия, karolga@mail.ru

Александр С. Москалёв аспирант, кафедра химии и химической технологии органических соединений и переработки полимеров, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия, bassilo@mail.ru

Юрий Ф. Шутилин д.т.н., профессор, кафедра химии и химической технологии органических соединений и переработки полимеров, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия, shurf7@mail.ru

Лариса А. Власова к.т.н., доцент, кафедра технологии органического синтеза и высокомолекулярных соединений, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия, vllar65@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Ольга В. Карманова предложила методику проведения эксперимента, корректировала рукопись до подачи в редакцию

Александр С. Москалёв провёл эксперимент, выполнил расчёты, написал рукопись, несёт ответственность за плагиат

Юрий Ф. Шутилин консультация в ходе исследования

Лариса А. Власова обзор литературных источников по исследуемой проблеме

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 03.11.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 30.11.2016

5 Xiang Y., Peng Zh., Chen D. A new polymer/clay nano-composite hydrogel with improved response rate and tensile mechanical properties. European Polymer Journal. 2006. vol. 42. no. 9. pp. 2125–2132.

6 Shutilin Y.F., Igumenova T.I., Chernikov A.I., Shutilin D.Y. et al. Polimernaya germetiziruyushchaya kompozitsiya [Polymer sealant composition for waterproofing] Patent RF, no. 2368638, 2009. (in Russian).

7 Chernikov A.I., Shutilin Y.F., Igumenova T.I. Formulation swellable sealant. *Kauchuk I rezina* [Rubber and rubber] 2009. no. 4, pp. 32–34. (in Russian).

8 Syrievaya baza QQQ "Bentonit Khakasii" [Raw material base of "Khakassia Bentonite" LLC] Available at: <http://b-kh.ru/index.php/ru/o-kompanii/mestorozhdenie> (in Russian).

9 Syr'evaya produktsiya «Garant İnsaat Senaye». [The raw products of LLC «Garant İnsaat Senaye»] Available at: http://garantis.az/?kd_89_product_taxonomy=raw_materials&lang=ru/. (in Russian).

10 Karmanova O.V., Kudrina G.V., Ososhnik I.A., Enyutina M.V. et al. Soli metallov zhirnykh kislot [Metal salts fat-acids and their method of preparation] Patent RF, no. 2415886, 2011. (in Russian).

11 Ososhnik I.A., Shutilin Y.F., Karmanova O.V., Seregin D.N. Syr'e I retsepturostroenie [Raw materials and formulations-building in the production of elastomers] Voronezh, VGTA, 2009, p. 240. (in Russian).

12 Goryushkin V.V. Tehnologicheskie svojstva bentonitov paleocena voronezhskoj anteklizy i vozmozhnosti ih izmenenija [Technological properties of bentonite Paleocene Voronezh anticline and the possibility of change] Available at: <http://www.vestnik.vsu.ru/pdf/heologia/2005/01/gorushkin.pdf> (in Russian).

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Olga V. Karmanova doctor of technical sciences, associated professor, chemistry and chemical technology of organic compounds and polymers processing department, Voronezh state university of engineering technology, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia, karolga@mail.ru

Aleksandr S. Moskalev graduate student, chemistry and chemical technology of organic compounds and polymers processing department, Voronezh state university of engineering technology, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia, bassilo@mail.ru

Yurii F. Shutilin doctor of technical sciences, professor, chemistry and chemical technology of organic compounds and polymers processing department, Voronezh state university of engineering technology, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia, shurf7@mail.ru

Larisa A. Vlasova candidate of technical sciences, associated professor, technology of organic synthesis and high-molecular compounds, Voronezh state university of engineering technology, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia, vllar65@yandex.ru

CONTRIBUTION

Olga V. Karmanova proposed a scheme of the experiment, correct manuscript before filing in editing

Aleksandr S. Moskalev conducted an experiment, performed computations, wrote the manuscript, is responsible for plagiarism

Yurii F. Shutilin consultation during the study

Larisa A. Vlasova review of the literature on an investigated problem

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 11.3.2016

ACCEPTED 11.30.2016

Биотехнология, бионанотехнология и технология сахаристых продуктов

Оригинальная статья/Original article

УДК 66.061

DOI: <http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-4-233-237>

Расчет периода раскочки утфеля раствором сахарозы в вакуум-аппарате

Анатолий А. Славянский	¹	anatoliy4455@yandex.ru
Евгений В. Семенов	¹	sem-post@mail.ru
Наталья Н. Лебедева	¹	mgutu-sahar@mail.ru
Сергей Т. Антипов	²	ast@vsuet.ru

¹ кафедра технологии продуктов из растительного сырья и парфюмерно-косметических изделий, Москов. гос. ун-т технол. и управл. им. К.Г. Разумовского (ПКУ), ул. Земляной вал, 73, г. Москва, 109004, Россия

² кафедра машин и аппаратов пищевых производств, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия

Реферат. Важным и ответственным элементом в управлении технологическим потоком производства кристаллического сахара товарных кондиций является период времени обогащения утфеля в виду его обессахаривания в процессе кристаллообразования в вакуум-аппарате. Хотя в настоящее время предложен и внедрен в промышленность, в том числе и в качестве интерфейсного сопровождения процесса, ряд способов, в реальных условиях сахарного производства во многих случаях приходится прибегать к услугам опытного варщика. Очевидно, что в любом случае необходимо располагать зависящими от объемного содержания сахара в растворе данными по времени подачи сахаросодержащего раствора в вакуум-аппарат. Касательно вопроса о периоде протекания процесса обогащения обедненного сахарозой раствора интродуцируемым в эту субстанцию раствором сахарозы следует отметить, что данная проблема теоретически проработана все еще недостаточно. При этом очевидно, что в практических целях желательно иметь простые и удобные для инженерного расчета зависимости времени обработки сахаром заданного объема воды от режимных параметров процесса (требуемой концентрации раствора по сахарозе, температуре раствора, условий перемешивания и др.). Проблема количественного анализа процесса кристаллизации сахарозы в вакуум-аппарате, включая сроки обогащения межкристалльного раствора сиропом, периода времени обработки утфеля в целом в данном аппарате, исследовалась во многих работах. Однако вследствие своей важности для решения задачи получения товарного сахара высоких кондиций эта проблема нуждается в дальнейшем углубленном изучении. В статье с целью обоснования процесса обогащения раствора сахарозой в результате обессахаривания этой жидкостной системы в вакуум-аппарате, с позиций диффузионной теории кристаллообразования в растворе, предлагается более обоснованный, по сравнению с известными до сих пор аналогами, количественный анализ данного процесса, где в качестве коллектива кристаллов сахарозы рассматривают систему шаров, равномерно распределенных в моделирующем вакуум-аппарат объеме. На базе решения поставленной задачи получены расчетные формулы, результаты численного эксперимента отражены графическим путем.

Ключевые слова: вакуум-аппарат, раствор сахарозы, процесс диффузии, период обработки

Calculation of period processing solution syrup in vacuum apparatus

Anatolii A. Slavyanskii	¹	anatoliy4455@yandex.ru
Evgenii V. Semenov	¹	sem-post@mail.ru
Nataliya N. Lebedeva	¹	mgutu-sahar@mail.ru
Sergei T. Antipov	²	ast@vsuet.ru

¹ technologies of products from vegetable raw materials and parfymery-cosmetic products department, K.G. Razumovsky Moscow State University of technologies and management (the First Cossack University), Zemlyanoi val st., 73, Moscow, 109004, Russia

² machinery and equipment for food production department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394066, Russia

Summary. Important and crucial element in the management of the technological flow of production of sugar product standards is the period of time the enrichment of massecuite, since its neutralization in the process of crystal formation in vacuum apparatus, excess sugar solution. Although currently proposed and implemented in the industry, including as a front-end accompany the process, a number of ways in the real world sugar production in many cases have to resort to the services of an experienced operator. It is obvious that in any case it is necessary to have a surround-dependent glucose solution data on time for the excess sugar solution into the vacuum apparatus. With regard to the period of the enrichment of depleted sucrose solution are entered into this substance excess sucrose solution, it should be noted that this problem is theoretically still insufficiently developed. It is obvious that for practical purposes it is desirable to have a simple and convenient for engineering calculation of sugar processing time dependencies of the specified volume of water from the operating parameters of the process (the required concentration of sucrose, temperature of the solution stirring). The problem is the quantitative analysis of sucrose crystallization in vacuum apparatus, including the timing of enrichment solution to the excess syrup, period of time processing massecuite total this apparatus has been investigated in many works. However, due to its importance to the task of obtaining commercial sugar high standards this issue required further in-depth examination. In the article to support the enrichment process solution sucrose due to neutralize this solvent system in vacuum apparatus, from the standpoint of diffusion theory provides a more reasonable compared to known so far, quantitative analysis of this process. Where as sucrose crystals team are considering a system of balls, uniformly distributed in vacuum apparatus. On the basis of the solution obtained by calculation formulas, results of numerical experiment reflects the graphic way.

Keywords: vacuum apparatus, solution of sucrose, diffusion process, processing period

Для цитирования

Славянский А.А., Семенов Е.В., Лебедева Н.Н., Антипов С.Т. Расчет периода раскочки утфеля раствором сахарозы в вакуум-аппарате // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 233–237. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-233-237

For citation

Slavyanskii A.A., Semenov E.V., Lebedeva N.N., Antipov S.T. Calculation of period processing solution syrup in vacuum apparatus. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 233–237. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-233-237

Введение

Одним из важных и ответственных элементов в управлении технологическим потоком производства кристаллического сахара товарных кондиций является период времени обогащения утфеля, в виду его обессахаривания в процессе кристаллообразования в вакуум-аппарате. Несмотря на то, что в настоящее время предложен и внедрен в промышленность в том числе, и в качестве интерфейсного сопровождения процесса, ряд способов, в реальных условиях сахарного производства во многих случаях приходится прибегать к услугам опытного варщика. Очевидно, что в любом случае необходимо располагать зависящими от объемного содержания сахара в растворе данными по времени подачи сахаросодержащего раствора в вакуум-аппарат.

Касательно вопроса о периоде протекания процесса обогащения обедненного сахарозой раствора интродуцируемым в эту субстанцию раствором сахарозы следует отметить, что данная проблема теоретически проработана все еще недостаточно. При этом очевидно, что в практических целях желательно иметь простые и удобные для инженерного расчета зависимости времени обработки сахаром заданного объема воды от режимных параметров процесса (требуемой концентрации раствора по сахарозе, температуре раствора, условий перемешивания и др.).

Проблема количественного анализа процесса кристаллизации сахарозы в вакуум-аппарате, включая сроки обогащения межкристального раствора сиропом, периода времени обработки утфеля в целом в данном аппарате, исследовалась в работах [1–6]. Однако вследствие своей важности для решения задачи получения товарного сахара высоких кондиций эта проблема, по нашему мнению, нуждается в дальнейшем углубленном изучении.

Ниже, с целью обоснования процесса обогащения раствора сахарозой в результате обессахаривания этой жидкостной системы в вакуум-аппарате, с позиций диффузионной теории кристаллообразования в растворе, предлагается более обоснованный, по сравнению с известными до сих пор аналогами, количественный анализ данного процесса.

Постановка и решение задачи

Пусть в некотором рабочем объеме имеют гетерогенную жидкостную систему, включающую жидкую среду и коллектив моделируемых как шары радиусом R кристаллов сахарозы. Предполагая, что шары статистически равномерно распределены в жидкости, в качестве модели процесса массопереноса от жидкой

среды к шарам выбирают изолированный шар, к которому из прилегающей к нему области ($R < r < L$) (где r – радиальная координата, $2l$ – среднее расстояние между центрами шаров) подаются молекулы сахарозы (рисунок 1).

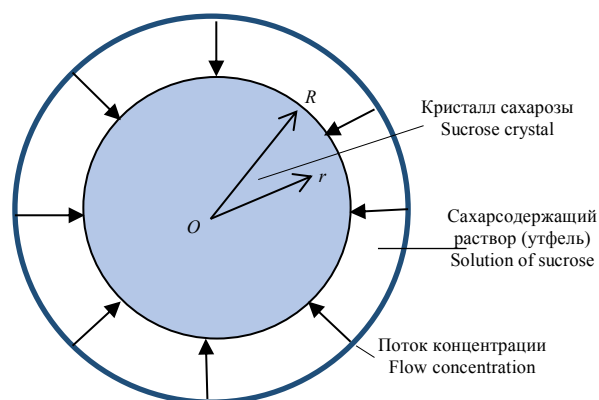


Рисунок 1. Схема к расчету процесса кристаллообразования сахарозы в утфеле

Figure 1. The scheme to calculation of process of grain formation of sucrose in the massecuite

При этом, если $V_{ш}$ и V – соответственно, суммарный объем шаров и жидкости в рабочем объеме и ξ – объемная концентрация шаров в жидкостной системе, то в соответствии с принятой геометрической моделью жидкостной системы “жидкость + система шаров” половина расстояния l между двумя соседними шарами составит (рисунок 2)

$$l = R\xi^{-1/3}, \quad 0 < \xi < 1. \quad (1)$$

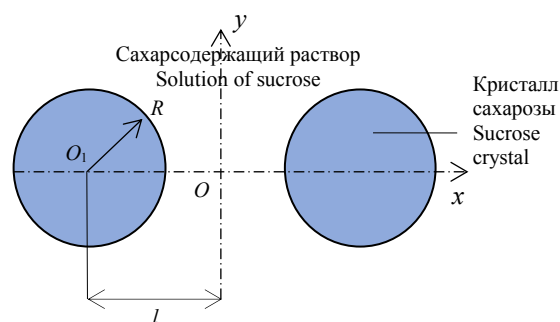


Рисунок 2. Схема к расчету процесса массопереноса сахарозы в жидкостной системе

Figure 2. The scheme to calculation process of a mass transfer of sucrose in liquid system

Полагают, что массоперенос к шарам от жидкой среды реализуется симметричным образом, и, кроме того, для выбранной расчетной модели, с удовлетворительной точностью выполнены все, обычно принимаемые при анализе процесса массопереноса в сплошной среде, допущения по физико-механическим свойствам изучаемого объекта.

Поток концентрации q сахарозы в направлении оси r в принятой одномерной модели массопереноса в сферической системе отсчета рассчитывают по формуле

$$q = -D \frac{\partial c}{\partial r}, \quad (2)$$

где D – коэффициент диффузии, c – объемная концентрация сахарозы, r – радиальная координата.

В качестве исходного соотношения, описывающего кинетику распределения концентрации в растворе, выбирают, как обычно, отнесенное к сферическим координатам, с началом координат в центре O_1 шара, уравнение нестационарной диффузии (второй закон Фика) (рисунок 2).

$$\frac{\partial c}{\partial t} = D \left(\frac{\partial^2 c}{\partial r^2} + \frac{2}{r} \frac{\partial c}{\partial r} \right) (R < r < L), \quad (3)$$

где t – время.

Начальное условие по исходному распределению концентрации принимают в виде

$$c(r, 0) = c_n (R < r < L), \quad (4)$$

где c_n – концентрация пересыщенного раствора.

Граничное условие на поверхности шара

$$c(R, t) = c_n (0 < t < \infty), \quad (5)$$

где c_n – концентрация сахарозы на поверхности шара (кристалла сахарозы).

Граничное условие симметричности поля концентрации между соседними шарами

$$\frac{\partial c(l, t)}{\partial r} = 0 \quad (0 < t < \infty), \quad (6)$$

где l связана с R зависимостью (1).

Хотя решение задачи (2)–(6) известно, оно малоприспособлено для практических расчетов, так как имеет вид ряда. Поэтому, как поступают в некоторых случаях, ниже применяют приближенный метод решения данной задачи, аналогичный методу осреднения.

С этой целью, как обычно, предварительно проводят замену переменных

$$c = u + c_n, \quad (7)$$

в результате чего граничные условия (5), (6) становятся однородными по переменной u – приведенной концентрации

$$u(R, t) = 0, \quad (8)$$

$$\frac{\partial u(l, t)}{\partial r} = 0, \quad 0 < t < \infty. \quad (9)$$

Начальное условие вследствие (4) принимает форму

$$u(r, 0) = \Delta c (R < r < L), \quad (10)$$

где $\Delta c = c_n - c_n > 0$ – перепад концентрации в начальный момент времени $t = 0$.

При этом уравнение (3) по переменной u вследствие (7) сохраняет свой вид

$$\frac{\partial u}{\partial t} = D \left(\frac{\partial^2 u}{\partial r^2} + \frac{2}{r} \frac{\partial u}{\partial r} \right). \quad (11)$$

В целях упрощения решения задачи начальное условие (10) заменяют его усредненным значением по прилегающей к шару области $r \in (R, l)$

$$\frac{1}{l^3 - R^3} \int_R^l u(r, 0) r^2 dr = \Delta c. \quad (12)$$

В свою очередь, усредняя левую часть уравнения (11) по тому же объему, принимают

$$\frac{1}{l^3 - R^3} \int_R^l \frac{\partial u}{\partial t} r^2 dr = D \phi(t), \quad (13)$$

где $\phi(t)$ – функция, подлежащая определению.

В результате уравнение (11) заменяют приближенным

$$\left(\frac{\partial^2 u}{\partial r^2} + \frac{2}{r} \frac{\partial u}{\partial r} \right) = \phi(t). \quad (14)$$

Так как правая часть уравнения (14) зависит лишь от t , то, интегрируя его дважды по r , находят

$$u(r, t) = D_1 + D_2 / r + r^2 \phi(t) / 6, \quad (15)$$

где D_1, D_2 – произвольные величины, зависящие от t .

Согласно (15) с граничными условиями (8), (9), получают

$$D_1 = -\frac{R^3 + 2l^3}{6R} \phi(t), \quad D_2 = \frac{l^3}{3} \phi(t)$$

и поэтому вместо (15) имеют

$$u(r, t) = \psi(r) \phi(t), \quad (16)$$

где

$$\psi(r) = -\frac{R^3 + 2l^3}{6R} + \frac{l^3}{3r} + \frac{r^2}{6}. \quad (17)$$

Подставляя (16) в (13), приходят к дифференциальному уравнению относительно искомой функции ϕ

$$\frac{1}{l^3 - R^3} \int_R^l \psi(r) \frac{d\phi}{dt} r^2 dr = D \phi(t),$$

или

$$A \frac{d\phi}{dt} = D \phi \quad (18)$$

где

$$A = \frac{1}{l^3 - R^3} \int_R^l \psi(r) r^2 dr, \quad (19)$$

l связано с R и концентрацией c зависимостью (1).

Интегрируя (18), получают

$$\phi(t) = D_3 \exp(Dt / A), \quad (20)$$

где D_3 – произвольная постоянная.

Поэтому, в соответствии с (16), (20) имеют

$$u(r, t) = D_3 \psi(r) \exp\left(\frac{Dt}{A}\right), \quad (21)$$

где $\psi(r)$ задана по (17).

С целью определить D_3 , подставляют (21) в (12)

$$\frac{1}{l^3 - R^3} \int_R^l D_3 \psi(r) r^2 dr = \Delta c,$$

откуда приходят к соотношению

$$D_3 A = \Delta c, \quad (22)$$

где A определяют по (20).

В результате чего, вследствие (21), (22) окончательно имеют

$$u(r, t) = \frac{\Delta c}{A} \psi(r) \exp\left(\frac{Dt}{A}\right). \quad (23)$$

Как видно, что найденное по (23) выражение приведенной концентрации $u(r, t)$ имеет простую и удобную для количественного и качественного анализа мультипликативную форму. А именно, приведенная концентрация пропорциональна перепаду концентрации Δc , и, поскольку, согласно расчету, $A < 0$, $\psi(r) < 0$ при $R < r < l$, в соответствии с (7), (23) концентрация жидкостной среды положительна, убывает по экспоненте с течением времени t и, тем быстрее, чем больше коэффициент диффузии D .

Если входящее в (23) выражение $\psi(r)$ заменить его усредненным значением $\bar{\psi} = A$ согласно (19), то (23) упрощается и принимает вид

$$\bar{u} = \Delta c \exp\left(\frac{Dt}{A}\right), \quad (24)$$

где $\Delta c = c_{\text{п}} - c_{\text{н}}$.

На базе количественного анализа (24) судят о распределении концентрации в обессахариваемом утфеле в заданный период времени.

Поток концентрации сахарозы от жидкостной среды (утфеля) к поверхности шара (кристалла сахара) согласно (2), (23) (с точностью до знака) вычисляют по зависимости (м/с)

$$q(t) = D \frac{\partial u(R, t)}{\partial r} = \frac{D}{3A} \times \frac{R^3 - l^3}{R^2} \cdot \Delta c \cdot \exp\left(\frac{Dt}{A}\right). \quad (25)$$

Полный удельный объем Q сахарозы, подводимый к единице поверхности шара за время T , получают, интегрируя (25) по данному временному интервалу T ($\text{м}^3/\text{м}^2$)

$$Q = \int_0^T q(\tau) d\tau = \frac{(l^3 - R^3) \Delta c}{3R^2} \left[1 - \exp\left(\frac{DT}{A}\right) \right], \quad (26)$$

В соответствии с (26) предельное значение подводимого к единице поверхности шара объема сахарозы составляет

$$Q_{\text{пред}} = \lim_{T \rightarrow \infty} Q = \frac{(l^3 - R^3) \Delta c}{3R^2}. \quad (27)$$

Тогда если значение периода времени t между двумя раскачками утфеля пересыщенным раствором определяют исходя из того, чтобы выраженный в долях $Q_{\text{пред}}$ коэффициент пересыщения κ рассчитывался по отношению

$$Q / Q_{\text{пред}} = \kappa, \quad (28)$$

откуда, исходя из (26)–(28), получают расчетное значение периода (мин) между двумя раскачками утфеля

$$\tau = \frac{A}{60D} \ln(1 - \kappa), \quad (29)$$

где A вычисляют по (19).

Численный эксперимент

Рассматривается пример расчета периода времени между двумя раскачками утфеля сахаросодержащим раствором.

Коэффициент диффузии принимаем $D = 2 \cdot 10^{-10} \text{ м}^2/\text{с}$, что примерно соответствует значению данного коэффициента при температуре раствора 70°C . Полагали, что кристаллы сахарозы в растворе монодисперсны, диаметр частиц $d = 20 \dots 40 \text{ мкм}$, объемная концентрация частиц $\xi = 40 \dots 50\%$.

По выбранным таким образом исходным параметрам, на базе (29), параметрические по размеру d частиц и их объемной концентрации ξ рассчитаны графические зависимости периода τ между двумя раскачками утфеля от коэффициента пересыщения κ (рисунок 3).

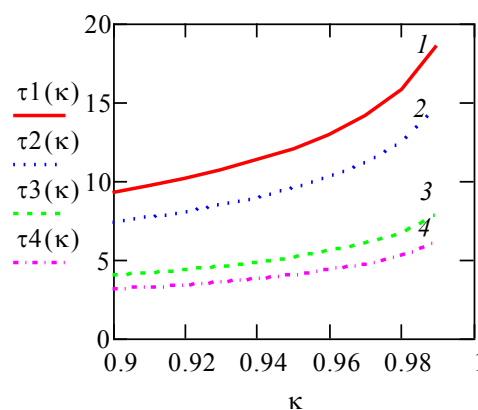


Рисунок 3. Зависимости периода τ (мин) между двумя раскачками утфеля от коэффициента пересыщения κ для различных значений диаметра d (мкм) и объемной концентрации ξ (%) частиц ($d = 20 \text{ мкм}$: 1 – $\xi = 40$, 2 – $\xi = 50\%$; $d = 40 \text{ мкм}$: 3 – $\xi = 40$, 4 – $\xi = 50\%$)

Figure 3. Dependences of the period τ (min.) between two swings massecuite from supersaturation coefficient κ for various values of diameter d (mcm) and volume concentration ξ (%) of particles ($d = 20 \text{ мкм}$: 1 – $\xi = 40$, 2 – $\xi = 50\%$; $d = 40 \text{ мкм}$: 3 – $\xi = 40$, 4 – $\xi = 50\%$)

Из вида графиков рисунка 3 выявляется согласие полученных результатов количественного моделирования рассматриваемого процесса с физическим смыслом исследуемого явления. А именно, естественное увеличение периода τ раскочки в вакуум-аппарате когда возрастает коэффициент пересыщения k (все кривые рисунок 3). Кроме того, отмечается уменьшение периода раскочки для частиц одного размера вместе с ростом их концентрации (кривые 2 и 4 расположены, соответственно, ниже кривых 1 и 3), а также в случае, когда при одинаковой концентрации ξ увеличивается размер частиц.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Saska M. Modelling crystallization and inclusion formation in sucrose crystals // Zuckerindustrie. 2011. V. 113. № 3. P. 224-229.
- 2 Tuzhilkin V., Urazbayeva K., Alibekov R. Semicontinuous sugar crystallization // Jour. of industrial technology and engineering. 2012. № 2 (3). P. 11-18.
- 3 Beckmann W. Crystallization: basic concepts and industrial applications. Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co, 2013. 346 p.
- 4 Гнездилова А.И., Червецов В.В. Интенсификация процессов кристаллизации при производстве молочных продуктов. Воронеж: "Издательство Ритм", 2011. 196 с.
- 5 Семенов Е.В., Славянский А.А., Сергеева Е.А., Щитова Т.А. Особенности диффузионного процесса кристаллизации сахарозы // Сахар. 2013. № 3. С. 46-50.
- 6 Тужилкин В.И., Прокофьев Е.Н., Коваленок В.А., Клемешов Д.А. и др. Технология полунепрерывной кристаллизации сахара // Сахар. 2014. № 2. С. 30-33.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Анатолий А. Славянский д. т. н., заведующий кафедрой, кафедра технологии продуктов из растительного сырья и парфюмерно-косметических изделий, Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (ПГУ), ул. Земляной вал, 73, г. Москва, 109004, Россия, anatoliy4455@yandex.ru
Евгений В. Семенов д. т. н., профессор, кафедра технологии продуктов из растительного сырья и парфюмерно-косметических изделий, Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (ПГУ), ул. Земляной вал, 73, г. Москва, 109004, Россия, sem-post@mail.ru
Наталья Н. Лебедева к. т. н., старший преподаватель, кафедра технологии продуктов из растительного сырья и парфюмерно-косметических изделий, Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (ПГУ), ул. Земляной вал, 73, г. Москва, 109004, Россия, mgutu-sahar@mail.ru
Сергей Т. Антипов д. т. н., профессор, проректор по научной и инновационной деятельности, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, ast@vsuet.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Анатолий А. Славянский предложил научную концепцию работы, корректировка рукописи статьи
Евгений В. Семенов обоснование физико-математической модели процесса, несет ответственность за плагиат
Наталья Н. Лебедева обзор литературных источников по исследуемой проблеме, выполнила численный эксперимент и его графическую иллюстрацию
Сергей Т. Антипов консультация в ходе исследования

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 14.11.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 01.12.2016

Заключение

На основе модели молекулярного массопереноса сахарозы от межкристалльного раствора к коллективу шарообразных частиц, имитирующих кристаллы сахара в вакуум-аппарате, предлагается аналитический аппарат по расчету периода времени между раскочками утфеля как функции коэффициента пересыщения и основных физико-механических параметров процесса кристаллизации сахарозы.

REFERENCES

- 1 Saska M. Modelling crystallization and inclusion formation in sucrose crystals. Zuckerindustrie, 2011, vol. 113, no. 3, pp. 224-229.
- 2 Tuzhilkin V., Urazbayeva K., Alibekov R. Semicontinuous sugar crystallization. Jour. of industrial technology and engineering, 2012, no. 2 (3), pp. 11-18.
- 3 Beckmann W. Crystallization: basic concepts and industrial applications. Weinheim, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co, 2013. 346 p.
- 4 Gnezdilova A.I., Chervetsov V.V. Intensifikatsiya processov kristallizatsii pri proizvodstve molochnykh produktov [An intensification of processes of crystallization by production of dairy products]. Voronezh, "Publishing House Rhythm". 2011, 196 p. (in Russian)
- 5 Semenov E.V., Slavyanskii A.A., Sergeeva E.A., Shchitova T.A. Features of the diffusion process of crystallization of the sucrose. *Sakhar* [Sugar] 2013, no. 3, pp. 46-50. (in Russian).
- 6 Tuzhilkin V.I., Prokofev E.N., Kovalenok V.A., Klemeshov D.A. et al. Semi-continuous sugar crystallization technology. *Sakhar* [Sugar] 2014, no. 2, pp. 30-33. (in Russian).

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Anatolii A. Slavyanskii doctor of chemical sciences, head of the department, technologies of products from vegetable raw materials and perfume-cosmetic products department, K.G. Razumovsky Moscow State University of technologies and management (the First Cossack University), Zemlyanoi val str, 73, Moscow, 109004, Russia, anatoliy4455@yandex.ru
Evgenii V. Semenov doctor of chemical sciences, professor, technologies of products from vegetable raw materials and perfume-cosmetic products department, K.G. Razumovsky Moscow State University of technologies and management (the First Cossack University), Zemlyanoi val str, 73, Moscow, 109004, Russia, sem-post@mail.ru
Nataliya N. Lebedeva candidate of technical sciences, chief lecturer, technologies of products from vegetable raw materials and perfume-cosmetic products department, K.G. Razumovsky Moscow State University of technologies and management (the First Cossack University), Zemlyanoi val str, 73, Moscow, 109004, Russia, mgutu-sahar@mail.ru
Sergei T. Antipov doctor of technical sciences, professor, vice-rector for research and innovation, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia, ast@vsuet.ru

CONTRIBUTION

Anatolii A. Slavyanskii proposed a scientific concept, correction of the manuscript
Evgenii V. Semenov rationale physic-mathematical model of the process, is responsible for plagiarism
Nataliya N. Lebedeva review of the literature on an investigated problem, performed numerical experiment and graphical illustration
Sergei T. Antipov consultation during the study

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 11.14.2016

ACCEPTED 1.12.2016

Влияние композиций амилолитических ферментов на процесс низкотемпературной биоконверсии нативного крахмала

Николай Д. Лукин¹ vniik@arrisp.ru
Александр А. Папахин¹
Зинаида М. Бородин¹
Валентина А. Гулакова¹

¹ ВНИИ крахмалопродуктов, ул. Некрасова, 11, п. Красково, Московская обл. 140051, Россия

Реферат. Целью данной работы было исследование действия глюкоамилазы в процессе биоконверсии нативного крахмала в композиции с амилолитическими ферментами, оказывающими положительное влияние при биоконверсии предварительно клейстеризованного крахмала. Установлено, что при использовании в качестве катализатора процесса композиции глюкоамилазы с термостабильной бактериальной α -амилазой, в отличие от клейстеризованного крахмала, не наблюдается положительного эффекта. Выявлено позитивное влияние на процесс композиции глюкоамилазы (*Asp. niger*) с пуллулазой (*Bac. licheniformis*) при дозировке последней 0,4–0,5 ед. ASPU/г СВ крахмала. В ходе исследований установлено, что оптимальная величина pH реакционной среды для композиции ферментов так же, как и для глюкоамилазы при действии на нативный крахмал, находится в пределах 3,0–3,5, в отличие от 4,0–4,5 для клейстеризованного крахмала. Результаты исследований показали, что снижение оптимума pH для действия глюкоамилазы в процессе биоконверсии нативного крахмала до 3,3–3,5 может быть обусловлено синергетическим действием HCl и глюкоамилазы. Пуллулаза (*Bac. licheniformis*) при самостоятельном действии на нативный крахмал сохраняет оптимум pH (4,2) для клейстеризованного крахмала, при снижении pH частично инактивируется. При дозировке 10 ед. ASPU/г СВ крахмала в заданных условиях пуллулаза расщепляет не более 1% СВ крахмала с образованием глюкозы (~45%), мальтозы (~13%), мальтотриозы (~12%) и ВМС (~30%), что свидетельствует о способности испытуемой пуллулазы, помимо α -1,6-гликозидных связей, расщеплять в крахмале и α -1,4 связи. На основании полученных данных установлено, что использование композиции глюкоамилазы с α -амилазой и/или пуллулазой для низкотемпературной биоконверсии нативного крахмала неэффективно, в отличие от клейстеризованного крахмала.

Ключевые слова: низкотемпературная биоконверсия, нативный крахмал, синергетическое действие, композиция амилолитических ферментов, глюкоамилаза

Influence of amylolytic enzymes compositions on the process of low temperature bioconversion of native starch

Nikolai D. Lukin¹ vniik@arrisp.ru
Aleksandr A. Papakhin¹
Zinaida M. Borodina¹
Valentina A. Gulakova¹

¹ All-Russian Research Institute for Starch Products, Nekrasov str., 11, Kraskovo, Moscow region, 140051, Russia

Summary. The aim of this work was to study the action of glucoamylase in the process of bioconversion of native starch in combination with amylolytic enzymes, that have a positive effect on the bioconversion of the pre-gelatinized starch. It was found that the use a composition of thermostable bacterial glucoamylase with α -amylase as catalyst, in contrast to the gelatinized starch, a positive effect is not observed. It was revealed a positive impact of composition the glucoamylase (*Asp. niger*) and pullulanase (*Bac. licheniformis*) with the dose of 0.4–0.5 units of ASPU/g DS of starch on the process. The studies revealed that the optimum pH of the reaction medium for the enzyme composition as well as of for glucoamylase at the action on native starch is in the range of 3.0–3.5, in contrast to the 4.0 to 4.5 for gelatinized starch. The results showed that the optimum pH decrease for the action of glucoamylase in the process of bioconversion of native starch to 3.3 and 3.5 may be due to the synergistic action of glucoamylase and HCl. Pullulanase (*Bac. licheniformis*) retains the optimum pH (4.2) for gelatinized starch at independent action on native starch is partially inactivated while lowering pH. At a dose of 10 ASPU/g DS of starch under specified conditions pullulanase cleaves not more than 1% DS of starch at forming glucose (~45%), maltose (~13%), maltotriose (~12%) and HMS (~30%). That indicates to the ability of the test pullulanase in addition to the α -1,6-glycosidic linkages to break down starch and α -1,4 links. On the basis of the obtained data it is revealed that the use of the glucoamylase composition with α -amylase and/or pullulanase for low-temperature bioconversion of native starch, unlike gelatinized is ineffective.

Keywords: low temperature bioconversion, native starch, synergistic effect, composition of amylolytic enzymes, glucoamylase

Введение

В настоящее время глубокая переработка крахмалсодержащего сырья и крахмала с получением продуктов высокого качества в широком ассортименте, конкурентоспособных и удовлетворяющих потребностям современного рынка, является одной из важнейших задач развития крахмалопаточной промышленности России.

Для цитирования

Лукин Н. Д., Папахин А. А., Бородин З. М., Гулакова В. А. Влияние композиций амилолитических ферментов на процесс низкотемпературной биоконверсии нативного крахмала // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 238–244. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-238-244

Одним из актуальных направлений, ориентированных на разработку технологий переработки крахмала, способствующих расширению ассортимента крахмалопродуктов, востребованных в РФ, и их импортозамещению, является разработка новых эффективных методов модификации свойств нативного крахмала амилолитическими ферментами в процессе низкотемпературной биоконверсии в условиях, близких к промышленным.

For citation

Lukin N. D., Papakhin A. A., Borodina Z. M., Gulakova V. A. Influence of amylolytic enzymes compositions on the low temperature bioconversion process of native starch. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 238–244. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-238-244

Во ВНИИ крахмалопродуктов проведены исследования действия амилолитических ферментов на нативный крахмал в гетерогенной водной среде при температуре ниже начальной точки его клейстеризации и концентрациях сухих веществ крахмала в субстрате, близких к промышленным [1, 2]. Установлено, что при действии глюкоамилазы на нативный крахмал наибольшую атакуемость проявляют зерновые крахмалы, в частности кукурузный крахмал, наименьшую – картофельный. При этом в реакционной среде образуются следующие продукты: глюкозный сироп высокой доброкачественности с глюкозным эквивалентом ГЭ 98,5–99,0% и оставшийся негидролизованным крахмал с поврежденными гранулами, физико-химические и структурные свойства которого довольно существенно отличаются от нативного крахмала и позволяют считать его ферментативно модифицированным пористым крахмалом.

Поскольку активность глюкоамилазы в процессе биоконверсии крахмала зависит от свойств субстрата, скорость реакции может быть повышена за счет предварительного механического воздействия на нативный крахмал [3, 4]. Процесс биоконверсии крахмала также можно интенсифицировать путем создания композиций основного фермента-катализатора с сопутствующими амилазами, обладающих синергетическим эффектом при совместном действии [5–7].

Цель работы – исследование действия глюкоамилазы в композиции с другими амилолитическими ферментами в процессе низкотемпературной биоконверсии нативного крахмала в гетерогенной среде.

Объекты и методы исследований

Объектами исследований являлись: испытуемые ферментные препараты, исходный нативный крахмал и продукт его гидролиза – жидкая фракция (первичный фильтрат + промоя). Катализаторами процесса биоконверсии в составе композиций были выбраны коммерческие препараты амилолитических ферментов: очищенной глюкоамилазы Optidex L-400 (производитель – *Asp. niger*), пуллулазы Optimax L-1000 (производитель – *Bac. licheniformis*), комплексный препарат глюкоамилазы и пуллулазы Optimax 7525 HP и препарат термостабильной α -амилазы Spezyme XTRA (производитель – *Bac. licheniformis*), предоставленные компанией Du Pont (США), как обладающие близкими оптимальными условиями действия на крахмал в процессе биоконверсии. Амилолитические активности испытуемых ферментных препаратов определяли методами, изложенными

в ГОСТ 54330–2011, пуллулазную активность устанавливали по данным фирмы производителя. Количество и углеводный состав растворимых сухих веществ (СВ) крахмала определяли жидкостной хроматографией на анализаторе углеводов с рефрактометрическим датчиком фирмы Bischoff, модель 8120 и рефрактометре ИРФ-454Б2М. Результаты процесса биоконверсии оценивали путем определения степени растворения (СРК) и степени гидролиза крахмала (СГК) по разработанной во ВНИИ крахмалопродуктов методике [8].

Экспериментальные исследования проводились по ранее разработанной схеме, включающей следующие стадии:

- приготовление водной суспензии крахмала с концентрацией СВ = 32%, доведение pH до требуемого значения, установка колб на платформу термошейкера-инкубатора IKA KS 4000i (Германия);

- нагрев суспензии до 52 °С, внесение необходимых доз испытуемых ферментов, инкубирование приготовленной реакционной смеси при T = 52 °С и постоянном перемешивании при 140 об/мин в течение 0–72 ч с периодическим отбором проб;

- разделение проб реакционной смеси путем вакуум-фильтрования на жидкую фракцию – фильтрат и твердую – осадок с последующей промывкой осадка дистиллированной водой при гидромодуле 1:4;

- смешивание фильтрата с промывными водами осадка;

- высушивание осадка при температуре 25–50 °С до воздушно сухого состояния.

Во всех опытах в процессе биоконверсии количественно определяли распределение сухих веществ исходного крахмала на указанные фракции.

Результаты процесса биоконверсии оценивали путем определения степени растворения (СРК) и степени гидролиза крахмала (СГК) согласно методике, разработанной во ВНИИК [7], по формулам:

$$СРК = W_{PCB} / (W_{np} \times СВ_{pc}) \quad (1)$$

где: W_{PCB} – масса СВ в водорастворимой фракции пробы, г; W_{np} – масса пробы, взятая на разделение, г; $СВ_{pc}$ – массовая доля СВ в реакционной смеси опыта, %.

$$СГК = (СРК \times ГЭ) / 100 \quad (2)$$

где: СРК – степень растворения крахмала, %; ГЭ – массовая доля редуцирующих веществ в пересчете на глюкозу в водорастворимой фракции, % – глюкозный эквивалент

в настоящей работе согласно ГОСТ Р 52060–2003 «Патока крахмальная. Приложение Д» рассчитывали по данным углеводного состава, определенного методом ВЭЖХ, по формуле:

$$\Gamma\Xi = m_{PB} = 1,000m_{gl} + 0,580m_{mal} + 0,395m_{mtr} + 0,180m_{vc} \quad (3)$$

где: m_{gl} , m_{mal} , m_{mtr} , m_{vc} – массовая доля сахаров: глюкозы, мальтозы, мальтотриозы, высших сахаров в пересчете на сухое вещество, %; 1,000; 0,580; 0,395; 0,180 – усредненное значение коэффициентов для пересчета массовой доли сахаров на глюкозу.

Количество и углеводный состав растворимых сухих веществ (СВ) крахмала определяли методом ВЭЖХ на анализаторе углеводов с рефрактометрическим датчиком фирмы Bischoff, модель 8120, и рефрактометре марки ATR фирмы Schmidt (Германия).

Для определения показателей величины рН, сухого вещества и др. использовали методы техно-химического контроля производства крахмала и крахмалопродуктов.

Все результаты представлены как среднее не менее трех повторностей экспериментов с обеспечением достоверной вероятности не менее 95%.

Обсуждение результатов исследований

Первый этап исследований посвящен изучению влияния величины рН реакционной среды на действие глюкоамилазы Optidex L-400 (продуцент – *Asp. niger*) в процессе биоконверсии при оптимальных параметрах температуры (52 °С) и концентрации суспензии нативного кукурузного крахмала (32%). Опыты проводили по разработанной схеме [2], для доведения рН суспензии крахмала использовали два варианта:

1 – доведение рН суспензии в пределах 3,0–5,5 осуществляли 16%-ным раствором HCl, 2 – использовали растворы ацетатных буферов с рН 3,0–5,5.

Результаты показали, что оптимальным значением рН для действия очищенной глюкоамилазы на нативный крахмал и в том, и в другом случае является величина рН 3,0–3,5, однако более эффективная динамика процесса наблюдается при доведении рН раствором HCl, обладающей каталитическими свойствами. Очевидно, что при одновременном действии глюкоамилазы и HCl в процессе биоконверсии повышение степени гидролиза объясняется синергетическим действием двух катализаторов до определенного рН субстрата (3,0–3,5). Дальнейшее снижение рН вызывает снижение активности глюкоамилазы.

Далее исследовали действие глюкоамилазы на нативный крахмал в композиции с бактериальной альфа-амилазой Spezyme XTRA (продуцент – *Bac. licheniformis*). Условия опытов: концентрация СВ в суспензии крахмала 32%, температура 52 °С, продолжительность биоконверсии 24 ч, величина рН субстрата 4,2 – оптимум для глюкоамилазы Optidex L-400 при действии на клейстеризованный крахмал и 3,3 – оптимум рН при биоконверсии нативного крахмала. Полученные результаты, представленные в таблице 1, показали, что при действии глюкоамилазы на нативный кукурузный крахмал в композиции с бактериальной альфа-амилазой наблюдается незначительное снижение степени растворения и гидролиза крахмала при увеличении дозировки альфа-амилазы по сравнению с контрольным опытом как при рН субстрата 4,2, так и при рН 3,3, что может быть следствием взаимного конкурентного ингибирования испытываемых ферментов.

Таблица 1

Результаты действия очищенной глюкоамилазы на нативный крахмал в присутствии бактериальной альфа-амилазы

Table 1

The effect of the purified glucoamylase on native starch in the presence of bacterial alpha-amylase

№	рН субстрата Substrate pH	Дозировка ферментов, ед./г СВ Dosage of enzymes, DS unit/g		СВ фильтрата Filtrate DS	СРК, % DSS	ГЭ, % DE	СГК, % DHS
		ГЛС GLS	АС AS				
1	4,2	12	0,3	13,5	34,1	99,4	33,9
2	4,2	12	0,6	13,2	33,9	99,3	33,7
3	4,2	12	0,9	13,1	33,7	99,3	33,5
4	3,3	12	0,3	15,3	41,0	99,3	40,7
5	3,3	12	0,6	15,0	39,5	99,3	39,2
6	3,3	12	0,9	15,0	39,4	99,3	39,1
7	3,3	12	-	16,0	42,2	99,3	41,9

Следующая серия опытов проведена с целью изучения действия глюкоамилазы в композиции с пуллулазой в оптимальных условиях ($C = 32\%$, $T = 52\text{ }^{\circ}\text{C}$) и величине pH субстрата 4,2 и 3,3 ед. в течение 24 ч. В опытах использовали препараты глюкоамилазы Optidex L-400 и пуллулазы Optimax L1000 компании Du Pont (США). Дозировка

глюкоамилазы составляла 12 ед. ГлС/г СВ, активность пуллулазы варьировали в пределах 0,4–1,2 ед. ASPU/г СВ. Данные, приведенные в таблице 2, свидетельствуют о влиянии дозировки пуллулазы на совместное действие ее с глюкоамилазой на нативный крахмал в процессе низкотемпературной биоконверсии.

Таблица 2

Влияние дозы пуллулазы (*Bac. licheniformis*) на процесс биоконверсии нативного крахмала в присутствии очищенной глюкоамилазы

Table 2

The influence of pullulanase (*Bac. licheniformis*) dose on the bioconversion process of native starch in the presence of purified glucoamylase

№ п/п	Дозировка ферментов Dosage of enzymes		СВ фильт- рата,% Filtrate DS,%	СРК, % DSS	ГЭ, % DE	СГК, % DHS
	Глюкоамилаза, ед. ГлС/г СВ крахмала Glucoamylase, unit GlS/g of starch DS	Пуллулаза, ед. ASPU/г СВ крахмала Pullulanaza, unit of ASPU/g of starch DS				
pH субстрата – 4,2 Substrate pH – 4,2						
1	12	0,4	13,9	35,6	99,2	35,3
2	12	0,8	13,6	34,0	99,2	33,7
3	12	1,2	13,0	32,3	99,2	32,0
4	12	-	13,9	33,7	99,3	33,5
pH субстрата – 3,3 Substrate pH – 3,3						
5	12	0,4	16,8	41,7	99,2	41,4
6	12	0,8	16,4	40,8	99,2	40,5
7	12	1,2	15,6	38,9	99,2	38,6
8	12	-	16,0	38,5	99,2	38,2

При дозировке пуллулазы 0,4 ед. ASPU/г СВ крахмала степень гидролиза превышает СГК контрольного опыта (без пуллулазы) на 3,2%, что можно объяснить синергетическим действием композиции амилаз на нативный крахмал также, как на клейстеризованный [6, 7]. Однако увеличение дозировки пуллулазы при заданных условиях приводит к снижению степени гидролиза. Исследования также показали, что для испытуемой композиции ферментов, так же как и для глюкоамилазы, оптимум pH находится в пределах 3,3–3,5.

Анализ данных по концентрации и углеводному составу растворимых СВ, полученных при биоконверсии крахмала в присутствии композиции глюкоамилазы с пуллулазой в сравнении с таковыми, полученными ранее, при использовании одной глюкоамилазы в аналогичных условиях, показал, что эти показатели имеют практически равноценную зависимость от pH субстрата: содержание СВ фильтрата равномерно увеличивается в пределах

pH 4,5→3,3 и снижается при pH 3,0, вероятно, вследствие частичной инактивации глюкоамилазы. На основании анализа сделан вывод о необходимости изучения действия пуллулазы и используемой для доведения pH субстрата HCl на нативный крахмал в процессе его низкотемпературной биоконверсии в заданных условиях.

Влияние HCl на процесс биоконверсии нативного кукурузного крахмала при концентрации СВ в суспензии 32% и температуре инкубации 52 °C в течение 24 ч оценивали путем определения степени растворения крахмала (СРК), углеводного состава растворенных СВ и соответственно степени гидролиза (СГК), при варьировании pH исходной суспензии (pH – 6,4) в пределах 4,5–3,0 с интервалом 0,3 ед.

Результаты опытов, приведенные в таблице 3, показали, что снижение величины pH суспензии путем добавления раствора HCl до 3,6 и ниже вызывает некоторое повышение растворимости крахмала.

Таблица 3

Влияние pH суспензии на степень растворения и гидролиза кукурузного крахмала
(инкубирование при 52 °С в течение 24 ч)

Table 3

The influence of the suspension pH on the degree of solubility and hydrolysis of corn starch
(incubation at 52 °C for 24 h)

№ оп	СВ крах- мала, г DS of starch, g	pH суспен- зии suspension pH	Раство-ри- мые СВ, г Soluble DS, g	СРК, % DSS	ГЭ, % DE	СГК, % DHS	Углеводный состав PCB, % Carbohydrate composition SDS, %	
							Глюкоза glucose	ВМС HMS
1	23,76	6,4	0,04	0,15	0,00	0,00	0,0	0,0
2	48,11	4,5	0,08	0,17	0,18	0,03	0,0	100,0
3	48,13	4,2	0,08	0,17	0,18	0,03	0,0	100,0
4	48,13	3,9	0,08	0,17	0,18	0,03	0,0	100,0
5	48,17	3,6	0,09	0,18	0,18	0,03	0,0	100,0
6	48,20	3,3	0,09	0,20	0,23	0,05	5,26	94,74
7	48,00	3,0	0,13	0,27	0,26	0,07	6,82	93,18

Анализ углеводного состава растворимых СВ (PCB) показал, что в раствор переходят высокомолекулярные сахараиды и только при pH 3,3 появляются следовые количества глюкозы, что указывает на частичное расщепление гранул.

Оптимальные условия действия испытуемой пуллулазы (препарат Optimax L 1000, производитель – *Bac. licheniformis*) на клейстеризованный крахмал по данным производителя находятся на уровне pH 4,0–4,5, также как и глюкоамилазы Optidex L-400. Поскольку установлено, что оптимум действия испытуемой глюкоамилазы на нативный крахмал находится в пределах pH 3,0–3,5, опыты по изучению действия пуллулазы на нативный крахмал в процессе низкотемпературной биоконверсии проводили при варьировании pH 32% -ной суспензии в пре-

делах 4,5→3,3 с интервалом 0,3 ед. при температуре 52 °С и продолжительности инкубации 24 ч. Дозировка пуллулазы составляла 10 ед. ASPU/г СВ крахмала. Действие пуллулазы также оценивали по степени растворения крахмала, углеводному составу растворенных СВ и степени гидролиза.

Результаты проведенных опытов (таблица 4) показали, что в данных условиях процесса биоконверсии нативного кукурузного крахмала действие пуллулазы при столь высокой дозировке (10 ед. ASPU/г СВ крахмала) вызывает растворение не более 1,0% СВ при оптимальном для фермента pH среды (4,2) при действии на клейстеризованный крахмал. При снижении pH степень растворения снижается очевидно в связи с частичной инактивацией фермента.

Таблица 4

Влияние pH суспензии на степень растворимости и гидролиза кукурузного крахмала
при действии пуллулазы

Table 4

The influence of the suspension pH on the degree of solubility and hydrolysis of corn starch
under the action of pullulanase

№ оп.	СВ крах- мала, г DS of starch, g	pH суспен- зии suspension pH	Растворимые СВ, г Soluble DS, g	СРК, % DSS, %	Углеводный состав PCB, % Carbohydrate composition RSV, %				ГЭ, % DE, %	СГК, % DHS, %
					Г G	М M	МТ MT	ВМС HMS		
1	48,0	4,5	0,43	0,92	44,80	13,50	12,00	29,70	62,43	0,57
2	48,0	4,2	0,45	0,94	44,81	13,60	11,87	29,72	62,76	0,59
3	48,0	3,9	0,43	0,90	44,83	13,25	12,40	29,52	62,68	0,56
4	48,0	3,6	0,38	0,80	45,28	13,40	12,02	29,30	63,16	0,50
5	46,5	3,3	0,34	0,74	45,30	12,40	12,00	29,30	62,50	0,46

Результаты анализа углеводного состава растворенных СВ крахмала позволяют предположить, что испытуемая пуллулаза (*Bac. Licheniformis*) наряду с α -1,6 – Д-гликозидными связями гидролизует и α -1,4 – Д-связи, на что указывает образование значительных количеств глюкозы (таблица 4) и относится к амилопуллулазам-пуллулазам II типа, гидролизующим наряду с α -1,6 – связями в пуллулане и разветвленных субстратах, α -1,4 – связи в полисахаридах, отличных от пуллулана (крахмал, амилопектин) [9–11].

Полученные данные и анализ большого числа публикаций работ отечественных и зарубежных исследователей посвященных проблеме получения, изучения свойств и применения пуллулазы, свидетельствуют о важности проведения дальнейших исследований в направлении использования пуллулазы в крахмалопаточной промышленности.

Заключение

Установлено, что при использовании в качестве катализатора процесса низкотемпературной биоконверсии нативного кукурузного крахмала композиции глюкоамилазы с термостабильной бактериальной альфа-амилазой, в отличие от клейстеризованного крахмала, не наблюдается позитивного эффекта. Данный факт обусловлен как несовместимостью оптимальных условий действия указанных ферментов, так и структурными свойствами нативного крахмала.

Проведенные исследования показали позитивное влияние на процесс биоконверсии нативного крахмала, аналогично действию на клейстеризованный крахмал, композиции

глюкоамилазы (*Asp. Niger*) с пуллулазой (*Bac. Licheniformis*) при дозировке последней 0,4 ед. ASPU/г СВ крахмала.

Выявлено, что оптимальная величина pH реакционной среды для композиции ферментов так же, как и для глюкоамилазы при действии на нативный крахмал, находится в пределах 3,0–3,5, в отличие от 4,0–4,5 для клейстеризованного крахмала. Снижение оптимума pH для действия глюкоамилазы в процессе биоконверсии нативного крахмала может быть обусловлено синергетическим действием HCl и глюкоамилазы.

Пуллулаза (*Bac. Licheniformis*) при самостоятельном действии на нативный крахмал сохраняет оптимум pH (4,2) для клейстеризованного крахмала, при снижении pH частично инактивируется. При дозировке 10 ед. ASPU/г СВ крахмала в заданных условиях пуллулаза расщепляет не более 1% СВ крахмала с образованием глюкозы (~45%), мальтозы (~13%), мальтотриозы (~12%) и ВМС (~30%) независимо от величины pH и продолжительности процесса, что свидетельствует о способности испытуемой пуллулазы помимо α -1,6 – гликозидных связей расщеплять в крахмале и α -1,4 связи.

На основании полученных данных установлено, что использование композиции глюкоамилазы с α -амилазой и/или пуллулазой для низкотемпературной биоконверсии нативного крахмала, в отличие от клейстеризованного, неэффективно. Невосприимчивость нативного крахмала к действию испытуемых амилаз в условиях процесса очевидно обусловлена как структурными свойствами гранул крахмала, так и свойствами фермента в заданных условиях процесса.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Лукин Н.Д., Бородин З.М., Липидус Т.В., Маннова И.Г. и др. Исследование процесса биоконверсии нативного кукурузного крахмала с применением амилолитических ферментов // Достижения науки и техники АПК. 2011. №12. С. 74–76.
- 2 Лукин Н.Д., Бородин З.М., Папахин А.А., Шаталова О.В. Исследование действия амилолитических ферментов на нативный крахмал различных видов в гетерогенной среде // Достижения науки и техники АПК. 2013. №10. С. 62–64.
- 3 Tamaki S., Hisamatsu M., Teranishi K., Adachi T. et al. Structural change of maize starch granules by ball-mill treatment // Starch/Stärke. 1998. V. 50. № 8. P. 342–348.
- 4 Шульман М.С. Механическая клейстеризация крахмала. М.: Пищепромиздат, 1961. 149 с.
- 5 Uthumporn U., Zaidul I.S.M., Karim A.A. Hydrolysis of granular starch at subgelatinization temperature using a mixture of amylolytic enzymes // Food and Bioproducts Processing. 2010. V. 88. P. 47–54.

- 6 Arasaratnam V., Balasubramaniam K. Synergistic action of α -amylase and glucoamylase on raw corn // Starch/Stärke. 1993. V. 45. № 6. P. 231–233.
- 7 Fujii M., Homma T., Taniguchi M. Synergism α -amylase and glucoamylase on hydrolysis of native starch granules // Biotechnol. Bioeng. 1988. V. 32. № 7. P. 910–915.
- 8 Папахин А.А., Бородин З.М., Лукин Н.Д., Гулакова В.А. и др. Методика оценки действия амилолитических ферментов на нативный крахмал // Хранение и переработка сельхозсырья. 2014. № 4. С. 14–17.
- 9 Hii S.L., Tan J.S., Ling T.C., Ariff A.B. Pullulanase: role in starch hydrolysis and potential industrial application // Enzyme research. 2012. V. 2012. P. 14.
- 10 Rou A., Messaoud E.B., Bejar S. Isolation and purification of an acidic pullulanase type II from newly isolated *Bacillus* sp. US149 // Enzyme and microbial technology. 2003. V. 33. № 5. P. 720–724.
- 11 Ara K., Saeki K., Igarashi K., Takaiwa M. et al. Purification and characterization of an alkaline amylopullulanase with both α -1,4 and α -1,6 hydrolytic activity from alkalophilic *Bacillus* sp. KSM-1378 // Biochimica et Biophysica Acta. 1995. V. 1243. № 3. P. 315–324.

REFERENCES

- 1 Lukin N.D., Borodina Z.M., Lapidus T.V., Mannova I.G. et al. Investigation of the process of bio-conversion of native corn starch with the use of amylolytic enzymes. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Advances of science and technology of agriculture]. 2011, no. 12, pp. 74–76. (in Russian)
- 2 Lukin, N.D., Borodina Z.M., Papahin A.A., Shatalova O.V. et al. Study of the action of amylolytic enzymes on native starches of various types in a heterogeneous environment. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Advances of science and technology of agriculture]. 2013, no. 10, pp. 62–64. (in Russian)
- 3 Tamaki S., Hisamatsu M., Teranishi K., Adachi T., Yamada T. Structural change of maize starch granules by ball-mill treatment. *Starch/Stärke*. 1998, vol. 50, no. 8, pp. 342–348.
- 4 Shul'man M.S. *Mehanicheskaja klejsterizacija krahmala* [Mechanical gelatinization of starch]. Moscow, Pishhepromizdat, 1961, 149 p.
- 5 Uthumporn U., Zaidul I.S. M., Karim A.A. Hydrolysis of granular starch at subgelatinization temperature using a mixture of amylolytic enzymes. *Food and Bioproducts Processing*. 2010, vol. 88, pp. 47–54.
- 6 Arasaratnam V., Balasubramaniam K. Synergistic action of α -amylase and glucoamylase on raw corn. *Starch/Stärke*. 1993, vol. 45, no. 6, pp. 231–233.
- 7 Fujii M., Homma T., Taniguchi M. Synergism α -amylase and glucoamylase on hydrolysis of native starch granules. *Biotechnol. Bioeng.* 1988, vol. 32, no. 7, pp. 910–915.
- 8 Papakhin A.A., Borodina Z.M., Lukin N.D., Gulakova V.A. et al. Methods of evaluation of the action of amylolytic enzymes on native starches. *Khranenie i pererabotka sel'hozsyrya* [Storage and processing of agricultural products]. 2014, no. 4, pp. 14–17. (in Russian)
- 9 Hii S.L., Tan J.S., Ling T.C. Ariff A.B. Pullulanase: role in starch hydrolysis and potential industrial application. *Enzyme research*, 2012, vol. 2012, 14 p.
- 10 Rou A., Messaoud E.B., Bejar S. Isolation and purification of an acidic pullulanase type II from newly isolated *Bacillus* sp. US149. *Enzyme and microbial technology*. 2003, vol. 33, no. 5, pp. 720–724.
- 11 Ara K., Saeki K., Igarashi K., Takaiwa M., Uemura T., Hagihara H., Kawai S., Ito S. Purification and characterization of an alkaline amylopullulanase with both α -1,4 and α -1,6 hydrolytic activity from alkalophilic *Bacillus* sp. KSM-1378. *Biochimica et Biophysica Acta*. 1995, vol. 1243, no. 3, pp. 315–324.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Николай Д. Лукин д.т.н., зам. директора по научной работе, ВНИИ крахмалопродуктов, ул. Некрасова, 11, п. Красково, Московская обл. 140051, Россия, vniik@arrisp.ru
Александр А. Папахин к.т.н., заведующий лабораторией, ВНИИ крахмалопродуктов, ул. Некрасова, 11, п. Красково, Московская обл. 140051, Россия
Зинаида М. Бородин к.т.н., вед. науч. сотр., ВНИИ крахмалопродуктов, ул. Некрасова, 11, п. Красково, Московская обл. 140051, Россия
Валентина А. Гулакова ст. науч. сотр., ВНИИ крахмалопродуктов, ул. Некрасова, 11, п. Красково, Московская обл. 140051, Россия

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Николай Д. Лукин консультация в ходе исследования
Александр А. Папахин написание рукописи, корректура ее до подачи в редакцию, проведение экспериментов, несет ответственность за плагиат
Зинаида М. Бородин обзор литературных источников по исследуемой проблеме, постановка и проведение экспериментов, обсуждение результатов
Валентина А. Гулакова проведение экспериментов, обсуждение полученных результатов

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 17.10.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 10.11.2016

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Nikolai D. Lukin doctor of technical sciences, deputy director, All-Russian Research Institute for Starch Products, Nekrasov str., 11, Kraskovo, Moscow region, 140051, Russia, vniik@arrisp.ru
Aleksandr A. Papakhin candidate of technical sciences, head of laboratory, All-Russian Research Institute for Starch Products, Nekrasov str., 11, Kraskovo, Moscow region, 140051, Russia
Zinaida M. Borodina candidate of technical sciences, leading researcher, All-Russian Research Institute for Starch Products, Nekrasov str., 11, Kraskovo, Moscow region, 140051, Russia
Valentina A. Gulakova senior researcher, All-Russian Research Institute for Starch Products, Nekrasov str., 11, Kraskovo, Moscow region, 140051, Russia

CONTRIBUTION

Nikolai D. Lukin consultation during the study
Aleksandr A. Papakhin writing of the manuscript, corrected it before submission to the editor, experiments, responsible for the plagiarism
Zinaida M. Borodina review of the literature on an investigated problem, setting up and conducting experiments, discussion the results
Valentina A. Gulakova conducted an experiment, discussion the obtained results

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 10.17.2016

ACCEPTED 11.10.2016

Анализ эффективности аэротенков в системе очистки сточных вод

Зухра Р. Шамсутдинова¹ zuhrush92@mail.ru

Ильдар И. Хафизов² khafizov@kpfu.ru

¹ кафедра биомедицинской инженерии и управления инновациями, Инженерный институт Казанского (Приволжского) федерального университета, ул. Сайдашева, 12, г. Казань, 420021, Россия

² Инженерный институт Казанского (Приволжского) федерального университета, ул. Сайдашева, 12, г. Казань, 420021, Россия

Реферат. В работе обсуждается проблема очистки сточных вод нефтехимического производства и предлагаются пути ее усовершенствования. Рассматривается биологический метод, основанный на использовании закономерностей биохимического и физиологического самоочищения рек и других водоёмов. Биологический метод является перспективным в системе очистки сточных вод, благодаря его destructiveness, потому что в результате его происходит частичное или полное разрушение загрязнителей в сточной воде. В статье исследуется интенсивность и результативность такой очистки. Эффективность очистки зависит от степени поддержания бактерий в состоянии физиологической активности. Для этого сравниваются случаи применения процессов одно-, двух- и более ступенчатой очистки с дифференцированной организацией движения воды и ила, а также структурные схемы установок для биологической очистки и процессы, которые сопровождают различные типы очистки. Анализируется эффективность использования аэротенков с максимальной и минимальной зоной регенерации. Выяснили, что при биологической очистке с максимальной зоной регенерации эффективность по химическому потреблению кислорода и скорость окисления выше, чем при режиме с минимальной зоной регенерации. Для решения проблемы эффективной очистки сточных вод предлагается технологическая схема расстановки аэротенков с изменением угла смешения потоков активного ила со сточной водой. Такая технологическая схема полной биологической очистки представляет собой комплекс очистных сооружений, которые располагаются таким образом, что сточная жидкость, проходя их последовательно одно за другим, подвергается механической, биологической очистке и дезинфекции перед спуском ее в водоем.

Ключевые слова: загрязнение, сточные воды, обеззараживание, аэротенки, технология очистки воды, органические примеси, водоемы, промышленные предприятия

Analysis of the aerotanks efficiency in wastewater treatment system

Zukhra R. Shamsutdinova¹ zuhrush92@mail.ru

Ildar I. Khafizov² khafizov@kpfu.ru

¹ biomedical engineering and innovation management department, Engineering Institute Kazan Federal University, Saidashev st., 12, Kazan, 420021, Russia

² Engineering Institute Kazan Federal University, Saidashev st., 12, Kazan, 420021, Russia

Summary. The problem of wastewater treatment is discussed and the ways of its solution are offered in the given work. We consider the biological method based on the biochemical and physiological laws of self-purification of rivers and other bodies of water. The biological method is promising in wastewater treatment system due to its destructiveness, because as a result of a partial or complete destruction of the contaminants in the waste water. The intensity and effectiveness of this treatment are investigated in the article. The efficiency of wastewater treatment depends on the degree of maintaining the bacteria in state of physiological activity. For this application cases are compared processes with one, two or more stepwise of purification with differentiated water and sludge movement also structural units for biological purification schemes and the processes that accompany different types of purification. We analyze efficiency in aeration tanks with minimum and maximum regeneration zone. We found that the biological treatment with the maximum regeneration zone is more effective for chemical oxygen demand and oxidation rate higher than mode with the minimum regeneration zone. To solve the problem of efficient wastewater treatment is offered technological scheme of arrangement of aeration with variation of the angle of mixing activated sludge flows from the waste water. This flowsheet complete biological treatment is a complex of sewage treatment plants, which are located in such a way that the liquid waste passing them one after the other, is subject to mechanical, biological treatment and disinfection before lowering it into the reservoir.

Keywords: pollution, wastewater, disinfection, aerotanks, water treatment technology, organic impurities, ponds, industrial enterprises

Введение

Среди методов очистки сточных вод важную роль играет биологический метод, основанный на использовании закономерностей биохимического и физиологического самоочищения рек и других водоёмов. До использования биологического метода сточные воды очищаются механическими и химическими методами, например, хлорируют жидким хлором или хлорной известью.

Биологический метод очистки основывается на возможности бактерий питаться загрязнителями сточных вод. Особенность микроорганизмов выражается в том, что их клетки состоят из одинаковых с клетками высших растений, животных и загрязнителей воды биогенных элементов и микроэлементов с тем, что в состав их клеток входят те же биогенные элементы и микроэлементы. Таким образом, бактерии являются источником питания животных, обитающих в воде, в то же время они, питаясь, разлагают загрязнители.

Для цитирования

Шамсутдинова З. Р., Хафизов И. И. Анализ эффективности аэротенков в системе очистки сточных вод // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 245–249. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-245-249

For citation

Shamsutdinova Z. R., Khafizov I. I. Analysis of the aerotanks efficiency in wastewater treatment system. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 245–249. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-245-249

1.1 Сущность метода биохимической очистки сточных вод

По сравнению с очисткой сточных вод адсорбционными методами и ионным обменом биохимический метод деструктивен, потому что в результате его происходит частичное или полное разрушение загрязнителей в сточной воде [1–3].

Высокая биохимическая активность микроорганизмов способствует их употреблению различных веществ и окислительно-восстановительных процессов как источников энергии, что является их преимуществом перед прочими организмами.

Микроорганизмы способны окислять клетчатку, гуминовые вещества, углеводороды. Некоторые их виды преобразуют в энергию восстановленные минеральные соединения, окисляя их. На биоматериале могут также сорбироваться ионы тяжелых металлов и некоторые токсичные соединения.

Энергия, которая выделяется при окислении, используется для биосинтеза вещества клеток бактерий с большой эффективностью. То есть, бактериальная деструкция сопровождается продуцированием биомассы.

В результате использования биохимического метода появляются осадки, с преобладанием минерального и органического содержания, смешанного состава, с содержанием минеральных и органических осадков. Часть не до конца окисленных бактериями органических веществ образуют белковые комплексы, которыми питаются различные представители животного мира водоема. За счет этого происходит минерализация воды.

Непрерывность культивирования бактерий лежит в основе функционирования установок. Принцип действия современных аппаратов основан на методах непрерывного культивирования микроорганизмов (рисунок 1) [4–5].

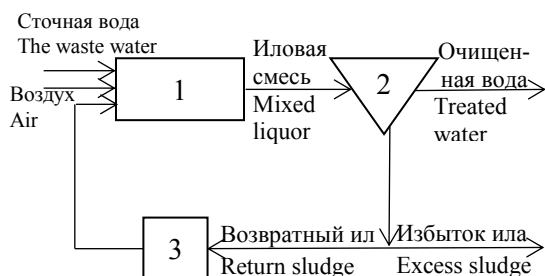


Рисунок 1. Принципиальная схема установки биоочистки с аэротенком: 1 – аэротенк; 2 – вторичный отстойник; 3 – регенератор илосборника

Figure 1. Schematic diagram of installation aeration bioremediation: 1 – aerotank; 2 – secondary clarifier; 3 – regenerator button

Процедура удаления и потребления бактериями органических загрязнителей сточных вод состоит из следующих этапов:

- массопередача органических примесей и кислорода из жидкости к поверхности клетки;
- диффузия вещества и кислорода через полупроницаемую мембрану клеток;
- метаболизм диффундированных веществ, сопровождающийся приростом биомассы, выделением энергии, углекислого газа и т. п.

Этап метаболизма является главным в методе биологической очистки сточных вод. На рисунке 2 показаны наиболее вероятные линии уменьшения концентрации примесей в очищенной воде и изменения массы микрофлоры в зависимости от продолжительности проведения процесса.

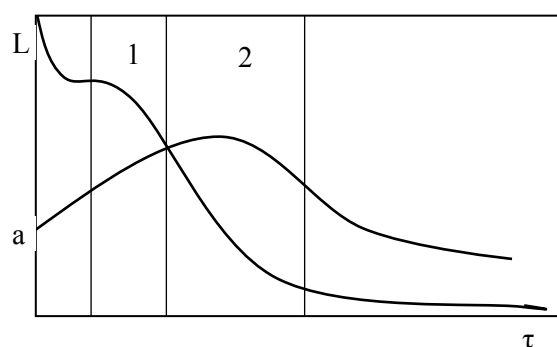


Рисунок 2. Стадии биологического метода очистки сточных вод

Figure 2. Stages of the biological method of sewage treatment

Степень интенсивности и результативности биологического метода очистки зависит от скорости размножения микроорганизмов. В принципе протекания процесса наиболее характерны две его временные стадии (рисунок 2).

Средняя стадия 2 является «максимально стационарной» и определяется компенсацией увеличения микроорганизмов их отмиранием. На этом этапе физиологическая активность клеток резко снижается и завершается стадия их активного развития.

Результативность очистки зависит от степени поддержания бактерий в состоянии физиологической активности (стадия 1). На этом этапе происходит активное снижение концентрации примесей и одновременный резкий рост объема активных веществ. Эту стадию поддерживает непрерывный проток стоков и постоянные концентрации субстрата [6–7].

Во время проведения биологической очистки протекает биоценоз бактерий (активный ил или биопленка), состав которого находится в зависимости от характера загрязнителей сточной воды, первоначального посевного материала и условий протекания процесса.

В основном фермент, который разъедает примеси, формируется только при непосредственном взаимодействии его с клеткой.

Это происходит, когда запускаются новые очистные станции или при загрязнении какой-либо новой примесью сточных вод.

Разрушение такой примеси возможно и после несколько месяцев. С целью снижения времени на обработку новых данных при запуске очистных сооружений можно предварительно засеять их уже проверенной и адаптированной микроорганизмами из прочих установок.

Схемы сооружений для биохимической очистки сточных вод могут включать следующие процессы [8]:

- усреднение и осветление исходных сточных вод (усреднители, песколовки, отстойники и т. д.);
- биохимическая очистка осветленных стоков (аэротенки, регенераторы, вторичные отстойники и т. д.);
- приготовление и дозирование реагентов;
- доочистка очищенных стоков (пруды, фильтровальные станции и т. д.);
- обработка осадков (иловые площадки, фильтры, сушилки и т. д.);
- обеззараживание очищенных стоков.

1.2 Виды биохимической очистки сточных вод

Процесс очистки может быть одно-, двух- и более ступенчатым (рисунок 3) с дифференцированной организацией движения воды и ила [9]. Это определяется в зависимости от уровня расхода стока, концентрации и природы загрязнителей, требований к качеству очищенной воды.

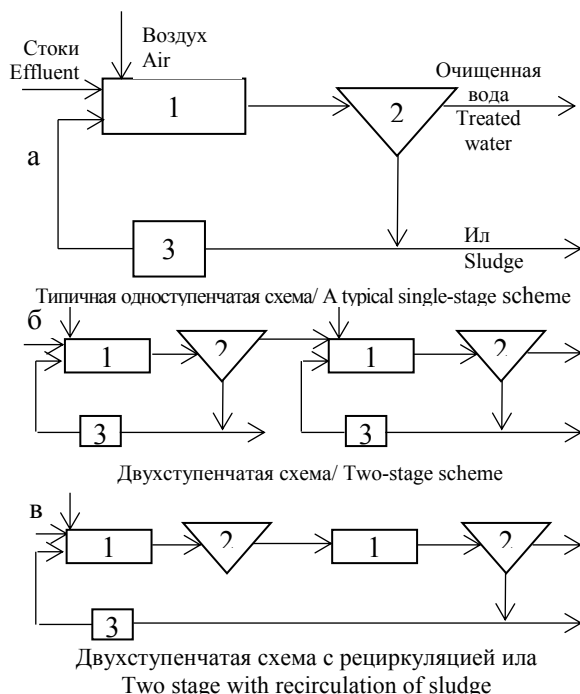


Рисунок 3. Различные способы организации биохимической очистки: 1 – аэротенк; 2 – вторичный отстойник; 3 – регенератор

Figure 3. Different ways of organizing biological treatment: 1 – aerotank; 2 – secondary clarifier; 3 – regenerator

В случаях высокой концентрации загрязнителей органического происхождения наиболее оптимальным будет двух- и более ступенчатая схема очистки. При этом на каждом этапе может культивироваться свой биоценоз для отдельной группы загрязнений.

При такой схеме очистки происходит рост результативности очистки, снижение объема установок и расходов на аэрацию, снижение объема извлекаемого избыточного ила, увеличение выдержки аэротенков при резких колебаниях количества и уровня загрязненности исходных стоков.

Установка биохимической взаимосвязана с аппаратами механической, химической, физико-химической очистки и локальными очистными сооружениями. До поступления на биохимическую очистку сточные воды предварительно проходят аварийный амбар, песколовки, нефтеловушки, пруды дополнительного отстоя, песчаные фильтры, флотаторы и т. д. Это продлевается для наиболее полной очистки поступающих стоков до предельно допустимых для биологической очистки концентраций. После завершения этапа подготовки и смешения с промышленными стоками, вода отправляется на двухступенчатую очистку на аэротенках (рисунок 4) [10].

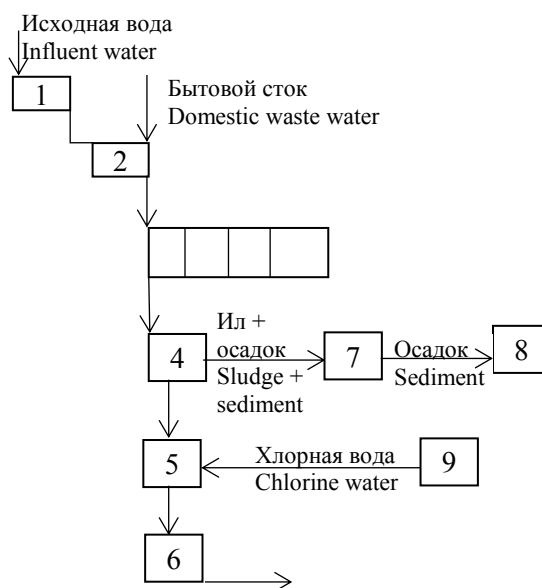


Рисунок 4. Схема компоновки узла биохимической очистки: 1 – усреднитель; 2 – смеситель; 3 – каскад аэротенков; 4 – отстойник; 5 – смешение с хлорной водой; 6 – контактные резервуары; 7 – илоуплотнитель; 8 – метантенк; 9 – склад хлора

Figure 4. Scheme of component units for biochemical treatment: 1 – averager; 2 – adder; 3 – cascade of aerotanks; 4 – clarifier; 5 – mixing with chlorine water; 6 – contact tanks; 7 – sludge consolidation tank; 8 – methane-tank; 9 – chlorine stacker

После завершения первой ступени очистки эффективность удаления органических примесей достигает от 60 до 70%, после второй – до 95%.

По завершении этого этапа очищенные стоки поступают в биофильтры, до сброса их в водоем – в контактные резервуары для обеззараживания.

2 Результаты анализа по очистке сточных вод

Для определения эффективности биохимической очистки такой схемы провели анализ

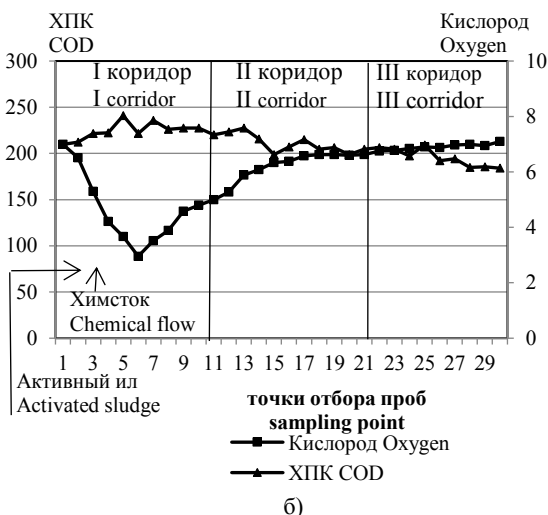
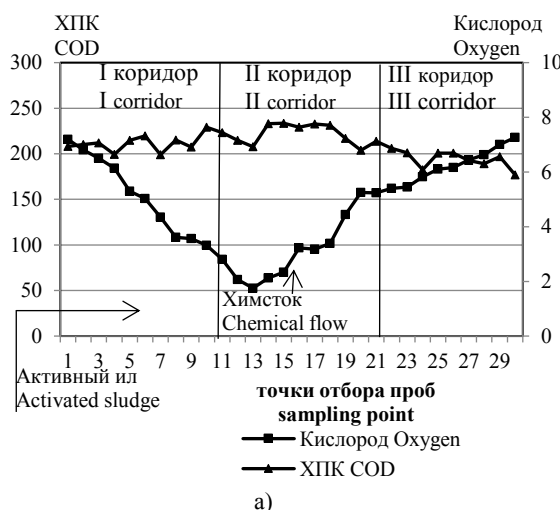


Рисунок 5. Кривые распределения О2 и ХПК по длине аэротенка: а – с максимальной зоной регенерации (43%); б – с минимальной зоной регенерации (4,3%)

Figure 5. Distribution curves O_2 and chemical oxygen demand the length of the aerotank: a – maximum regeneration zone (43%); b – minimum regeneration zone (4,3%)

Как показано на рисунке 5 по длине зоны биоокислительного процесса, максимальное значение ХПК и наименьшее содержание O_2 в смеси находится на уровне сечения впуска сточных вод.

Снижение количества O_2 и возрастание ХПК на этапе ввода стоков объясняется разбавлением смеси химическим стоком и увеличением скорости окисления, а также потреблением O_2 на окисление субстрата. Такие причины обусловлены недостаточностью перемешивания смеси.

Недостаточность перемешивания смеси происходит из-за того, что потоки активного ила подаются под углом 90° точно с торца коридора аэротенка. Таким образом, сосредоточенная подача циркуляционного ила и рассредоточенная подача стоков через окна не позволяют эффективно смешивать стоки, ил, воздух, подтверждением чего являются падение кислорода и резкий скачок ХПК на кривых распределения O_2 и ХПК (рисунок 5) по длине аэротенка с рассредоточенной подачей химстока.

Для улучшения перемешивания активного ила с химстоком и повышения результативности очистки воды, предлагается следующая технологическая схема очистки сточных вод.

В технологическую схему полной биологической очистки включены сооружения для его специальной обработки.

результатов очистки по ХПК и О₂ при двух вариантах объемов регенерации.

Как видно из результатов анализа, при биоочистке с максимальной зоной регенерации эффективность по ХПК и скорость окисления выше, чем при режиме с минимальной зоной регенерации (рисунок 5).

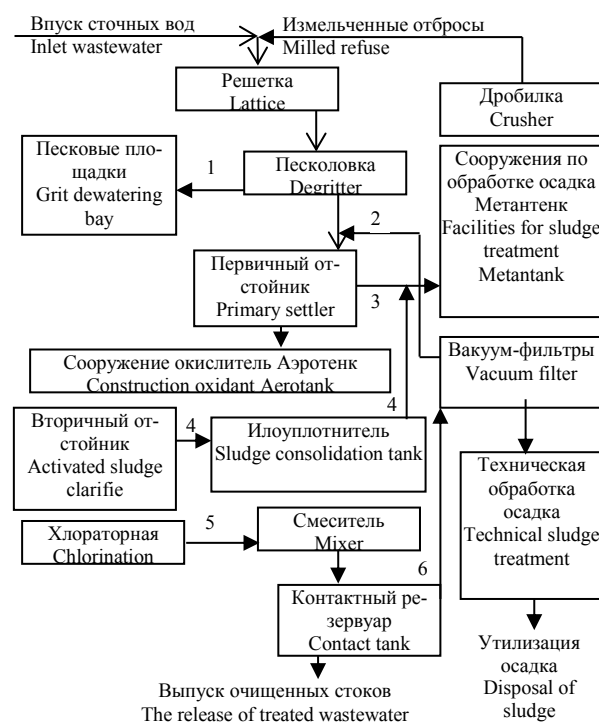


Рисунок 6. Технологическая схема полной биологической очистки сточных вод: 1 – песчаная пульпа, 2 – иловая вода, 3 – осадок, содержащий органику, 4 – ил, 5 – хлорная вода, 6 – осадок

Figure 6. Technological scheme of complete biological wastewater treatment: 1 – sand slurry, 2 – sludge water, 3 – precipitate containing organics, 4 – sludge, 5 – chlorine water, 6 – settling

Технологическая схема полной биологической очистки представляет собой комплекс очистных сооружений, которые располагаются таким образом, что сточная жидкость, проходя

их последовательно одно за другим, подвергается механической, биологической очистке и дезинфекции перед спуском ее в водоем.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Wunderlin P. Mechanisms of N_2O production in biological wastewater treatment under nitrifying and denitrifying conditions // *Water Research*. 2012. P. 1027–1037.
- 2 Каратаев О.Р., Новиков В.Ф., Шамсутдинова З.Р. Моделирование процессов растворения химических реагентов в потоках воды // *Вестник Казанского технологического университета*. 2013. № 22. С. 45–47.
- 3 Кадьрова А.М. Биохимические основы методов биологической очистки сточных вод // *Научный вестник технологического института*. 2014. № 13. С. 315–326.
- 4 Минаева Л.А., Дударев В.И. Современные методы деманганации природных и сточных вод // *Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология*. 2014. № 5 (10). С. 76–81.
- 5 Назаров В.Д., Назаров М.В. Глубокая очистка нефтесодержащих вод с применением искровых разрядов // *Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе*. 2015. № 9. С. 12–16.
- 6 Popowich A., Zhang Q., Le X.C. Removal of nanoparticles by coagulation // *Journal of Environmental Sciences*. 2015. P. 168–171.
- 7 Westerhoff P.K., Kiser M.A., Hristovski K. Nanomaterial removal and transformation during biological wastewater treatment // *Environmental Engineering Science*. 2013. P. 109–117.
- 8 Puay N.-Q. Effect of Zinc oxide nanoparticles on biological wastewater treatment in a sequencing batch reactor // *Journal of Cleaner Production*. 2015. P. 139–145.
- 9 Dongbo W., Yinguang Ch. Critical review of the influences of nanoparticles on biological wastewater treatment and sludge digestion // *Critical Reviews in Biotechnology*. 2016. P. 1–13.
- 10 Елифанов В.Д. Микробиология сточных вод // *Международный научный журнал Альтернативная энергетика и экология*. 2014. № 18. С. 70–76.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Зухра Р. Шамсутдинова студент, кафедра биомедицинской инженерии и управления инновациями, Инженерный институт Казанского (Приволжского) федерального университета, ул. Сайдашева, 12, г. Казань, 420021, Россия, zuhrush92@mail.ru
Ильдар И. Хафизов к. т. н., заместитель директора по образовательной деятельности, Инженерный институт Казанского (Приволжского) федерального университета, ул. Сайдашева, 12, г. Казань, 420021, Россия, khafizov@kpfu.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Зухра Р. Шамсутдинова обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела анализ, выполнила расчёты
Ильдар И. Хафизов консультация в ходе исследования

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 26.10.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 21.11.2016

REFERENCES

- 1 Wunderlin P. Mechanisms of N_2O production in biological wastewater treatment under nitrifying and denitrifying conditions. *Water Research*. 2012, pp. 1027–1037.
- 2 Karataev O.R., Novikov V.F., Shamsutdinova Z.R. Modelling of processes of dissolution of chemicals in water flows. *Vestnik KGTU* [Bulletin of Kazan Technological University] 2013, no. 22. (in Russian).
- 3 Kadyrova A.M. Basis of biological wastewater treatment. *Nauchnyi vestnik tekhnologicheskogo instituta* [Scientific Bulletin of Institute of Technology] 2014, no. 13, pp. 315–326. (in Russian)
- 4 Minaeva L.A., Dudarev V.I. Modern methods of natural water and sewage demanganization. *Izvestiya vuzov* [Proceedings of the universities. Applied Chemistry and Biotechnology] 2014. no 5 (10). pp. 76–81. (in Russian)
- 5 Nazarov V.D., Nazarov M.V. Deep purification of oil-containing waters with application of spark categories. *Zashchita okruzhayushchei sredy* [Environmental protection in the oil and gas industry] 2015. no 9. pp 12–16. (in Russian)
- 6 Popowich A., Zhang Q., Le X.C. Removal of nanoparticles by coagulation. *Journal of Environmental Sciences*. 2015, pp. 168–171.
- 7 Westerhoff P.K., Kiser M.A., Hristovski K. Nanomaterial removal and transformation during biological wastewater treatment. *Environmental Engineering Science*. 2013. pp. 109–117.
- 8 Puay N.-Q. Effect of Zinc oxide nanoparticles on biological wastewater treatment in a sequencing batch reactor. *Journal of Cleaner Production*. 2015. pp. 139–145.
- 9 Dongbo W., Yinguang Ch. Critical review of the influences of nanoparticles on biological wastewater treatment and sludge digestion. *Critical Reviews in Biotechnology*. 2016. pp. 1–13.
- 10 Epifanov A.V. Microbiology of wastewater. *Al'ternativnaya energetika i ekologiya* [International scientific journal life and ecology] 2014. no 18, pp. 70–76 (in Russian).

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Zukhra R. Shamsutdinova student, Biomedical Engineering and Innovation Management department, Engineering Institute Kazan Federal University, Saidashev st., 12, Kazan, 420021, Russia, zuhrush92@mail.ru
Ildar I. Khafizov candidate of technical sciences, deputy director of the educational part, Engineering Institute Kazan Federal University, Saidashev st., 12, Kazan, 420021, Russia, khafizov@kpfu.ru

CONTRIBUTION

Zukhra R. Shamsutdinova review of the literature on an investigated problem, conducted analysis, performed computations
Ildar I. Khafizov consultation during the study

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 10.26.2016

ACCEPTED 11.21.2016

Совершенствование процесса прогрессивной преддефекации сахарного производства

Вячеслав А. Голыбин ¹	visg@mail.ru
Владимир А. Федорук ¹	yzas2006@yandex.ru
Наталья А. Воронкова ¹	nna30@mail.ru
Илья С. Бушмин ¹	bushmin11@yandex.ru

¹ кафедра технологии бродильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Реферат. Задачи прогрессивной преддефекации заключаются в проведении нейтрализации, коагуляции, осаждении нес сахаров, формировании структуры осадка. Эта первая операция физико-химической очистки диффузионного сока и в случае проведения ее в оптимальных условиях позволяет осуществить коагуляцию и перевести в осадок значительную часть высокомолекулярных нес сахаров, малорастворимых солей кальция, что обеспечивает эффект очистки 14–18%, то есть до половины общего эффекта в целом на станции известково-углекислотной очистки. Результаты работы преддефекации ощущаются не только на фильтрационных свойствах сатурационных соков, но и на показателях качества всех полупродуктов и вырабатываемого сахара-песка, в частности на цветности и мутности его водных растворов, содержании золы. В наших исследованиях с использованием диффузионного сока из свеклы низкого качества установлено, что при равномерном прогрессивном изменении pH сока в процессе теплой преддефекации лучшие результаты по скорости осаждения твердой фазы и объему образующегося осадка достигаются при продолжительности от 7 до 10 мин. При ее увеличении до 15 мин и более снижается скорость осаждения твердой фазы при значительном увеличении мутности декантата. Установлено, что вследствие сверхнормативного пребывания значительной части диффузионного сока в условиях прогрессивной преддефекации при 60 °C нарастание цветности преддефекованного сока составило 30–55%, что находится в соответствии с расчетными величинами распада редуцирующих веществ в щелочной среде и образованием при этом дополнительных красящих веществ. Приведены результаты, подтверждающие целесообразность использования для преддефекационной обработки диффузионного сока сгущенных карбонатных возвратов.

Ключевые слова: очистка диффузионного сока, преддефекация, факторы, эффект очистки

Improving the process of progressive preliming in sugar production

Vyacheslav A. Golybin ¹	visg@mail.ru
Vladimir A. Fedoruk ¹	yzas2006@yandex.ru
Natal'ya A. Voronkova ¹	nna30@mail.ru
Il'ya S. Bushmin ¹	bushmin11@yandex.ru

¹ technology of fermentation and sugar industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Summary. Tasks progressive preliming are to conduct neutralization, coagulation, deposition of non-sugars, the formation of a precipitate structure. This is the first operation of physical and chemical cleaning of the raw juice in the case of it in optimum conditions enables the coagulation and transferred to precipitate a substantial portion of high-molecular non-sugars, poorly soluble calcium salts that provides the cleaning effect of 14–18%, that is, up to half of the total effect on the whole station lime-carbon dioxide purification. The results preliming felt not only on the properties of the filtration of the carbonated juices, but also on the quality of performance of all intermediates and produced of sugar, in particular the color and turbidity of an aqueous solution, the content of the ash. In our investigations using the raw juice from sugar beet low quality found that when a uniform progressive change in pH of the juice during warm preliming best results for deposition rate and volume solids of the resulting precipitate are achieved when the length of 7 to 10 minutes. If it increases to 15 minutes and further reduced the deposition rate of the solid phase with a significant increase in turbidity decantate. It found that as a result of excess visit a large part of the raw juice in a progressive preliming at 60 °C increase in color prelimed juice was 30–55%, which is in agreement with the calculated values decay reducing agents in alkaline solution and formation of any additional colorants. The results confirming the feasibility of the use prededefekatsionnoy for processing the raw juice of condensed carbonate refunds.

Keywords: juice purification, preliming factors, cleaning effect

Для цитирования

Голыбин В.А., Федорук В.А., Воронкова Н.А., Бушмин И.С. Совершенствование процесса прогрессивной преддефекации сахарного производства // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 250–255. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-250-255

For citation

Golybin V.A., Fedoruk V.A., Voronkova N.A., Bushmin I.S. Improving the process of progressive preliming sugar production. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 250–255. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-250-255

Введение

Современное аппаратное оформление операций современной схемы очистки диффузионного сока позволяет достичь при переработке свеклы стандартного качества эффекта удаления несахаров 32–37% [2]. Фактическая величина этого показателя в настоящее время на большинстве российских сахарных заводов ниже 30% и находится в интервале 23–28%. Невысокая эффективность очистки диффузионного сока выражается не только в неполном переводе в осадок различных групп несахаров и их удалении, но и в накоплении в очищенном соке продуктов их щелочно-термической деструкции, в частности красящих веществ, коллоидных структур с низкой молекулярной массой, солей-накипеобразователей и др. Их присутствие в очищенном соке не позволяет обеспечить стабильности качественных показателей полупродуктов на последующих после известковой очистки операциях: выпаривание очищенного сока, уваривание утфелей, кристаллизация сахарозы, обессахаривание оттеков.

На показатели качества очищенного сока после известково-углекислотной очистки (ИУО) диффузионного сока значительное влияние оказывают присутствующие в нем высокомолекулярные соединения (ВМС) (вещества белково-пектинового комплекса) в свободном виде, а также в составе мезги, оставшейся в соке после его фильтрования на мезголовушке. В составе свекловичной мезги преобладают пектиновые вещества – их около 50% к ее массе. В составе азотистых несахаров здоровой свеклы присутствуют белковые вещества – около 60%.

Наличие мезги в соке перед его очисткой в количестве 5 г/дм³, что является характерной величиной для многих российских сахарных заводов и соответствует вводу пектиновых веществ в количестве около 0,12% к массе сока, вызывает заметное снижение эффекта известковой очистки (на 5,9%), повышает в 3,5 раза содержание пектиновых веществ в очищенном соке. Из этого можно сделать вывод, что имеющаяся в диффузионном соке мезга с учетом ее последующего гидролиза и щелочно-термического разложения в условиях ИУО представляет собой более вредный органический комплекс несахаров в сравнении с пектиновыми веществами, присутствующими в свекловичном соке в растворенном состоянии в количестве около 0,1% [1].

Приведенные данные являются подтверждением необходимости удаления мезги из диффузионного сока перед его ИУО до обоснованной нормы 1,0–1,5 г/дм³. На ряде сахарных заводов России вопросу эффективности работы мезголовушек не уделяется должного внимания, не контролируется степень удаления мезги

и даже исключается из технологического потока эта ступень механической очистки диффузионного сока.

Необходимо упомянуть о дальнейшем использовании удаленной из сока мезги, так как ее количество в заводе производительностью 3000 т свеклы в сутки с учетом типа диффузионного аппарата, состояния сит отбора сока составляет от 17 до 30 т в сутки (во влажном состоянии). При непосредственном ее направлении после мезголовушки в диффузионный аппарат в режиме рециркуляции снижается эффективность его работы, что проявляется в ухудшении проницаемости массы свекловичной стружки, возникновении пробкования и снижении производительности, накоплении в диффузионном соке коллоидных веществ, что снижает чистоту диффузионного сока.

Технология переработки свеклы на европейских сахарных заводах предусматривает тщательное фильтрование диффузионного сока перед ИУО с использованием мезголовушек, оснащенных ситами из нержавеющей стали, что положительно отражается на качестве белого сахара и конечных показателях производства сахара из свеклы [2].

Задачи прогрессивной преддефекации (ППД) заключаются в проведении нейтрализации, коагуляции, осаждения несахаров, формирования структуры осадка. Эта первая операция физико-химической очистки диффузионного сока и в случае проведения ее в оптимальных условиях позволяет осуществить коагуляцию и перевести в осадок значительную часть высокомолекулярных несахаров (до 80–90%), малорастворимых солей кальция, что обеспечивает эффект очистки 14–18%, т. е. до половины общего эффекта в целом на станции ИУО. Результаты работы преддефекации ощущаются не только на фильтрационных свойствах сатурационных соков, но и на показателях качества всех полупродуктов и вырабатываемого сахара-песка, в частности на цветности и мутности его водных растворов, содержании золы.

С учетом значимости преддефекационной обработки сока необходимо проанализировать влияние основных факторов на ее эффективность. Основными из них являются: качество исходного диффузионного сока (в том числе и содержание мезги), длительность пребывания сока в аппарате ППД, темп нарастания pH по секциям, вид и количество карбонатных возвратов.

В ранее выполненных разными авторами работах исследовали влияние продолжительности преддефекации на степень коагуляции и осаждения ВМС, формирование структуры осадка, качество преддефекованного и очищенного сока в идеальных условиях, т. е. фактическая продолжительность обработки диффузионного сока соответствовала ее оптимальной величине [1].

В наших исследованиях с использованием диффузионного сока из свеклы низкого качества установлено, что при равномерном прогрессивном изменении pH сока в процессе теплой преддефекации (60 °C) лучшие результаты по скорости осаждения твердой фазы (S_5) и объему образующегося осадка (V_{25}) достигаются при продолжительности от 7 до 10 мин. При ее увеличении до 15 мин и более снижается скорость осаждения твердой фазы при значительном увеличении мутности декантата.

В производственных условиях фактическая длительность пребывания сока в горизонтальном аппарате прогрессивной преддефекации существенно отличается от ее расчетной величины, что обусловлено многими причинами. Обработка диффузионного сока в современных преддефекаторах в режиме противоточного движения с щелочными реагентами увеличивает вероятность образования «застойных» зон, что приводит к возрастанию времени нахождения сока в них.

По нашим экспериментальным данным в зависимости от уровня заполнения аппарата, угла установки верхних поворотных перегородок и интенсивности вращения лопастей перемешивающего устройства выход обработанного сока из последней секции преддефекатора спустя 10 мин после входа диффузионного сока в первую секцию составлял от 42 до 60%, спустя 20 мин – 25–36%, спустя 40 мин – 5–13%. Для характерного режима работы реального преддефекатора на максимальном уровне сока (85–90% от полной вместимости), небольшой величине угла установки верхних перегородок (10–12 град.) даже спустя 50 мин от ввода сока в 1-ую секцию наблюдался выход обработанного продукта из 6-ой секции в количестве около 10% от объема введенного. Можно утверждать, что в среднем только половина объема, введенного в преддефекатор диффузионного сока, выходит из аппарата в течение расчетного времени, другая половина находится в состоянии постоянного противоточного и хаотичного перемещения в вертикальной и горизонтальной плоскости в малоуправляемом щелочном режиме. Установлено, что доля рециркулирующего в аппарате сока изменяется в 1,5–2,5 раза в зависимости от вышеперечисленных основных факторов работы горизонтального аппарата ППД [1].

Таким образом, фактические результаты преддефекационной обработки диффузионного сока в производственных условиях существенно отличаются от показателей ее эффективности при проведении в идеальных условиях по продолжительности и темпу изменения щелочности по секциям.

Превышение длительности пребывания сока в аппарате ППД сверх обоснованной нормы вызывает заметное ухудшение качества преддефекованного и очищенного соков. Это обусловлено процессом деструкции агрегатов скоагулированных ВМС с частичной пептизацией коагулята низкомолекулярной фракции белковых веществ, разложением редуцирующих веществ (РВ) в щелочной среде с образованием сильно-окрашенных красящих веществ, механическим разрушением при интенсивном перемешивании образовавшихся конгломератов на основе частиц карбоната кальция [3].

В наших исследованиях установлено, что вследствие сверхнормативного пребывания значительной части диффузионного сока в условиях прогрессивной преддефекации при 60 °C нарастание цветности преддефекованного сока составило 30–55%, что находится в соответствии с расчетными величинами распада РВ в щелочной среде и образованием при этом дополнительных красящих веществ. Появление в обрабатываемом диффузионном соке низкомолекулярных продуктов распада РВ, обладающих высокой реакционной способностью, уменьшает эффективность ввода в рабочую среду возвратов различных суспензий карбоната кальция, снижает степень коагуляции ВМС в процессе ППД и общий эффект ИУО.

Установлено, что расход извести на преддефекацию с достижением минимальной цветности преддефекованного сока позволяет получить высокие фильтрационные показатели сока I сатурации, снизить содержание солей кальция в сиропе и повысить его чистоту. Нами обращено внимание на явную зависимость расхода извести на преддефекацию и цветность преддефекованного сока [4]. Для диффузионного сока среднего качества (Ч 85,4%) увеличение расхода извести до 0,40% CaO вызвало более щелочной режим его обработки, что интенсифицировало распад РВ с повышением цветности преддефекованного сока на 20%. Для сока пониженного качества (Ч 80,2%) увеличение расхода извести до 0,40% CaO повысило цветность сока более заметно – на 63%. Известно, что свекла пониженного качества характеризуется повышенным содержанием РВ, следовательно, более заметный их распад способствовал появлению в большем количестве несахаров, которые отрицательно повлияли на эффективность коагуляции ВМС и снижение эффекта ИУО в целом. Этот вывод подтверждается фактическими данными – общий эффект очистки для диффузионного сока среднего качества при минимальной цветности преддефекованного сока составлял 35,0%, для того же сока, но повышенной цветностью сока после преддефекации эффект снизился до 33,5% [1].

Подтверждением этих выводов являются результаты промышленных испытаний опытной конструкции аппарата прогрессивной преддефекации, в котором упорядочение движения потоков очищаемого сока обеспечило его работу в режиме полного вытеснения [5, 6]. В сравнении с преддефекацией в режиме полного перемешивания работа опытного аппарата на диффузионном соке среднего качества позволила снизить цветность очищенного сока на 22%, содержание ВМС – на 32%, содержание солей кальция – на 19%, повысить эффект очистки на 6,7%.

Важным фактором эффективности ППД является соблюдение определенного темпа прогрессивности нарастания рН (щелочности) по секциям аппарата [7]. Рекомендуемый режим нарастания рН может быть реализован при поддержании стабильного сокового потока, постоянства состава диффузионного сока (СВ, рН) и показателей известкового молока, вида и количества карбонатного возврата в определенные секции преддефекатора. В производственных условиях зачастую уже в 1-ой секции прогрессивного преддефекатора достигается рН 8,5 и более, в 3-ей секции рН 10,5 – 10,8, т. е. обработка диффузионного сока осуществляется в форсированном режиме нарастания щелочности. Нами получены экспериментальные данные по нарастанию цветности преддефекованного сока при различных режимах прогрессивности рН – замедленный, равномерный и форсированный. При 50 °С превышение цветности в процессе преддефекации в форсированном режиме составило 26% в сравнении с замедленным темпом, при 60 °С нарастание цветности 29,5%.

Приведенные результаты находят свое объяснение с учетом определения расчетных величин среднелинейных констант K (учитывается время пребывания сока в секциях) скорости распада РВ при различных темпах прогрессивности рН по секциям преддефекатора – при замедленном темпе K_1 составила $1,45 \cdot 10^{-5}$; при равномерном – $K_2 = 5,2 \cdot 10^{-5}$; при форсированном режиме – $K_3 = 4,9 \cdot 10^{-4}$. Константа скорости щелочного распада РВ при режиме 3 примерно на порядок выше в сравнении с равномерным темпом нарастания рН в аппарате ППД. Расчетные величины распада РВ в приведенных условиях (50 °С) при нормативной длительности преддефекации незначительные – соответственно от 0,15 до 0,95%, фактически их разложилось от 0,75 до 4,7%, что является подтверждением наличия в аппарате ППД застойных зон, увеличивающих длительность нахождения сока в нем и протекание нежелательных реакций разложения сахаров.

На диффузионном соке Ч 86,2% нами исследовано влияние степени прогрессивности нарастания рН по секциям преддефекатора на показатели преддефекованного и сатурационного соков. При замедленном темпе нарастания рН по секциям, например, достижение в 3-ей секции рН 8,2 – 8,4 в течение 6,5 мин при общей длительности преддефекации 10 мин, скорость осаждения твердой фазы преддефекованного сока S_{10} увеличилась на 36%, объем осадка V_{25} уменьшился на 13%, цветность очищенного сока снизилась на 16%, содержание солей кальция – на 9% (в сравнении с форсированным режимом). Т.е. замедленный темп прогрессивности рН в аппарате ППД позволил улучшить не только показатели преддефекованного, но и очищенного сока.

Объяснить приведенные экспериментальные данные можно с учетом известных теоретических обоснований процессов, протекающих на стадии преддефекационной обработки сока. Процессу коагуляции ВМС в условиях преддефекации предшествуют сложные конформационные изменения структуры различных уровней макромолекул, и они требуют определенных условий [3]. Для обеспечения необходимой степени дегидратации, предшествующей коагуляции молекул ВМС, перевода системы из стабильного в метастабильное состояние через стадию сенсibilизации с образованием плотных конгломератов с малой удельной поверхностью, необходим определенный промежуток времени, зависящий от многих факторов. Следовательно, начальный этап постепенного, а не форсированного режима прогрессивности нарастания рН в процессе преддефекации является одним из определяющих условий эффективности первой ступени известковой очистки диффузионного сока.

Подтверждением вышесказанному являются результаты исследований денатурационных преобразований белковых веществ, в которых установлено, что воздействие двух основных факторов преддефекации (температура и присутствие Ca^{2+}) на степень коагуляции проявляется в максимальной степени в интервале щелочности 0,05–0,10% СаО, дальнейшее повышение щелочности среды выше 0,10% СаО вызывает пептизацию белкового коагулята. При комплексном воздействии факторов преддефекации (температура, наличие катионов Ca^{2+} , адсорбция осадком малорастворимых солей кальция, щелочная среда – анионы OH^-) процесс коагуляции белковых веществ начинает достаточно интенсивно протекать в зоне малых щелочностей 0,01–0,03% СаО, а при щелочности 0,05% СаО их переводится в осадок уже более 30% [4].

Из вышесказанного становится очевидным важность контроля нарастания щелочности обрабатываемого сока в процессе прогрессивной преддефекации. Нами проведены экспериментальные исследования количественного распределения по всем секциям реагента (известкового молока в заводских условиях), вводимого в последнюю 6-ую секцию модельного аппарата прогрессивной преддефекации, при изменении основных воздействующих переменных факторов регулирования его работы: угол установки верхних поворотных перегородок; уровень заполнения аппарата соком; интенсивность вращения лопастей перемешивающего устройства.

Анализ полученных данных позволяет сделать вывод о незначительном влиянии различных сочетаний исследованных переменных факторов на щелочность в 6-ой секции – для всех вариантов $\pm 12,7\%$ от среднего значения, т. е. щелочность преддефекованного сока на выходе из аппарата ППД будет $0,18 \pm 0,023\%$ CaO (без учета ее затрат на нейтрализацию свободных кислот диффузионного сока). Однако щелочность сока в 1-ой секции (место входа диффузионного сока) изменяется в очень широком интервале от $0,024$ до $0,14\%$ CaO (в 5,83 раза), т. е. щелочность в 1-ой секции может составлять $0,082 \pm 0,058\%$ CaO.

Существенное влияние на интенсивность перемещения очищаемого сока и распределение добавляемого известкового молока в последнюю секцию преддефекатора оказывает ввод в аппарат возвратов различных карбонатных суспензий. Нами проведены экспериментальные исследования по влиянию ввода дополнительной рабочей среды (возврат сока I сатурации в реальных аппаратах) в 3-ю секцию преддефекатора в количестве от 30 до 110% к объему основной рабочей среды (диффузионного сока). При увеличении возврата более 70% доля вещества (известкового молока), доходящего в противотоке основному потоку от 6-ой до 1-ой секции, уменьшается в 2,0–2,7 раза. Следовательно, в производственном аппарате преддефекации щелочность в первых секциях в основном обусловлена возвратом сока I сатурации, а не вводимым в 6-ую секцию гидроксидом кальция. Присутствующие в составе несахаров возвращаемого сока продукты щелочно-термической конверсии моносахаров, а также фрагменты не удаленных адсорбцией низкомолекулярных фракций ВМС, имеющих отрицательный заряд, ухудшают условия предденатурационной обработки ВМС диффузионного сока в первых двух секциях преддефекатора, что снижает степень их коагуляции и общий эффект очистки.

Нами получены экспериментальные данные по влиянию количества возвращаемого сока I сатурации в зону pH преддефекации 8,0–8,5 на показатели преддефекованного сока при

очистке диффузионного сока низкой чистоты (Ч 78,0%, РВ 0,27%). Полученные данные свидетельствуют, что при увеличении объемов возврата сока I сатурации до 100% и более показатели седиментации ухудшились в 2–3 раза, объем осадка V_{25} увеличился в 1,3–1,6 раза.

Аналогичные результаты были получены при очистке диффузионного сока пониженного качества при различном вводе на преддефекацию сока I сатурации – при его увеличении более 30% ухудшилось фильтрование сока I сатурации, повысилась цветность сиропа и снизилась его чистота [4].

Приведенные результаты являются подтверждением целесообразности использования для преддефекационной обработки диффузионного сока сгущенных карбонатных возвратов:

- во-первых, малых их объемов для минимизации возмущений в установившийся режим гидродинамической обстановки в преддефекторе;
- во-вторых, с минимальным содержанием в жидкой фазе карбонатных возвратов продуктов щелочно-термического распада различных несахаров, имеющих отрицательные значения дзета-потенциала.

Заключение

В результате выполненных исследований по влиянию различных факторов проведения прогрессивной преддефекации и обобщений известных данных с целью повышения ее эффективности целесообразно:

- постоянно контролировать работу мезголовушек диффузионного сока с достижением минимальных допустимых концентраций мезги в соке, поступающем на преддефекацию;
- для повышения управляемости работой горизонтального преддефекатора иметь возможности изменять в обоснованных интервалах и фиксировать не только угол установки верхних поворотных перегородок, но и интенсивность перемешивания обрабатываемого сока и степень заполнения аппарата;
- устанавливать режим прогрессивности щелочности по секциям преддефекатора с учетом качества перерабатываемой свеклы и полученного диффузионного сока по скорости осаждения частиц осадка преддефекованного сока, цветности декантата и величине эффекта очистки на этой операции [5];
- в качестве карбонатного возврата на преддефекацию использовать сгущенную суспензию сока II сатурации.

Современные горизонтальные аппараты ППД не позволяют обеспечить стабильности поддержания заданного режима нарастания щелочности, особенно при переработке свеклы ухудшенного качества с переменным составом несахаров, что затрудняет получение преддефекованного сока с минимальной цветностью, нормативной скоростью седиментации частиц осадка и высоким эффектом очистки, поэтому необходимо наряду с совершенствованием существующих аппаратов создавать новые [6].

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Тейлор М. и др. Новая технология извлечения сахара из сахарной свеклы от компании Fives Cail // Сахар. 2009. № 2. С. 72–80.
- 2 Сапронов А.Р., Сапронова Л.А., Ермолаев С.В. Технология сахара. СПб.: Профессия, 2013. 296 с.
- 3 де Бруин Я.М. Поиск и устранение отклонений в свеклосахарном производстве: обзор // Сахар и свекла. 2013. № 1. С. 36–45.
- 4 Голыбин В.А., Федорук В.А., Воронкова Н.А. Анализ факторов эффективности прогрессивной преддефекации // Сахар. 2013. № 6. С. 74–80.
- 5 Зелепукин Ю.И. и др. Интенсификация известково-углекислотной очистки диффузионного сока // Сахар. 2016. № 1. С. 40–43.
- 6 Голыбин В.А., Зелепукин Ю.И., Пономарев А.В. Усовершенствование аппаратов прогрессивной предварительной дефекации // Сахар. 2007. № 2. С. 32–33.
- 7 Рад М.А., Рад А.А., Шревель Ж. Оценка очистки сока на сахарных заводах // Сахар и свекла. 2015. № 2. С. 17–32.
- 8 Алексеев Г.В., Аксенова О.И. Возможности моделирования оборудования для снижения энергоёмкости реализуемых технологических процессов // Вестник Международной академии холода. 2015. № 4. С. 49–54.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Вячеслав А. Голыбин д. т. н., профессор, кафедра технологии броидильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19 г. Воронеж, 394036, Россия, visg@mail.ru
Владимир А. Федорук к. т. н., доцент, кафедра технологии броидильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19 г. Воронеж, 394036, Россия, yzas2006@yandex.ru
Наталья А. Воронкова соискатель, кафедра технологии броидильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19 г. Воронеж, 394036, Россия, nna30@mail.ru
Илья С. Бушмин студент, кафедра технологии броидильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19 г. Воронеж, 394036, Россия, bushmin11@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Вячеслав А. Голыбин предложил методику проведения эксперимента и организовал производственные испытания
Владимир А. Федорук обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провёл эксперимент, выполнил расчёты
Наталья А. Воронкова консультация в ходе исследования
Илья С. Бушмин написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 09.11.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 01.12.2016

REFERENCES

- 1 Taylor M. et al. The new technology of extraction of sugar from sugar beets from the company Fives Cail. *Sakhar* [Sugar]. 2009. no. 2. pp. 72–80. (in Russian).
- 2 Saponov A.R., Saponova L.A., Ermolaev S.V. *Tekhnologiya sakhara* [Technology of sugar] Saint-Petersberg, Professiya, 2013. 296 p. (in Russian).
- 3 de Bruin J. M. Search and elimination of deviations in the sugar industry: a review. *Sakhar i svekla* [Sugar and beet] 2013. no. 1. pp. 36–45. (in Russian).
- 4 Golybin V.A., Fedoruk V.A., Voronkova N.A. Analysis of the factors of efficiency of progressive preliming. *Sakhar* [Sugar]. 2013. no. 6. pp. 74–80. (in Russian).
- 5 Zelepukin Yu.I. et al. Intensification of lime-carbon dioxide extract purification. *Sakhar* [Sugar]. 2016. no. 1. pp. 40–43 (in Russian).
- 6 Golybin V.A., Zelepukin Yu.I., Ponomarev A.V. Improving apparatus progressive predefecation. *Sakhar* [Sugar] 2007. no. 2. pp. 32–33. (in Russian).
- 7 Rad M.A., Rad A.A., Shrevel' Zh. Evaluation of cleaning the juice at sugar factories. *Sakhar i svekla* [Sugar and beet]. 2015. no. 2. pp. 17–32. (in Russian).
- 8 Alekseev G.V., Akseanova O.I. Features hardware simulation to reduce the energy intensity of ongoing processes. *Vestnik Mezhdunarodnoj akademii hoda*. [Journal of the International Academy of Refrigeration]. 2015, no. 4, pp. 49–54.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Vyacheslav A. Golybin doctor of technical sciences, professor, department of technology of fermentation and sugar industries, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, visg@mail.ru
Vladimir A. Fedoruk candidate of technical sciences, associated professor, department of technology of fermentation and sugar industries, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, yzas2006@yandex.ru
Natal'ya A. Voronkova applicant, department of technology of fermentation and sugar industries, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, nna30@mail.ru
Il'ya S. Bushmin student, department of technology of fermentation and sugar industries, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, bushmin11@yandex.ru

CONTRIBUTION

Vyacheslav A. Golybin proposed a scheme of the experiment and organized production trials
Vladimir A. Fedoruk review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations
Natal'ya A. Voronkova consultation during the study
Il'ya S. Bushmin wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 11.9.2016

ACCEPTED 12.1.2016

Диабетический желеино-фруктовый мармелад с плодами аронии

Лариса А. Лобосова¹ lobosova63@mail.ru
Магомед Г. Магомедов¹ mmg.inbox.ru
Светлана Н. Журахова¹ zhurakhvasvetlana@mail.ru

¹ кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Реферат. Рассмотрена технология получения желеино-фруктового мармелада на пектине с заменой сахара-песка на фруктозу и 30% яблочного пюре на протертые плоды аронии, формируемого методом «шприцевания» с помощью вакуумного шприца непрерывного действия в металлизированную пленку по типу «флоу-пак». Изучен процесс студнеобразования желеино-фруктовых масс. Исследованы реологические характеристики желеино-фруктовых масс с фруктозой и протертыми плодами аронии. Установлено, что эффективная вязкость мармеладной массы снижается при увеличении скорости сдвига, при добавлении в рецептурный состав фруктозы. Чем больше содержание в рецептурном составе фруктозы, тем меньше изменяется вязкость при повышении скорости сдвига. Замена сахара-песка фруктозой позволяет приготавливать менее вязкие желеино-фруктовые массы. Определены значения пластической прочности желеино-фруктовых масс. Установлено, что замена сахара-песка на фруктозу приводит к снижению пластической прочности, но, несмотря на это прочность достаточна для поддержания хорошей формоудерживающей способности. Определены органолептические и физико-химические показатели качества мармелада. В рецептурный состав мармелада введены протертые плоды аронии, значительно увеличивающие пищевую ценность изделия. Представлена инновационная линия производства желеино-фруктового мармелада с помощью вакуумного шприца непрерывного действия, обеспечивающая высокую производительность при минимальной себестоимости изделий, позволяет упростить технологический процесс, т.к. ликвидируется стадия сушки, сокращается продолжительность выстойки и охлаждения. Желеино-фруктовый мармелад на пектине с фруктозой и протертыми плодами аронии является диабетическим и функциональным.

Ключевые слова: мармелад, фруктоза, плоды аронии, диабетические изделия, формование

Diabetic jelly-fruit marmalade with the chokeberry

Larisa A. Lobosova¹ lobosova63@mail.ru
Magomed G. Magomedov¹ mmg.inbox.ru
Svetlana N. Zhurakhova¹ zhurakhvasvetlana@mail.ru

¹ bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia

Summary. Studied the technology of getting jelly fruit marmalade on pectin with the sugar replacement to fructose and 30% apple puree to pureed fruits of chokeberry molded by “extrusion” by the vacuum filler in a continuous metallized film of the type “flow-pack”. Studied the gelation process of jelly masses. Investigated rheological characteristics of jelly mass with fruit and pureed fruits of chokeberry. Determined that the effective viscosity of marmalade mass decreases with increasing shear rate, with adding fructose. The greater the content of fructose in the formulations, the less the viscosity change with increasing shear rate. Replacing sugar with fructose allows to get jelly masses with lower viscosity. Determined values of plastic strength of jelly masses. It was found that replacement of sugar to fructose reduces the plastic strength, but in spite of this strength is sufficient to maintain a good jelly structure. Defined organoleptic and physical-chemical indicators of marmalade quality. In formulation was added pureed fruits of chokeberry, which significantly increase the nutritional value of products. Presented an innovative production line of fruit-jelly marmalade with a vacuum syringe of continuous action, delivering high performance with minimal cost of products, simplifies the manufacturing process because drying step is eliminated, shortened processes of curing and cooling. Fruit-jelly marmalade on fructose and pectin with pureed fruit of chokeberry is diabetic and functional.

Keywords: marmalade, fructose, fruits of chokeberry, diabetic products.

Введение

В настоящее время становятся популярны продукты, в которых отсутствуют искусственные добавки. Развивается тенденция выпуска продуктов питания не содержащих консервантов, регуляторов вкуса, красителей и ароматизаторов. Потребление таких продуктов положительно сказывается на общем самочувствии, работе отдельных органов и организма в целом.

В группе сахаристых кондитерских изделий мармелад обладает более низкой энергетической ценностью, пользуясь достаточно высоким

спросом у населения. Вместе с тем в этих изделиях низкое содержание биологически активных веществ, за счет использования бедного по витаминно-минеральному составу сырья (сахар, патока). Для придания вкуса и цвета в рецептуре присутствуют синтетические красители и ароматизаторы.

Изделия с большим содержанием углеводов противопоказаны людям, болеющим сахарным диабетом. Это заболевание занимает 3 место по смертности в мире после сердечнососудистых и онкологических [1].

Для цитирования

Лобосова Л.А., Магомедов М.Г., Журахова С.Н. Диабетический желеино-фруктовый мармелад с плодами аронии // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 256–260. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-256-260

For citation

Lobosova L.A., Magomedov M.G., Zhurakhova S.N. Diabetic jelly-fruit marmalade with the fruits of chokeberry. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 256–260. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-256-260

По статистическим медицинским данным в Воронежской области число больных сахарным диабетом неуклонно возрастает (рисунок 1).

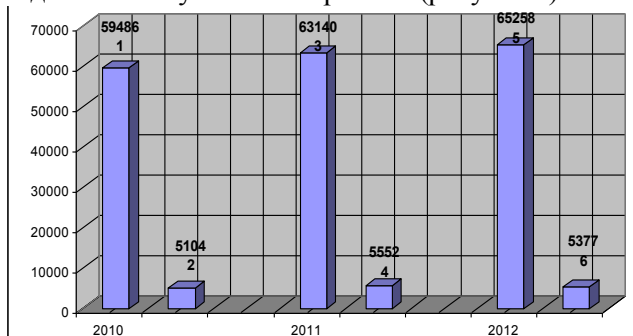


Рисунок 1. Количество больных сахарным диабетом: 1, 3, 5 – всего; 2, 4, 6 – в том числе инсулинозависимых

Figure 1. The number of patients with diabetes: 1, 3, 5 – all; 2, 4, 6 – including insulin-dependent

Поэтому разработка кондитерских изделий для этой группы населения, без сахара, с использованием в рецептурах полуфабрикатов плодово-ягодного, овощного сырья, настоев лекарственных растений актуальна и своевременна [2].

1.1 Цели и задачи исследования

Цель исследования – разработка технологии желеино-фруктового мармелада на пектине и фруктозе с добавлением протертых плодов аронии.

Задачи работы:

- обоснование выбора рецептурных компонентов;
- исследование процесса структурообразования;
- исследование реологических свойств желейной массы;
- определение органолептических и физико-химических показателей качества желеино-фруктового мармелада;
- определение антиоксидантной активности;
- расчет пищевой и энергетической ценности.

1.2 Обоснование выбора сырья

Арония черноплодная обладает широким спектром лечебных свойств, благодаря своему биохимическому составу. В плодах содержатся антибактериальные вещества, которые препятствуют распространению инфекции в организме человека, защищают его от проникновения вирусов. Пектиновые вещества помогают выведению из организма радиоактивных веществ, соединений тяжелых металлов. Она понижает уровень холестерина в крови, укрепляет стенки кровеносных сосудов,

улучшает их упруго-эластичные свойства, нормализует артериальное давление.

Фруктоза – простой углевод, моносахарид, который играет важную роль в энергетическом обмене организма человека.

Особенностью фруктозы как пищевого продукта является то, что она слаще сахарозы и усваивается быстрее, поэтому для достижения достаточного уровня сладости продуктов ее можно использовать в меньшем количестве, снижая, тем самым, потребление сахара.

Эти качества привлекают к фруктозе внимание кондитеров: она все чаще используется вместо сахара для изготовления тортов, пирожных, сладких напитков.

В отличие от других углеводов фруктоза может принимать участие во внутриклеточном обмене без участия инсулина и не стимулирует его образование, поэтому она широко применяется в продуктах диетического и диабетического питания людей, страдающих сахарным диабетом [3].

1.3 Определение показателей качества полуфабрикатов и готовых изделий

В качестве контрольного образца выбрана рецептура мармелада «Желейно-фруктовый».

Для проведения эксперимента использовали фруктозу (СВ = 98,5%), пектин (СВ = 85,0%), протертые плоды аронии (СВ = 15,0%).

Экспериментальные образцы готовили в лабораторных условиях. Для этого проводили полную замену сахара и патоки на фруктозу и 30% яблочного пюре на протертые плоды аронии в пересчете на сухие вещества.

Оценивали влияние рецептурных компонентов на показатели качества желейных масс, полученных по традиционной технологии с сахаром и яблочным пюре, и по разработанной технологии с фруктозой и протертыми плодами аронии.

1.3.1 Исследование студнеобразования и реологических характеристик желейных масс

Основным физико-химическими процессам при производстве мармеладных изделий является студнеобразование.

Выбор пектина в качестве студнеобразователя обусловлен наличием пищевых волокон, которые снижают уровень холестерина в крови [6].

Вязкость – один из наиболее важных показателей качества желейных масс.

Эффективная вязкость желейной массы снижается при увеличении скорости сдвига до 35–36 с-1, при добавлении в рецептурный состав фруктозы. Образцы на фруктозе обладают меньшей эффективной вязкостью, чем на сахаре.

Исследовали зависимость изменения пластической прочности желейных масс от времени выстойки по сравнению с контрольным образцом.

Установили, что при добавлении фруктозы и протертых плодов аронии происходит снижение пластической прочности на 9 кПа (рисунок 2), по сравнению с контрольным образцом. Несмотря на это, прочность достаточна для поддержания хорошей формоудерживающей способности [4,5].

Определены органолептические и физико-химические показатели качества мармелада (таблица 1).

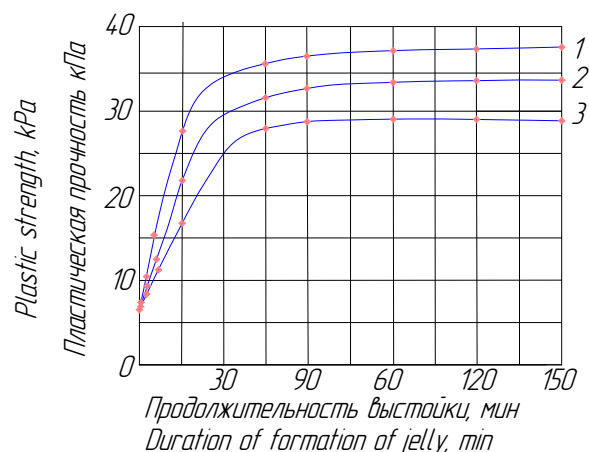


Рисунок 2. Зависимость пластической прочности желейной массы от продолжительности выстойки при следующем составе: 1 – пектин + яблочное пюре + сахар (контроль); 2 – пектин + яблочное пюре + фруктоза; 3 – пектин + протертые плоды аронии + фруктоза

Figure 2. Dependence of the strength of the plastic mass of jelly duration stand with the following composition: 1 – pectin + applesauce + sugar (control); 2 – pectin + applesauce + fructose; 3 – pitch-ting + pureed fruits chokeberry + fructose

Таблица 1.

Органолептические и физико-химические показатели качества желейно-фруктового мармелада

Table 1.

Organoleptic and physical-chemical indicators of the quality of jelly-fruit marmalade

Показатель / Index	Желейно-фруктовый (контроль) / Jelly-fruit (control)	Желейно-фруктовый с фруктозой и протертыми плодами аронии / Jelly-fruit with fruit and pureed fruit chokeberry	Показатели качества по ГОСТ 6442–2014 / Quality indicators in accordance with GOST 6442-2014
Органолептические показатели / Organoleptic indicators			
Вкус и запах / Taste and smell	Ясно выраженные, свойственные данному наименованию изделия, без постороннего привкуса и запаха / Clearly marked, peculiar to this name products, without foreign flavor		Характерные для данного наименования мармелада, без посторонних привкуса и запаха / Characteristic for this denomination marmalade, without foreign taste and odor
Цвет / Color	Равномерный / Uniform	Бордовый / Vinous	
Консистенция / Consistency	Студнеобразная / Gelatinous		
Поверхность / Surface	Покрыта шоколадной глазурью, без деформаций / It is covered with chocolate icing, without deformations	Гладкая, нелипкая, с четкими гранями, без деформации / The smooth, not sticky, with sharp edges, no deformation	Правильная, с четкими гранями, без деформации / Correct, with sharp edges, no deformation
Физико-химические показатели / Physical-chemical indicators			
Массовая доля влаги, % / Mass fraction of moisture, %	18,0	22,0	15–24
Общая кислотность, град / General acidity, hail	10,0	8,0	7,5–22,5

Экспериментальным путем определено содержание антиоксидантной активности в мармеладе с протертыми плодами аронии (рисунок 2) [7].

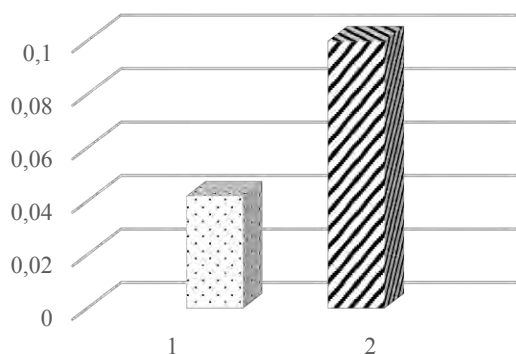


Рисунок 3. Изменение антиоксидантной активности в образцах мармелада: 1 – контроль с яблочным пюре; 2 – с протертыми плодами аронии

Figure 3. Changes in antioxidant activity in the marmalade samples: 1 – control applesauce; 2 with pureed fruits chokeberry

Из рисунка 3 видно, что наибольшее значение антиоксидантной активности, по сравнению с контролем, в образце с протертыми плодами аронии 0,1 г кверцетина/100 г. продукта, что связано с высоким содержанием витаминов в исходном сырье.

1.3.2 Расчет пищевой и энергетической ценности

Рассчитана энергетическая ценность изделия, которая на 46 ккал меньше, чем в контрольном образце.

Наблюдается повышение пищевой ценности по содержанию минеральных веществ и витаминов: натрия на 14,8%, калия – 35,8%; магния – 14,1%; фосфора – 16,2%; витамина С на 19,3%, В1 – 5,1% [8,9].

1.4 Новый способ формования

Полученные изделия отформованы и упакованы вакуумным шприцем непрерывного действия в металлизированную влагонепроницаемую барьерную пленку методом «флоупак». Мармелад имеет форму сосисок. На рисунке 4 представлена линия производства мармелада по разработанной технологии [10].

Преимущества данной технологии: отсутствие стадии обсыпки сахаром-песком или глазирование шоколадной глазурью; увеличенный срок годности, низкая себестоимость.

Изделия не содержат красителей и консервантов.

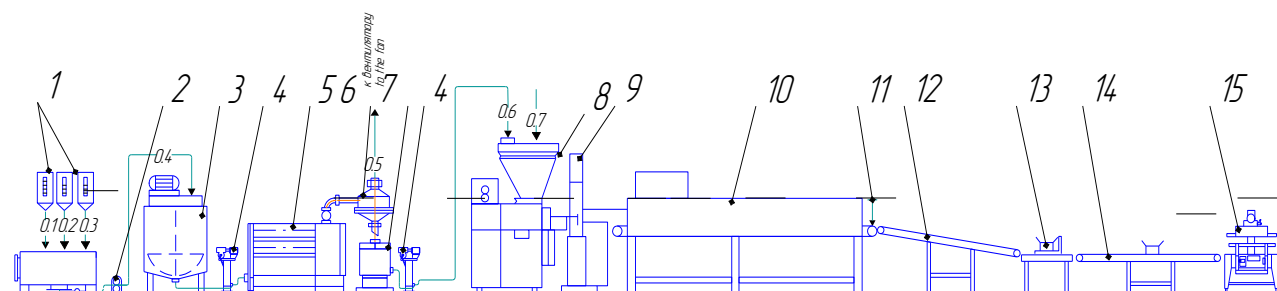


Рисунок 4. Инновационная линия производства желеино-фруктового мармелада методом «шприцевания»: 1 – дозатор для пектино-фруктозной смеси, 2 – шестеренчатый насос, 3 – варочный котел с мешалкой МЗ-2С-2446-300, 4 – плунжерный насос, 5 – трехкамерный варочный аппарат, 6 – паротделитель, 7 – машина темперирующая МТ-2М-100, 8-шприц вакуумный непрерывного действия ФШ2-ЛМ, 9 – переключатель, 10 – конвейер охлаждающий КОХ-1, 11 – термоспаивание, 12 – наклонный ленточный транспортер, 13 – весы, 14 – ленточный транспортер, 15 – оклеивающая машина «Циклоп»; 0.1 – агар, 0.2 – солодовый экстракт ячменя, 0.3 – вода, 0.4 – агаро-солодовая смесь, 0.5 – отработанный воздух, 0.6 – мармеладная масса, 0.7 – протертые плоды аронии

Figure 4. Innovative production line jelly-fruit jelly method “extrusion”: 1 – dosing for pectin-fructose mixture, 2 – gear pump, 3 – cooker with stirred MZ-2C-2446-300, 4 – piston pump, 5 – three-compartment cooker, 6 – steam separator, 7 – tempering machine MT-2M-100, 8-vacuum syringe, continuous ФШ2-ЛМ, 9 – linker, 10 – conveyor cooling, КОХ-1, 11 – thermo-sealing, 12 – inclined belt conveyor, 13 – scales, 14 – belt conveyor, 15 – fining machine “Циклоп”; 0.1 – agar, 0.2 – barley malt extract, 0.3 – water, 0.4 – agar-malt mixture, 0.5 – exhaust air, 0.6 – jelly mass, 0.7 – pureed fruits chokeberry

Заключение

Таким образом, желеино-фруктовый мармелад нового рецептурного состава можно отнести к функциональным продуктам

диабетического назначения и рекомендовать его больным сахарным диабетом в количестве не более 30 г. в сутки. А также всем, проявляющим интерес к вкусной и здоровой пище.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецова А.С. Функциональная роль лечебно-профилактического питания в системе российского здравоохранения // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. 2011. № 36. С. 119.
2. Магомедов Г.О., Лобосова Л.А., Журахова С.Н. Функциональные ингредиенты в составе пастило-мармеладных изделий // Юность и Знания – Гарантия Успеха – 2015 Сборник научных трудов 2 й Международной научно-практической конференции: В 2 х томах. Курск, 2015.
3. Коденцова Л.М. Обогащение пищевых продуктов массового потребления витаминами и минеральными веществами как способ повышения их пищевой ценности // Пищевая промышленность. 2014. № 3. С. 14–16.
4. Rasnani N.M., Mirhosseini H., Baharin B.S.B., Tan C.P. Effect of pH on physicochemical properties and stability of sodium caseinatepectin stabilized emulsion // Journal of Food, Agriculture and Environment. 2011. № 1. P. 129-135.
5. Zhao G.Y., Diao H.J., Zong W. Nature of pectin-protein-catechin interactions in model systems: pectin-protein-catechin interactions // Food Science and Technology International. 2013. № 2. P. 153-165.
6. Morris G.A., Ralet M.C. The effect of neutral sugar distribution on the dikute solution conformation of sugar beet pectin // Carbohydrate Polymers. 2012. № 4. P. 1488-1491.
7. Мисин В.М., Сажина Н.Н., Короткова Е.И. Измерение антиоксидантной активности электрохимическими методами // Химия растительного сырья. 2011. № 2. С. 137–143.
8. Исманова Э.Ф. Исследование Витамина С в жележном мармеладе // Материалы VII Всероссийской студенческой научной конференции «Студент и аграрная наука». Башкирский государственный аграрный университет. 2013. С. 82.
9. Кондратьев Н.Б., Святославова И.М., Ходак А.П., Савенкова Т.В. Особенности оценки пищевой ценности кондитерских изделий здорового питания // Кондитерское производство. 2011. № 6. С. 9–11.
10. Атрошкина Е. Упаковывание во «флю-пак»: преимущества и нюансы // Кондитерское и хлебопекарное производство. 2013. № 3.(4). С. 44–45.
11. Coles R., McDowell D. Packaging of food products. Moscow, Profession, 2008. p. 310

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Лариса А. Лобосова к. т. н., доцент, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, lobosova63@mail.ru
Магомед Г. Магомедов к. т. н. доцент, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, mmmg.inbox.ru
Светлана Н. Журахова студент, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, zhurakhvasvetlana@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Лариса А. Лобосова обзор литературных источников по исследуемой проблеме
Магомед Г. Магомедов провёл эксперимент, выполнил расчёты
Светлана Н. Журахова написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 10.10.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 11.11.2016

REFERENCES

1. Kuznetsova A.S. Functional role of preventive nutrition in the Russian health care system. *Upravlenie ekonomicheskimi sistemami* [Management of economic systems: electronic scientific journal] 2011, no. 36, pp. 119. (in Russian)
2. Magomedov G.O., Lobosova L.A., Zhurakhova S.N. Functional ingredients in the composition pastile-jelly products. *Yunost' i znaniya – garantiya uspekha* [Youth and Knowledge – Guarantee of Success – 2015 Collection of scientific works of the 2nd International scientific-practical conference: In 2 volumes] Kursk, 2015. pp. 119–121. (in Russian)
3. Kodentsov L.M. the food fortification of mass consumption with vitamins and minerals as a way to improve their nutritional value. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food industry] 2014, no. 3, pp. 14–16 (in Russian)
4. Rasnani N.M., Mirhosseini H., Baharin B.S.B., Tan C.P. Effect of pH on physicochemical properties and stability of sodium caseinatepectin stabilized emulsion. *Journal of Food, Agriculture and Environment*. 2011. no. 1. pp. 129-135.
5. Zhao G.Y., Diao H.J., Zong W. Nature of pectin-protein-catechin interactions in model systems: pectin-protein-catechin interactions. *Food Science and Technology International*. 2013. no. 2. pp. 153-165.
6. Morris G.A., Ralet M.C. The effect of neutral sugar distribution on the dikute solution conformation of sugar beet pectin. *Carbohydrate Polymers*. 2012. no. 4. pp. 1488-1491.
7. Mishin V.M., Sazhina N.N., Korotkova E.I. Measurement of antioxidant activity by electrochemical methods. *Khimiya rasitel' nogo syr' ya* [Chemistry of vegetable raw materials] 2011, no. 2. pp. 137–143. (in Russian)
8. Ismanova E. F. Study of vitamin C in marmelade jelly Student i agrarnye nauki [Materials of the VII all-Russian student scientific conference «Student and agricultural science»] Ufa, BGAU, 2013. 82 p.
9. Kondratiev N.B., Svyatoslav's I.M., Hodak A.P., Savenkova T.V. Evaluation of the nutritive value of confectionery products of healthy nutrition. *Konditerskoe proizvodstvo* [Confectionery] 2011, no. 6, pp. 9–11. (in Russian)
10. Atroshkina E. Packaging in «flow-pack»: the advantages and nuances. *Konditerskoe proizvodstvo* [Confectionery and Bakery] 2013, no. 3–4, pp. 44–45
11. Coles R., McDowell D. Packaging of food products. Moscow, Profession, 2008. p. 310

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Larisa A. Lobosova candidate of technical sciences, associated professor, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia, lobosova63@mail.ru
Magomed G. Magomedov candidate of technical sciences, associated professor, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia, mmmg.inbox.ru
Svetlana N. Zhurakhova student, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia, zhurakhvasvetlana@mail.ru

CONTRIBUTION

Larisa A. Lobosova review of the literature on an investigated problem

Magomed G. Magomedov conducted an experiment, performed computations
Svetlana N. Zhurakhova wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 10.10.2016

ACCEPTED 11.11.2016

Методы и подходы к прогнозированию в мясной промышленности

Андрей Б. Лисицын	¹	info@vniimp.ru
Марина А. Никитина	¹	nikitinama@vniimp.ru
Александр Н. Захаров	¹	azakharov@vniimp.ru
Екатерина О. Щербинина	¹	escherbinina@vniimp.ru

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт мясной промышленности имени В.М. Горбатова, ул. Талалихина, 26, г. Москва, 109316, Россия

Реферат. Современный этап развития АПК характеризуется возрастающей сложностью, интенсификацией технологических процессов комплексной переработки биосырья животного происхождения, а также необходимостью системного анализа всего многообразия определяющих факторов и связей между ними, многокомпонентностью целевой функции качества продукции и жесткими ограничениями на технологические режимы. Одной из главных задач, стоящих перед работниками предприятия АПК, перерабатывающих биотехнологическое сырье, помимо увеличения объема производства является дальнейшее организационное совершенствование работы всех звеньев продовольственного конвейера. Мясная промышленность как часть АПК должна с максимальной эффективностью использовать биологическое сырье, сокращая потери и даже исключая потери на всех этапах обработки; рационально использовать сырье при выборе вида обрабатываемой продукции; постоянно повышать качество, биологическую и пищевую ценность изделий; увеличивать ассортимент выпускаемой продукции с целью удовлетворения возрастающих требований потребителя и расширения рынка их реализации в условиях неопределенности внешней среды, обусловленной неравномерностью поступления сырья, разбросом его свойств и параметров, ограниченными сроками реализации продукции и колебаниями спроса на продукцию. Задачи, стоящие перед мясной промышленностью невозможно решить без изменения стратегии научно-технического развития отрасли. Для осуществления данных задач необходимо использовать прогнозирование как метод постоянного совершенствования всех технологических процессов и проведения их в рациональных и оптимальных режимах, постоянно контролируя качество сырья, полуфабрикатов и готовой продукции на всех стадиях технологической обработки физико-химическими, физико-механическими (реологическими), микробиологическими и органолептическими методами. В статье дан обзор основных методов и подходов к прогнозированию в мясной промышленности.

Ключевые слова: прогнозирование, методы прогнозирования, фактографические методы, экспертные методы, комбинированные методы, биосырье, реологические методы, математическое моделирование, имитационное моделирование, метод «Форсайт»

Methods and approaches to prediction in the meat industry

Andrey B. Lisitsyn,	¹	info@vniimp.ru
Marina A. Nikitina,	¹	nikitinama@vniimp.ru
Aleksandr N. Zakharov,	¹	azakharov@vniimp.ru
Ekaterina O. Scherbinina	¹	escherbinina@vniimp.ru

¹ The V.M. Gorbato All-Russian Meat Research Institute, Talalikhina str., 26, Moscow, 109316, Russia

Summary. The modern stage of the agro-industrial complex is characterized by an increasing complexity, intensification of technological processes of complex processing of materials of animal origin also the need for a systematic analysis of the variety of determining factors and relationships between them, complexity of the objective function of product quality and severe restrictions on technological regimes. One of the main tasks that face the employees of the enterprises of the agro-industrial complex, which are engaged in processing biotechnological raw materials, is the further organizational improvement of work at all stages of the food chain, besides an increase in the production volume. The meat industry as a part of the agro-industrial complex has to use the biological raw materials with maximum efficiency, while reducing and even eliminating losses at all stages of processing; rationally use raw material when selecting a type of processing products; steadily increase quality, biological and food value of products; broaden the assortment of manufactured products in order to satisfy increasing consumer requirements and extend the market for their realization in the conditions of uncertainty of external environment, due to the uneven receipt of raw materials, variations in its properties and parameters, limited time sales and fluctuations in demand for products. The challenges facing the meat industry cannot be solved without changes to the strategy for scientific and technological development of the industry. To achieve these tasks, it is necessary to use the prediction as a method of constant improvement of all technological processes and their performance under the rational and optimal regimes, while constantly controlling quality of raw material, semi-prepared products and finished products at all stages of the technological processing by the physico-chemical, physico-mechanical (rheological), microbiological and organoleptic methods. The paper presents the man methods and approaches to prediction in the meat industry.

Keywords: prediction, predictive methods, factographic methods, expert methods, combined methods, biological raw materials, rheological methods, mathematical modeling, simulation modeling, foresight method

Для цитирования

Лисицын А. Б., Никитина М. А., Захаров А. Н., Щербинина Е. О. Методы и подходы к прогнозированию в мясной промышленности // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 261–267. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-261-267

For citation

Lisitsyn A. B., Nikitina M. A., Zakharov A. N., Scherbinina E. O. Methods and approaches to prediction in the meat industry. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 261–267. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-261-267

Введение

Мясная отрасль пищевой промышленности занимает важное место среди приоритетов государственной экономической политики, что обусловлено ее определяющей ролью в поддержании продовольственной безопасности и социальной стабильности.

Эффективная деятельность предприятий мясной промышленности в современных условиях в значительной степени зависит от получения своевременной актуальной управленческой информации и прогнозирования своего развития на краткосрочный, среднесрочный и долгосрочный период. Для получения прогноза, может быть использовано множество методов и подходов к прогнозированию, каждый из которых имеет свои преимущества.

Методы прогнозирования

Все методы прогнозирования могут быть разделены на три класса:

1. *Фактографические методы* – основаны на фактических данных об объекте прогнозирования, которые получены, измерены и обработаны. Чаще всего применяются при поисковом прогнозировании для эволюционных процессов;

2. *Экспертные методы* – базируются на интуиции, опыте и знаниях экспертных специалистов об объекте прогнозирования. Экспертные методы в большей мере соответствуют нормативному прогнозированию скачкообразных процессов;

3. *Комбинированные* – методы со смешанной информационной основой, в которых в качестве первичной информации наряду с фактографической используется экспертная.

Выбор конкретного метода является одной из наиболее важных задач прогнозирования.

Специфика предприятий мясной отрасли связана с неоднородностью и нестационарностью материальных потоков структурно сложного биосырья животного происхождения. Обобщенный подход для построения математических моделей производственных и технологических процессов и операций мясоперерабатывающих предприятий предложен Бородиным А.В. [1]. В таблице 1 дано краткое представление по каждой группе методов прогнозирования.

Использование обучающих, тренажерных систем, позволяющих имитировать различные варианты переработки биосырья, различные режимы технологических и производственных

процессов, путем машинного эксперимента воссоздавать различные производственные ситуации, требующие принятия соответствующих управленческих решений с последующим анализом полученных результатов. Ввиду сложности и многообразия процессов и операций перерабатывающего производства трансформация накопленной информации в систему упорядоченных знаний осуществляется с использованием широкого спектра математических моделей и методов. Первый класс моделей связан с обработкой статистической информации по поступающим на перерабатывающее предприятие потоком сырья. Долговременная информация по поставкам сырья, позволяет установить вероятностные характеристики их весовых параметров и выявить периодичность их поступления.

На основании этих данных строятся адаптивные модели прогноза поставок. С использованием методов многофакторного дисперсионного анализа устанавливаются наиболее значимые факторы, влияющие на количественные и качественные показатели мясного сырья. Для различных сочетаний этих факторов методами корреляционного и регрессионного анализа строятся стохастические зависимости показателей качества от возраста с/х животных. Таким образом, формируется обобщенная модель качества мясного сырья, позволяющая осуществлять прогноз сырьевых потоков, сглаживая в некоторой степени существенную неопределенность на входе перерабатывающего предприятия. Второй класс моделей используется при решении задач распределения сырья, управления запасами и организации сбыта готовой продукции и позволяет описывать материальные потоки перерабатывающего предприятия АПК. Наиболее эффективным методом решения такого рода задач является метод стохастического имитационного моделирования. В результате анализа случайных параметров, характеризующих функционирование этих производственных участков, устанавливаются законы их распределения и для них разрабатывается набор генераторов псевдослучайных чисел (ГСЧ). При построении имитационных моделей управления запасами и экспедиции перерабатывающего производства (система массового обслуживания) ГСЧ служат источником получения необходимой статистической информации.

Классификация моделей и методов, используемых в мясной промышленности

Table 1.

Classification of models and methods used in meat industry

Задачи Tasks	Модели Models	Методы решения Methods of solution
Разработка архитектуры технических средств Design of architecture of technical means	Структурно-параметрическая модель Structural-parametric model	Теория графов Graph theory
Прогноз поставок Prediction of supply	Стохастическая зависимость Stochastic dependency	Методы регрессионного анализа Methods of regression analysis
Оценка качества сырья Assessment of raw material quality	Уравнения регрессии Regression equation	Методы дисперсионного и регрессионного анализа Methods of variance and regression analysis
Замена оборудования Change of equipment	Целочисленное программирование, Сетевые методы планирования, Динамическое программирование Integer programming, Network methods of planning, Dynamic programming	Симплекс метод, метод потенциалов Simplex method, method of potentials
Управление запасами сырья и готовой продукцией Management of raw material and finished product supply	Модель динамического программирования, имитационного моделирования Model of dynamic programming, simulation modeling	Динамическое программирование, Имитационное моделирование Dynamic programming, simulation modeling
Задачи логистики Tasks of logistics	Модель массового обслуживания, Транспортная задача Queueing model, transport task	Имитационное моделирование, Метод статистического моделирования (метод Монте-Карло) Simulation modeling, Method of statistical modeling (Monte-Carlo Method)
Моделирование процессов механической обработки Modeling of processes of mechanical treatment	Эмпирические зависимости Empirical dependencies	Обработка результатов активного и пассивного эксперимента Processing of the results of the active and passive experiments
Моделирование процессов тепловой обработки Modeling of processes of thermal treatment	Уравнения математической физики Equations of mathematical physics	Численные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных Numerical Methods for the Solution of Partial Differential Equations
Ассортиментно-рецептурная оптимизация Assortment and recipe optimization	Модель линейного и нелинейного программирования Models of linear and nonlinear programming	Симплекс метод, метод потенциалов Simplex method, method of potentials

Третий класс моделей связан с описанием технологических процессов переработки биосырья, подчиняющихся законам механики сплошных сред. К таким моделям относятся уравнения теплопроводности и тепломассопереноса, гидродинамики. Основные проблемы при использовании этого класса моделей, связаны с их численной реализацией. Нелинейный характер изменения параметров этих моделей в зависимости от температуры и нелинейность граничных условий позволяют получить аналитическое решение только в результате существенного упрощения модели. От этого недостатка избавлены численные методы решения, нашедшие широкое распространение в связи с развитием вычислительной техники и информационных технологий. Реализация этого класса моделей позволяет получить пространственно-временное распределение поля температур по всему объему подверженного тепловой обработке изделия,

которое, в свою очередь, определяет изменение микробиологических, физико-химических, реологических и механических характеристик сложных, многокомпонентных продуктов.

Реологические методы позволяют установить аналитические зависимости между качеством продукции и его структурно-механическими характеристиками. Полученная объективная физическая величина может быть использована для управления технологическим процессом и качеством продукта. Наиболее подходящими для решения этой проблемы являются методы, которые основаны на принципах ротационной вискозиметрии. Они позволяют установить зависимость между структурно-механическими характеристиками, определяемыми методами ротационной вискозиметрии и структурным состоянием продукта, отражающим его потребительские свойства и [12].

Основная роль в использовании *реологических методов* в мясной промышленности принадлежит А.В. Горбатову. Им разработаны пути и методы совершенствования аппаратов и процессов, а также технологических приемов обработки продукции животного происхождения за счет использования методов инженерной реологии. А.В. Горбатовым создана научная школа по реализации и дальнейшей разработке методов реологии с целью оптимизации производства на базе создания новой техники и технологии.

В реологии как науке о течении и деформации реальных тел широко используются следующие методы прогнозирования: *дифференциальный, интегральный, аналогий и моделей, анализа размерностей, экспериментальный*. При этом обычно основываются на гипотезах, рассматривающих материал, с макроскопической точки зрения, в качестве сплошной деформируемой среды, мерами подвижности частиц которой является амплитуда и скорость смещения с непрерывным распределением основных физических свойств и деформаций. Такой подход позволяет не рассматривать сложные молекулярные движения в телах и использовать для описания процессов аппарат математического анализа, применяемого к непрерывным функциям. Каждый из перечисленных методов, за исключением экспериментального, можно осуществлять теоретико-феноменологическими и экспериментальными способами. В рамках одного исследования возможны комбинации (сочетания) методов.

Дифференциальным методом пользуются при изучении бесконечно малых величин в феноменологических исследованиях при составлении дифференциальных уравнений; в экспериментальных работах часто изучают изменение параметров отдельных элементов тела в каком-либо процессе. Таким образом, дифференциальный метод позволяет определить в теоретических и экспериментальных исследованиях состояние величин переменных во времени и пространстве. *Интегральный метод* дает возможность определить суммарный эффект изменения параметров в системе под действием тех или иных факторов и служит для изучения конечных величин.

В реологии широко распространен *метод механических моделей*. Например, для получения наглядной картины поведения материала под действием напряжений каждое его свойство (пластичность, упругость и др.) заменяют механическим элементом (парой трения скольжения, пружины и т. д.). В реологии также используется математическое, геометрическое, физическое и другое моделирование.

Метод анализа размерностей применяют для составления критериальных уравнений при обработке экспериментальных данных. При разработке методики эксперимента, определив

независимые и зависимые переменные и функциональную зависимость между критериями, можно установить необходимые пределы изменения последних.

Экспериментальный метод обязателен при полных исследованиях для получения всех расчетных зависимостей и формул. Только в результате эксперимента можно определить границы приложения интегрального и дифференциального уравнения, найти для теоретических и экспериментальных уравнений коэффициенты, характеризующие специфичность исследуемого объекта [11].

Математические модели материальных потоков и технологических операций позволяют с помощью прикладных и стандартных программ имитировать (воспроизвести) текущие производственные ситуации, неподдающиеся прямым аналитическим и экспериментальным исследованиям [13].

Математическое и имитационное моделирование технологических процессов с применением информационных технологий становится для технолога одним из основных методологических средств обеспечения гибкого автоматизированного производства с оптимизацией его на каждом этапе по установленным критериям и ограничениям [14–18].

Ю. А. Ивашкиным и др. [2] предложена математическая модель структурной оптимизации колбасного производства с возможностью дополнения ограничений на отдельные вспомогательные компоненты рецептуры, стабилизирующие выход, состав и качество продукта.

И. И. Протопоповым [19] разработана модель оптимизации технологий переработки биосырья на функциональном уровне с использованием биокибернетического анализа основных подсистем и стадий жизненного цикла биотехнологического комплекса, с применением систем компьютерной диагностики и прогнозирования для поиска оптимальных решений неформализуемых задач управления технологиями по критерию качества.

О. Н. Красуля [20] предложила модель математического программирования с нечёткими ограничениями потребительских свойств продуктов и целевыми функциями, оптимизация которых достигается на основе введения добавок направленного действия с обоснованием принципов математического моделирования технологий мяса и мясных продуктов при нечётком характере их описаний для оценки перспективности технологических и технических решений в мясной промышленности.

Метод «Теория массового обслуживания». Решение оперативных и долгосрочных задач можно реализовать с помощью мультиагентного имитационного моделирования [8–10] логистической системы перерабатывающего предприятия

в ее декомпозиции на основные сферы снабжения, производства и сбыта с определенными свойствами, индивидуальным поведением и состоянием, а также особенностями реакций на внешние воздействия и связи в конкретных ситуациях поступления сырья и управления запасами, планирования переработки и реализации продукции в зависимости от динамики внешних поставок и заказов торгующих организаций.

Авторами [7] предложена агентная структура модели логистического предприятия. Логистическая система мясоперерабатывающего предприятия объединяет множество технологических процессов, материальных потоков и транспортных операций и разделяется на ряд функциональных подсистем, осуществляющих в своих сферах управления закупочной, производственной, маркетинговой деятельностью, и представляется в виде совокупности взаимосвязанных агентов, описывающих процессы производственной логистики, логистики снабжения и логистики сбыта.

Особое место среди методов прогнозирования в мясной промышленности занимают **комбинированные методы**, которые предполагают одновременное использование различных методов прогнозирования. Использование комбинированных методов особенно актуально для сложных систем, когда при разработке прогноза могут быть использованы различные сочетания методов прогнозирования [3].

Среди комбинированных методов наиболее известен метод «Форсайт». Методология Форсайта включает в себя пять основных этапов: формулирование проблемы (описание интересующего направления); анализ текущей ситуации; изучение существующих условий, влияющих на исследуемую область; определение тенденций по изучаемой проблеме и разработка возможных сценариев развития с вероятными последствиями; выработка рекомендаций (предложений) по каждому сценарию при участии всех заинтересованных сторон [5]. Набор методов и подходов, используемых в Форсайт-проектах, постоянно увеличивается и включает в настоящий момент десятки методов – как количественных (моделирование, анализ взаимного влияния, метод обратного прогнозирования), так и качественных (интервью, «деревья соответствий», сценарии, обзоры литературы, ролевые игры и др.). Классификация инструментов и методов Форсайта представлена в таблице 2 [6].

Как видно из таблицы 2, основой любого инструмента Форсайта является взаимодействие всех стейкхолдеров¹ посредством формирования экспертных групп, проведения семинаров, конференций, круглых столов. Для эффективного прогнозирования необходима творческая среда, компетентность организаторов и участников, а также непрерывное информирование всех заинтересованных лиц.

Таблица 2.

Матрица инструментов метода Форсайт

Table 2.

Mental Acts & Methods

	Сбор данных Understanding	Синтез и моделирование Synthesis & Models	Анализ и выбор Analysis & Selection	Трансформация Transformation	Действия Actions
Информирование/творчество / компетентность Information / Creativity / Expertise	Сканирование Scanning	Игровое моделирование Gaming	SWOT анализ SWOT analysis	Обратное прогнозирование Back casting	Список приоритетов Priority Lists
	Библиометрический анализ Bibliometrics	Сценарное планирование Scenario planning	Многокритериальный анализ Multi Criteria analysis	Дорожные карты Road Mapping	Критические / Ключевые технологии Critical / Key technologies
	Обзор литературы Literature review	Шаблонный анализ Wildcard analysis	Перекрытый анализ Gross Impact analysis	Деревья релевантности Relevance trees	Планирование R&D R&D planning
	Интервью Interviews	Слабые сигналы Weak signals	Пиритизация / Делфи Prioritisation / Delphi	Логические блок-схемы Logic Charts	Планирование действий Action planning
	Индикаторы тенденций Trends / Drivers Indicators	Моделирование Modelling	Количественная оценка / рейтинги Scoring / Rating	Линейное программирование Linear programming	Операционное планирование Operational planning
	Анализ систем Systems analysis	Имитационное моделирование System simulation	Оценка преимуществ / стоимости / рисков Benefit / Cost / Risk analysis	Стратегическое планирование Strategic planning	Оценка взаимодействия Impact assesment
Взаимодействие Interaction	Экспертные группы / конференции Panels / Conferences	Экспертные группы / конференции Panels / Conferences	Экспертные группы / конференции Panels / Conferences	Экспертные группы / конференции Panels / Conferences	Экспертные группы / конференции Panels / Conferences

¹ В системной инженерии стейкхолдеры рассматриваются в контексте процесса принятия решений как физические лица или организации, зависящие от результатов принимаемых решений.

Выводы

Подсистемы прогнозирования ориентированы на помощь лицу, принимающему решения (ЛПР) в проблемных ситуациях при мониторинге и управлении сложными объектами и процессами, а также решающему ряд задач в различных проблемных областях с использованием средств интеллектуального анализа данных [4] и прогнозирования ситуаций на объекте управления.

Внедряемая на мясоперерабатывающих предприятиях, комплексная система управления качеством обеспечивает повышение доли

продукции высшей категории качества, способствует росту культуры производства и позволяет улучшать все показатели работы. Успешное решение этой важнейшей задачи возможно при совершенствовании, интенсификации и оптимизации производства и внедрении MES и ERP-технологий.

Без интенсификации технологического процесса и разработки средств для контроля оптимальных параметров невозможны модернизация существующих и создание новых совершенных точно-механизированных и автоматизированных линий, являющихся основой технического перевооружения предприятий мясной отрасли [11].

ЛИТЕРАТУРА

1 Бородин А.В. Управление качеством и безопасностью ферментированных мясopодуктов в процессе изготовления // Мясные технологии. 2015. № 12 (156). С. 54-57.

2 Ивашкин Ю.А., Протопопов И.И., Бородин А.В. и др. Моделирование производственных процессов мясной и молочной промышленности. Москва: Агропромиздат, 1987. 232 с.

3 Светуных И.С., Светуных С.Г. Модели и методы. Т. 2. Москва: Издательство Юрайт, 2015. 447 с.

4 Финн В.К. Искусственный интеллект. Методология, применения, философия. Москва: Красанд, 2011. 448 с.

5 Hines A., Bishop P. Thinking about the future: Guidelines for strategic foresight (2nd edition). Houston, TX: Hinesight, 2015.

6 Сводная таблица ментальных действий и методов. URL: <http://www.system-thinking.ru/2009/11/mam-tabl/> (дата обращения: 10.08.2016).

7 Ивашкин Ю.А. Мультиагентное моделирование в имитационной системе SIMPLEX3. М.: Лаборатория знаний, 2016. 350 с.

8 Schmidt B. The Art of Modelling and Simulation. SCS-Europe BVBA. Chent: Belgium, 2001. 480 p.

9 Schmidt B. Die Modellierung menschlichen Verhaltens. SCS-Europe BVBA. Chent: Belgium, 2000. 104 p.

10 Ивашкин Ю.А. Агентные технологии и мультиагентное моделирование систем. М.: МФТИ, 2013. 268 с.

11 Косой В.Д., Виноградов Я.И., Малышев А.Д. Инженерная реология биотехнологических сред. СПб.: ГИОРД, 2005. 648 с.

12 Дунченко Н.И. Магомедов М.Д., Рыбин А.В. Управление качеством в отраслях пищевой промышленности. М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К^о», 2012. 212 с.

13 Лисицын А.Б., Никитина М.А., Захаров А.Н., Сусь Е.Б., Насонова В.В., Лебедева Л.И. Прогнозирование качества мясных изделий методами математического программирования. Теория и практика переработки мяса. 2016;1(1):75-90. DOI:10.21323/2114-441X-2016-1-75-90.

14 Box G.E. et al. Time series analysis: forecast and control. John Wiley & Sons, 2015.

15 Granger C.W., Newbold P. Forecasting economic time series. Academic Press, 2014.

16 Daganzo C. Multinomial probit: the theory and its application to demand forecasting. Elsevier, 2014.

17 Granger C.W. Forecasting in business and economics. Academic Press, 2014.

18 Vosen S., Schmidt T. Forecasting private consumption: survey-based indicators vs. Google trends // Journal of Forecasting. 2011. Т 30. № 6. 565-578 p.

19 Протопопов, И.И., Дургарян И.С., Пашенко Е.Ф. и др. Моделирование биотехнологических систем по статистическим критериям. М.: МГУПБ, 2003. 58 с.

20 Красуля О.Н., Николаева С.В., А.В. Токарев и др. Моделирование рецептур пищевых продуктов и технологий их производства. СПб: ГИОРД, 2015. 320 с.

REFERENCES

1 Borodin A. V. Managing quality and safety of fermented meat products in the manufacturing process. *Myasnye tekhnologii* [Meat technology]. 2015. no. 12. pp. 54-57. (in Russian).

2 Ivashkin Yu. A., Protopopov I.I., Borodin A.V. et al. *Modelirovanie proizvodstvennykh protsessov myasnoi i molochnoi promyshlennosti*. [Modeling of the production processes in meat and dairy industry]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1987, 256 p.

3 Svetunkov I. S., Svetunkov S.G. *Modeli i metody* [Models and methods: textbook and laboratory manual for the academic bachelor degree course]. Vol. 2. Moscow, Urigh Publishing House, 2015, 447 p.

4 Finn V.K. *Iskusstvennyi intellekt. Metodologiya, primeneniya, filosofiya* [Artificial intelligence. Methodology, application, philosophy]. Moscow, Krasand Publ., 2011, 448 p.

5 Hines A., Bishop P. Thinking about the future: Guidelines for strategic foresight (2nd edition). Houston, TX: Hinesight, 2015.

6 *Svodnaya tablitsa mental'nykh deistvii i metodov*. Summary table of the mental activities and methods. Available at: <http://www.system-thinking.ru/2009/11/mam-tabl/> (accessed 10.08.2016).

7 Ivashkin Yu. A. *Mul'tiagentnoe modelirovanie v imitatsionnoi sisteme SIMPLEX3*. [Multi-agent modeling in the simulation system SIMPLEX3: a training manual]. Moscow, Laboratoriya znaniy Publ., 2016, 350 p.

8 Schmidt B. The Art of Modelling and Simulation. SCS-Europe BVBA. Chent: Belgium, 2001. 480 p.

9 Schmidt B. Die Modellierung menschlichen Verhaltens. SCS-Europe BVBA. Chent: Belgium, 2000. 104 p.

10 Ivashkin Yu. A. *Agentnye tekhnologii i mul'ti-agentnoe modelirovanie sistem* [Agent technologies and multi-agent modeling of systems]. Moscow, MFTI Publ., 2013, 268 p.

11 Kosoy V.D., Vinogradov Ya. I., Malyshev A.D. *Inzhenernaya reologiya biotekhnologicheskikh sred* [Engineering rheology of the biotechnological media]. St. Petersburg, GIOR Publ., 2005, 648 p.

12 Dunchenko N.I., Magomedov M.D., Rybin A.V. *Upravlenie kachestvom v otraslyakh pishchevoi promyshlennosti* [Quality Management in the food industry: Training in the expedient]. Moscow, Publishing and trading Corporation «Dashkov and K°», 2012, 212 p.

13 Lisitsyn A.B., Nikitina M.A., Zakharov A.N., Sus E.B., Nasonova V.V., Lebedeva L.I. Prediction of meat product quality by the mathematical programming methods. *Theory and practice of meat processing*. 2016; 1(1):75-90. (In Russ.) DOI:10.21323/2114-441X-2016-1-75-90

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Андрей Б. Лисицын академик РАН, д. т. н., профессор, директор, Всероссийский научно-исследовательский институт мясной промышленности имени В.М. Горбатова, ул. Талалихина, 26, г. Москва, 109316, Россия, info@vniimp.ru

Марина А. Никитина к. т. н., доцент, ведущий научный сотрудник, руководитель направления Информационные технологии Центра «Экономико-аналитические исследования и информационные технологии», Всероссийский научно-исследовательский институт мясной промышленности имени В.М. Горбатова, ул. Талалихина, 26, г. Москва, 109316, Россия, nikitinama@vniimp.ru

Александр Н. Захаров к. т. н., старший научный сотрудник, Заместитель директора по экономическим связям и маркетингу, Всероссийский научно-исследовательский институт мясной промышленности имени В.М. Горбатова, ул. Талалихина, 26, г. Москва, 109316, Россия, azakharov@vniimp.ru

Екатерина О. Щербинина аспирант, старший научный сотрудник Центра «Экономико-аналитические исследования и информационные технологии», Всероссийский научно-исследовательский институт мясной промышленности имени В.М. Горбатова, ул. Талалихина, 26, г. Москва, 109316, Россия, escherbinina@vniimp.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Ответственность за работу и предоставленные сведения несут все авторы. Все авторы в равной степени участвовали в этой работе.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 28.09.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 27.10.2016

14 Box G.E. et al. [Time series analysis: forecasting and control]. John Wiley&Sons, 2015.

15 Granger C.W., Newbold P. [Forecasting economic time series]. Academic Press, 2014.

16 Daganzo C. [Multinomial probit: the theory and its application to demand forecasting]. Elsevier, 2014.

17 Granger C.W. [Forecasting in business and economics]. Academic Press, 2014.

18 Vosen S., Schmidt T. [Forecasting private consumption: survey-based indicators vs. Google trends]. Journal of Forecasting. 2011. Vol. 30. no. 6, pp. 565-578.

19 Protopopov I.I., Durgaryan I.S., Pashenko F.E. *Modelirovanie biotekhnologicheskikh sistem po statisticheskim kriteriyam* [Modeling of biotechnological systems on statistical criteria]. Moscow, MSUAB Publ., 2003, 58 p.

20 Krasulya O.N., Nikolaeva S.V., Tokarev A.V. *Modelirovanie retseptur pishchevykh produktov i tekhnologii ikh proizvodstva* [The modeling formulations of food and their production technologies: a training manual]. St. Petersburg, GIOR Publ., 2015, 320 p.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Andrey B. Lisitsyn academician of the Russian Academy of Sciences, doctor of technical sciences, professor, Director, The V.M. Gorbato All-Russian Meat Research Institute, Talalikhina str., 26, Moscow, 109316, Russia, info@vniimp.ru

Marina A. Nikitina candidate of technical sciences, docent, leading scientific worker, the Head of the Direction of Information Technologies of the Center of Economic and Analytical Research and Information Technologies, The V.M. Gorbato All-Russian Meat Research Institute, Talalikhina str., 26, Moscow, 109316, Russia, nikitinama@vniimp.ru

Aleksandr N. Zakharov candidate of technical sciences, senior scientific worker, Deputy Director for Economic Relations and Marketing, The V.M. Gorbato All-Russian Meat Research Institute, Talalikhina str., 26, Moscow, 109316, Russia, azakharov@vniimp.ru

Ekaterina O. Scherbinina graduate student, senior scientific worker of the Center of Economic and Analytical Research and Information Technologies, The V.M. Gorbato All-Russian Meat Research Institute, Talalikhina str., 26, Moscow, 109316, Russia, escherbinina@vniimp.ru

CONTRIBUTION

All authors are responsible for the work and presented information. Authors have made an equal contribution to this work.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 9.28.2016

ACCEPTED 10.27.2016

Влияние факторов потребительского поведения на процесс принятия решения о покупке на рынке фармацевтической косметики

Евгений А. Качагин,¹ nalak@mail.ru
Юлия Н. Ковальногова² y.bogdanova@ulstu.ru

¹ кафедра маркетинга, Ульяновский государственный технический университет, ул. Северный Венец, 32, г. Ульяновск, 432027, Россия

² кафедра экономики и менеджмента, Ульяновский государственный технический университет, ул. Северный Венец, 32, г. Ульяновск, 432027, Россия

Реферат. Изучение поведения потребителя в целях его формирования и направленного на него воздействия становится ключевым элементом маркетинговой деятельности современных предприятий, работающих на рынках самых разнообразных товаров и услуг. В настоящее время наметилась тенденция сближения косметики с фармацевтикой, появляется новый вид продукции, объединяющий в себе качества косметики и лекарственных средств и получивший название «космецевтика» или фармацевтическая косметика. При оказании услуг на рынке фармацевтической косметики большое значение имеет знание закономерностей и факторов потребительского поведения, а также умение адаптироваться к его изменениям. В настоящее время в условиях динамично развивающейся рыночной среды необходимо системное исследование факторов потребительского поведения на рынке фармацевтической косметики, в том числе требуется решение проблем их выявления, прогнозирования их динамики и направленного на них воздействия. При этом отсутствуют надежные теоретические и методические основы для таких решений. Недостаточная разработанность методического инструментария для выявления и оценки факторов потребительского поведения препятствует повышению качества оказываемых услуг в сфере медицинских услуг при продаже фармацевтической косметики. Кроме того, одной из важных составляющих современной системы комплексного маркетинга услуг является автоматизация средств его реализации, которая предполагает максимальную автоматизацию процесса ведения личных продаж, посредством которой минимизируется влияние человеческого фактора и существенно экономится рабочее время. Однако для ее успешной реализации требуется расширение методических подходов к системе оценки эффективности в сфере медицинских услуг применительно к рынку розничной торговли фармацевтической косметикой.

Ключевые слова: фармацевтическая косметика, потребительское поведение, маркетинг, медицинские услуги, факторы потребительского поведения

Influence of factors of consumer behavior on process of making decision on purchase in the market of pharmaceutical cosmetics

Evgenii A. Kachagin,¹ nalak@mail.ru
Yuliya N. Kovalnogova² y.bogdanova@ulstu.ru

¹ marketing department, Ulyanovsk state technical univer-sity, Severniy Venets, 32, Ulyanovsk, 432027, Russia

² economics and management department, Ulyanovsk state technical univer-sity, Severniy Venets, 32, Ulyanovsk, 432027, Russia

Summary. The research of consumer behavior for the purpose of its formation and effective impact on it becoming a key element of the marketing activities of modern enterprises, working on a wide variety of goods and services markets. Currently, there is a tendency of convergence of cosmetics to pharmaceuticals and a new product appears which combines the quality of cosmetics and pharmaceuticals, and called "cosmeceuticals" or pharmaceutical cosmetics. When providing services in the market of pharmaceutical cosmetics the knowledge of regularities and factors of consumer behavior, and ability to adapt to its changes is of great importance. Now in the conditions of dynamically developing market environment, the system research of factors of consumer behavior in the market of pharmaceutical cosmetics is necessary, including the problem resolution of its identification, forecasting of their dynamics and the impact directed to them is required. At the same time, there are no reliable theoretical and methodical bases for such decisions. The insufficient readiness of methodical tools for identification and assessment of factors of consumer behavior interferes with improvement of quality of the rendered services in the sphere of medical services in case of sale of pharmaceutical cosmetics. Besides, one of important components of modern system of complex service marketing is automation of means of its implementation that assumes the maximum automation of process of conducting personal selling by means of which influence of a human factor is minimized and working hours are significantly saved. However, its successful implementation requires expansion of methodical approaches to system of an efficiency evaluation in the sphere of medical services in relation to the market of retail trade by pharmaceutical cosmetics.

Keywords: pharmaceutical cosmetics, consumer behavior, marketing, medical services, factors of consumer behavior

Введение

В настоящее время в условиях динамично развивающейся рыночной среды необходимо системное исследование факторов потребительского поведения на рынке фармацевтической косметики, в том числе требуется решение проблем их выявления, прогнозирования их динамики и направленного на них воздействия. При этом отсутствуют надежные теоретические и методические основы для таких решений. Недостаточная

разработанность методического инструментария для выявления и оценки факторов потребительского поведения препятствует повышению качества оказываемых услуг в сфере медицинских услуг при продаже фармацевтической косметики. Кроме того, одной из важных составляющих современной системы комплексного маркетинга услуг является автоматизация средств его реализации, которая предполагает максимальную автоматизацию процесса ведения личных продаж, посредством чего минимизируется влияние

Для цитирования

Качагин Е. А., Ковальногова Ю. Н. Формирование факторов потребительского поведения в сфере медицинских услуг на рынке фармацевтической косметики // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 268–273. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-268-273

For citation

Kachagin Ye. A., Kovalnogova Yu. N. Forming factors of consumer behavior in the field of medical services in the market of pharmaceutical cosmetics. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 268–273. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-268-273

человеческого фактора и существенно экономится рабочее время. Однако для ее успешной реализации требуется расширение методологических подходов к системе оценки эффективности в сфере медицинских услуг применительно к рынку розничной торговли фармацевтической косметикой.

Из научной и прикладной литературы [1–5] известны различные классификации факторов, влияющих на принятие решения о покупке, которые следует учитывать при рекламе и продажах.

В результате анализа разработана классификация факторов, влияющих на поведение

потребителей на рынке фармацевтической косметики (рисунок 1). Предлагаемая классификация факторов потребительского поведения позволяет проводить анализ воздействия факторов определенной группы с учетом закономерностей, присущих данной группе факторов. В качестве критерия самого первого уровня данной классификации выступает рассмотрение явлений в системе факторов внешней среды, включающей уровень первичного спроса, тенденции моды, социально-экономическое состояние, уровень конкуренции, экологическая обстановка и т. д.

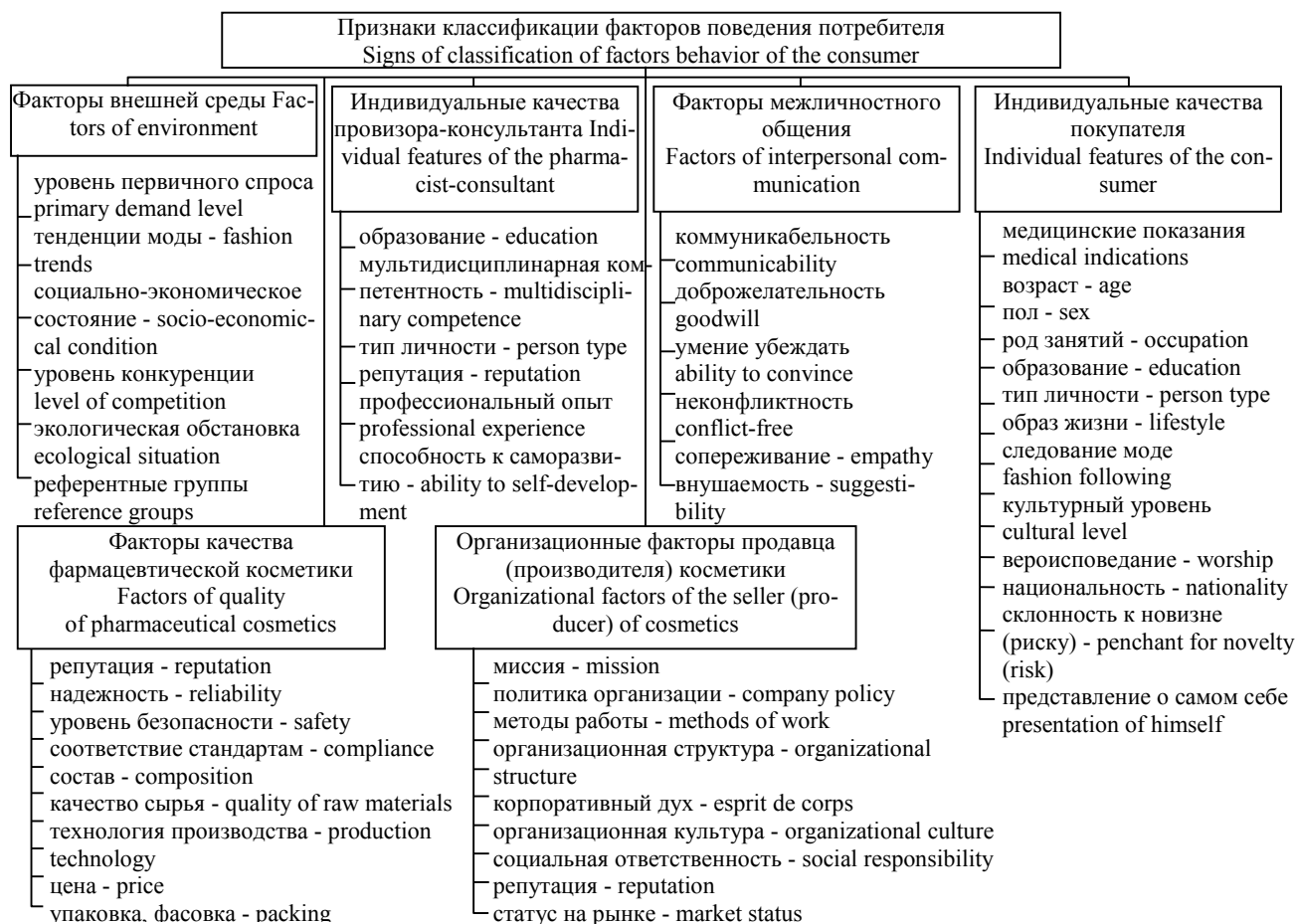


Рисунок 1. Признаки классификации факторов, влияющих на поведение потребителя на рынке фармацевтической косметики

Figure 1. Signs of the classification of factors influencing consumer behavior in the market of pharmaceutical cosmetics

Индивидуальные качества провизора-консультанта» включает такие характеристики, как образование, мультидисциплинарная компетентность, тип личности, репутация, профессиональный опыт и т. д. Индивидуальные характеристики потребителя включают возраст, пол, психологический тип его личности, культурный уровень, свойственные ему особенности психологического механизма обработки информации. Социальное в потребительском поведении отражается через род занятий, образование потребителя, его убеждения и отношение.

Группа факторов качества фармацевтической косметики классифицируется в сфере репутации,

надежности, уровне безопасности, качества сырья и состава косметической продукции. Среди организационных факторов продавца (производителя) фармацевтической косметики в качестве наиболее значимых приняты миссия, политика организации, методы работы, организационная структура, репутация, статус на рынке.

Описание механизмов действия факторов потребительского поведения было проведено на примерах поведения потребителей аптечной сети «Вита» Ульяновской области, что позволило выделять особенности действия этих факторов в российских условиях.

Как было показано выше, основными факторами, влияющими на потребительское поведение на рынке фармацевтической косметики и степень их удовлетворенности, являются:

— Факторы качества фармацевтической косметики (репутация, надежность, уровень безопасности, соответствие стандартам, состав, качество сырья, технология производства, цена, упаковка);

— Индивидуальные качества потребителя (медицинские показания, возраст, пол, род занятий, образование, тип личности, образ жизни, следование моде, склонность к новизне);

— Индивидуальные качества провизора-консультанта (образование, мультидисциплинарная компетентность, тип личности, репутация, профессиональный опыт, способность к саморазвитию);

— Факторы межличностного общения потребителя с консультантом (коммуникабельность, доброжелательность, умение убеждать, неконфликтность, сопереживание, внушаемость);

— Факторы внешней среды (уровень первичного спроса, тенденции моды, социально-экономическое состояние, уровень конкуренции, экологическая обстановка, референтные группы);

— Организационные факторы продавца (производителя) косметики (миссия, политика организации, методы работы, организационная структура, социальная ответственность, статус на рынке).

Существуют два варианта представления шкалы опроса для определения значимости (веса) факторов потребительского поведения. Первый – параметры работы аптеки упорядочиваются

потребителем в порядке уменьшения (или увеличения) значимости. При этом потребитель определяет место каждого из указанных выше факторов. Второй – значимость каждого фактора клиент оценивает по пятибалльной шкале.

В настоящем исследовании применяли второй вариант определения значимости факторов, формирующих потребительское поведение, что вызвало затруднение потребителей упорядочивать большое число факторов, что предусматривает первый вариант. Для определения степени удовлетворенности потребителей критериями деятельности конкретной аптеки использовалась пятибалльная шкала по каждому фактору. При этом для группы факторов, связанных с оказанием услуг, потребитель оценивал, насколько в аптеке реализована каждая составляющая ее работы.

Результаты опроса фиксировали и обрабатывали в электронной таблице MS Excel. Обработку данных по полученному массиву информации вели после предварительной сортировки массива по сегментам. Причем сегментами могут быть как различные (конкурирующие) аптеки сети, так и социально-демографические профили потребителей аптек. В первом случае в таблицу последовательно вносили ответы потребителей каждой из исследуемых аптек, а число сегментов соответствовало количеству аптек.

Для того чтобы выявить доминирующие сегменты социально-демографических характеристик потребителей, проводили социологический анализ посетителей аптек (таблица 1).

Таблица 1

Значимость факторов потребительского поведения на рынке фармацевтической косметики

Table 1

The significance of the factors of consumer behavior in the market of pharmaceutical cosmetics

Факторы потребительского поведения Factors of consumer behavior	Значимость W_{ij} Significance W_{ij}
Факторы качества фармацевтической косметики (репутация, надежность, уровень безопасности, соответствие стандартам, состав, качество сырья, технология производства, цена, упаковка) Quality factors of pharmaceutical cosmetics (reputation, reliability, security, compliance, composition, quality of raw materials, production technology, price, packaging)	1,0
Индивидуальные качества потребителя (медицинские показания, возраст, пол, род занятий, образование, тип личности, образ жизни, следование моде, склонность к новизне) Individual customer quality (medical indications, age, sex, occupation, education, person type, lifestyle, following the fashion, the tendency for novelty)	0,98
Индивидуальные качества провизора-консультанта (образование, мультидисциплинарная компетентность, тип личности, репутация, профессиональный опыт, способность к саморазвитию) Individual quality specialist consultant (education, multidisciplinary competence, person type, reputation, professional experience, ability to self-development)	0,96
Факторы межличностного общения потребителя с консультантом (коммуникабельность, доброжелательность, умение убеждать, бесконфликтность, сопереживание, внушаемость) Factors of interpersonal communication with the consumer advisor (sociability, goodwill, ability to convince, conflict-free, empathy, suggestibility)	0,90
Факторы внешней среды (уровень первичного спроса, тенденции моды, социально-экономическое состояние, уровень конкуренции, экологическая обстановка, референтные группы) Environmental factors (level of primary demand, fashion trends, socio-economy status, level of competition, environmental situation, references groups)	0,75
Организационные факторы продавца (производителя) косметики (миссия, политика организации, методы работы, организационная структура, социальная ответственность, статус на рынке) Organizational factors of seller (manufacturer) of cosmetics (mission, policy organization, methods of operation, organizational structure, social responsibility, market status)	0,61

В результате этого изучения выявлено, что социально-демографическая структура потребителей аптек неоднородна по возрасту, социальному положению и доходу. Именно эти социально-демографические характеристики использовали в дальнейшем в качестве сегментов для определения степени удовлетворенности потребителей качеством оказания услуги. В случае, когда

в качестве сегментов использовали социально-демографические профили потребителей, рейтинг факторов, формирующих потребительскую удовлетворенность работой аптеки, рассчитывали отдельно для каждого сегмента. В таблице 2 в качестве примера приведены результаты значимости критериев деятельности аптеки для потребителей с различным уровнем дохода.

Таблица 2

Значимость факторов потребительского поведения для потребителей с различным уровнем дохода

Table 2

The importance of consumer behavior factors for consumers with different levels of income

Факторы потребительского поведения Factors of consumer behavior	Значимость W_{ij} и ранг R фактора в зависимости от уровня дохода Significance W_{ij} and rank R of factor depending on the income level					
	до 10000 руб. to 10,000 RUR		10000–20000 руб. 10000–20000 RUR		свыше 20000 руб. above 20,000 RUR	
	W_{ij}	R	W_{ij}	R	W_{ij}	R
Факторы качества фармацевтической косметики Quality factors of pharmaceutical cosmetics	10	1	1.0	1	1.0	1
Индивидуальные качества провизора-консультанта Individual quality of consultant	0.69	3	0.96	2	1.0	1
Факторы межличностного общения потребителя с консультантом Factors of interpersonal communication between consumer and advisor	0.65	2	0.90	3	1.0	1
Организационные факторы продавца (производителя) косметики Organizational factors of seller (manufacturer) of cosmetics	0.38	4	0.61	4	0.82	4

Из таблицы 2 видно, что по мере роста доходов потребителя возрастает его требовательность к качеству обслуживания и увеличивается значимость факторов, связанных с индивидуальными качествами провизора-консультанта, межличностным общением потребителя с провизором-консультантом, организационными особенностями продавца (производителя) косметики. При этом современный российский потребитель становится относительно менее чувствительным к стоимости товаров фармацевтической косметики. Сегодня для покупателя гораздо важнее широкий

ассортимент, качество и культура обслуживания, предоставляемые аптекой.

Для определения значимости W_{ij} каждого из факторов потребительского поведения оценки, полученные по результатам анкетирования, пересчитывали в удельный вес фактора путем суммирования ответов по каждому фактору. Фактор, имеющий максимальную оценку, принимали за единицу. Значимость остальных факторов нормировали по отношению к сумме ответов по фактору с максимальной оценкой. Результат такого пересчета в порядке убывания представлен в таблице 3.

Таблица 3

Определение необходимости корректирования отдельных факторов потребительского поведения на рынке фармацевтической косметики

Table 3

Determine if you need individual adjustment factors of consumer behavior in the market of pharmaceutical cosmetics

Факторы потребительского поведения Factors of consumer behavior	Значимость W_{ij} Significance W_{ij}	Удовлетворенность Y_{ij} и индекс потребительской удовлетворенности $I_{пу_{ij}}$, для аптек сети «Вита» Satisfaction Y_{ij} and index of consumer satisfaction $I_{пу}$, for a network of pharmacies «Vita»					
		1		2		3	
		Y_{ij}	$I_{пу_{ij}}$	Y_{ij}	$I_{пу_{ij}}$	Y_{ij}	$I_{пу_{ij}}$
Факторы качества фармацевтической косметики Quality factors of pharmaceutical cosmetics	1,0	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Индивидуальные качества провизора-консультанта Individual quality of consultant	0,96	1,0	0,96	0,80	0,77	0,65	0,62
Факторы межличностного общения потребителя с консультантом Factors of interpersonal communication between consumer and advisor	0,90	1,0	0,90	0,9	0,81	0,9	0,81
Организационные факторы продавца (производителя) косметики Organizational factors of seller (manufacturer) of cosmetics	0,61	1,0	0,61	0,98	0,60	1,0	0,61
ИПУ = Σ ИПУ $_{ij}$			3,27		2,98		2,84

В случае сегментирования потребителей по аптечным организациям удельный вес критериев деятельности будет одним и тем же для всех аптек, поскольку независимо от того, в какую аптеку обратится потребитель, значимость фактора для него не изменится. Кроме того, аналогично определению уровня значимости W_{ij} оценивали удовлетворенность Y_{ij} отдельными составляющими работы конкретной аптеки применительно к следующим группам факторов: факторы качества фармацевтической косметики; индивидуальные качества провизора-консультанта; факторы межличностного общения потребителя с консультантом; организационные факторы продавца (производителя) косметики (см. рисунок 1).

Для расчета степени удовлетворенности потребителя качеством оказания услуги, сопутствующей продаже фармацевтической косметики, использовали индекс потребительской удовлетворенности:

$$Ипу_{ij} = W_{ij} \times Y_{ij}. \quad (1)$$

Общую оценку степени удовлетворенности потребителя качеством оказания услуг конкретной аптечной организацией рассчитывали путем суммирования индексов потребительской удовлетворенности по всем параметрам:

$$ИПУ = \sum Ипу_{ij} \quad (2)$$

Результаты проведенного исследования показали, что наибольшая удовлетворенность качеством оказания услуги имеет место в аптеке «1», а наименьшая – в аптеке «3».

Для сравнительной оценки степени удовлетворенности потребителей качеством оказания услуг различными аптечными организациями была введена шкала оценки ИПУ. Среди исследуемых аптечных организаций потребители в наибольшей

мере удовлетворены качеством работы аптеки «1», средняя степень удовлетворенности наблюдается в аптеках «2» и «3».

Для определения составляющей работы аптеки, требующей наибольшего внимания при корректировке, выделяли признаки с минимальным значением Y_i и максимальным значением веса W_i . Индекс необходимости корректирования отдельных критериев деятельности аптеки $И_{корр}$ рассчитывали по формуле:

$$И_{корр i} = W_i / Y_i, \quad (3)$$

где W_i – вес (значимость) i -го элемента работы аптеки для потребителей; Y_i – удовлетворенность потребителей i -м элементом работы аптеки.

Значение $И_{корр}$ большее единицы свидетельствует о необходимости корректирования соответствующего элемента работы аптеки. В первую очередь корректируются самые значимые критерии деятельности. В таблице 4 представлены значения индексов корректирования для исследуемых аптек. Из табл. 4 видно, что всем аптекам в первую очередь необходимо улучшать качество товарного ассортимента. В аптеках «2» и «3», кроме этого, в первоочередном корректировании нуждаются факторы, связанные с индивидуальными качествами провизора-консультанта. В частности, для улучшения качества обслуживания клиентов рекомендуется проводить психологические тренинги для сотрудников аптек, направленные на коррекцию отношения к работе и разработку плана поведения в конфликтных ситуациях. Также для повышения квалификации персонала необходимо проведение теоретических курсов для провизоров-консультантов по различным направлениям, участие в конференциях, «круглых столах» и др.

Таблица 4

Определение необходимости корректирования отдельных факторов потребительского поведения на рынке фармацевтической косметики

Table 4

Determine if you need individual adjustment factors of consumer behavior in the market of pharmaceutical cosmetics

Факторы потребительского поведения Factors of consumer behavior	Значимость W_{ij} Significance W_{ij}	Индекс необходимости корректирования $И_{корр}$ для аптек сети «Вита» Index of adjustment need for "Vita" network of pharmacies		
		1	2	3
Факторы качества фармацевтической косметики Quality factors of pharmaceutical cosmetics	1,0	1,25	1,25	1,25
Индивидуальные качества провизора-консультанта Individual quality of consultant	0,96	0,96	1,2	1,48
Факторы межличностного общения потребителя с консультантом Factors of interpersonal communication between consumer and advisor	0,90	0,9	1,0	1,0
Организационные факторы продавца косметики Organizational factors of seller (manufacturer) of cosmetics	0,61	0,61	0,62	0,61

После проведения корректирующих мероприятий и внесения изменений в соответствующие критерии деятельности аптек проводится повторный анализ потребительской удовлетворенности и определяется результативность R корректирующих мероприятий как разность между начальным значением $ИПУ_0$ и достигнутым за счет предпринятых корректирующих мероприятий $ИПУ_1$, отнесенная к начальному значению $ИПУ_0$:

$$R = (ИПУ_1 - ИПУ_0) / ИПУ_0 \quad (4)$$

Если $R > 0$, то проведенные мероприятия по корректированию можно считать результативными.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Ким С.А. Маркетинг: учебник. М.: Дашков и К, 2015. 258 с.
- 2 Меликян О.М. Поведение потребителей: учебник. М.: Дашков и К, 2012. 280 с.
- 3 Романенкова О.Н. Поведение потребителей: учебник. М.: ИНФРА-М, 2015. 320 с.
- 4 Belk R.W. Studies in the new consumer behavior // Acknowledging Consumption. Review of New Studies. London and New York, 1995.
- 5 Frank R.H. Microeconomics and behavior // Mc. Graw-Hill, Inc. 1997. 694 p.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Евгений А. Качагин к. э. н., доцент, кафедра маркетинга, Ульяновский государственный технический университет, Северный Венец, 32, г. Ульяновск, 432027, Россия, nalak@mail.ru

Юлия Н. Ковальногова аспирант, кафедра экономики и менеджмента, Ульяновский государственный технический университет, Северный Венец, 32, г. Ульяновск, 432027, Россия, y.bogdanova@ulstu.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Юлия Н. Ковальногова предложила методику проведения эксперимента и организовала производственные испытания обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперимент, выполнила расчёты, написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат **Евгений А. Качагин** консультация в ходе исследования

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 13.11.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 30.11.2016

Заключение

Выявлена система факторов потребительского поведения, учет которых оказывает значимое влияние на эффективность обслуживания. С целью изучения факторов, определяющих потребительское поведение на рынке фармацевтической косметики, разработана методика анализа поведения потребителей по результатам их анкетирования. Применение разработанной методики обеспечивает помимо прочего возможность определения – с использованием зависимостей (1)–(3), – необходимости корректирования отдельных факторов потребительского поведения на рынке фармацевтической косметики и количественно оценивать (с использованием зависимости (4)) эффективность предпринятых корректирующих мероприятий.

REFERENCES

- 1 Kim S.A. Marketing [Marketing] Moscow, Dashkov&K, 2015. 258 p. (in Russian)
- 2 Melikyan O.M. Povedenie potrebitel'ei [Consumer behavior] Moscow, Dashkov&K, 2012. 280 p. (in Russian)
- 3 Romanenkova O.N. Povedenie potrebitel'ei [Consumer behavior] Moscow, INFRA-M, 2015. 320 p. (in Russian)
- 4 Belk R.W. Studies in the new consumer behavior. Acknowledging Consumption. Review of New Studies. London and New York, 1995.
- 5 Frank R.H. Microeconomics and behavior. Mc. Graw-Hill, Inc. 1997, 694 p.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Evgenii A. Kachagin candidate of economical sciences, sssociate professor, marketing department, Ulyanovsk state technical university, Severniy Venets, 32, Ulyanovsk, 432027, Russia, nalak@mail.ru

Yuliya N. Kovalnogova graduate student, economics and management department, Ulyanovsk state technical university, Severniy Venets, 32, Ulyanovsk, 432027, Russia, y.bogdanova@ulstu.ru

CONTRIBUTION

Yuliya N. Kovalnogova proposed a scheme of the experiment and organized production trials, review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations, wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism **Evgenii A. Kachagin** consultation during the study

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 11.13.2016

ACCEPTED 11.30.2016

Роль аутсорсинга в механизме экономической безопасности деятельности кластерных образований

Татьяна И. Овчинникова, ¹	mih.goz@gmail.com
Ирина Н. Булгакова, ²	Bulgakova-I-N@yandex.ru
Александр В. Марков ¹	mih.goz@gmail.com

¹ кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия

² кафедра математических методов исследования операций, Воронежский государственный университет, Университетская площадь, 1, г. Воронеж, 394006, Россия

Реферат. В статье рассмотрены понятия «аутсорсинг», «экономическая безопасность», «кластерные образования». Аутсорсинг определяется как внешние влияния, учитываемые в эффективной деятельности предприятия. Представлена экономическая сущность «аутсорсинга» в исследованиях и отечественной практике, которая до настоящего времени проявлялась лишь как метод привлечения временных работников в рассматриваемую сферу. На примере предприятий молочной промышленности исследована безопасная деятельность, как устойчивое, безрисковое и конкурентоспособное их поведение с учетом аутсорсинга. Изучены отличия процессов кооперации, субконтрактинга, кластеризации. Указано, что кооперация и субконтрактинг являются составляющими частями аутсорсинга, который охватывает непосредственно процесс производства продукции или предоставления услуг; аутсорсинг обосновывает: передачу технических функций или бизнес-процессов, и при этом часть рисков передается поставщику аутсорсинговых услуг. Приводится пример адаптивного моделирования аутсорсинга, позволяющий предположить, что в будущем периоде прогнозируемый объем выпуска, переработки и продаж молочной продукции, выпускаемой предприятиями молочной промышленности Воронежской области, входящими в кластер, будет снижен благодаря внедрению механизма аутсорсинга. При этом доказано, что риск банкротства предприятий на основе адаптивной модели не обнаруживается. Рассмотрено применение механизма аутсорсинга в целях повышения экономической безопасности, в частности, такой его функции, как передача внешним организациям не только некоторых социальных функций (таких как временное использование работников), но и деятельность бизнес-процессов с целью оптимизации всех видов ресурсов и концентрации усилий на основном виде деятельности каждого предприятия, входящего в кластер АПК. Анализ, проведенный авторами, позволяет предположить: в будущем периоде прогнозируемый объем выпуска, переработки и продаж молочной продукции, выпускаемой предприятиями сельского хозяйства, молочной продукции и торговли Воронежской области, входящим в кластер, может быть снижен.

Ключевые слова: аутсорсинг, экономическая безопасность, кластерные образования

The role of outsourcing in the mechanism of economic security activities of cluster formations

Tatjana I. Ovchinnikova, ¹	mih.goz@gmail.com
Irina N. Bulgakova, ²	Bulgakova-I-N@yandex.ru
Aleksandr V. Markov ¹	mih.goz@gmail.com

¹ economic security and financial monitoring department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia

² mathematical methods of operations research department, Voronezh state university, Universitetskaja square, 1, Voronezh, 394006, Russia

Summary. The article considers the concept of "outsourcing", "economic safety", "cluster formation". Outsourcing is defined as external influences that contribute to the effective operation of the enterprise. The economic essence of "outsourcing" in the research and domestic practice, which has hitherto manifested itself only as a method of attracting temporary workers in the field. On the example of the dairy industry is studied safe operation as sustainable, and competitive Bozrikova their behavior with regard to outsourcing. Studied the differences of the processes of cooperation, subcontracting and clustering. Stated that cooperation and subcontracting are the component parts outsourcing, which covers the process of production or provision of services; the outsourcing justifies: the transfer of technical functions or business processes, and thus part of the risks transferred to the outsourcing provider. An example of adaptive modeling outsourcing, suggesting that in the future, the projected volume of production, processing and sales of dairy products manufactured by the enterprises of dairy industry of the Voronezh region belonging to a cluster will be reduced through the introduction of a mechanism of outsourcing. It proves that the risk of bankruptcy of enterprises on the basis of adaptive models. The application of the mechanism of outsourcing in order to increase the economic security, in particular, such of its functions as the transmission of external organizations not only certain social functions (such as the use of temporary workers), but also the activities of the business processes to optimize all kinds of resources and concentration of efforts on the core activities of each company within the cluster APK. Analysis conducted by the authors suggests: in the future, the projected volume of production, processing and sales of dairy products manufactured by the enterprises of agriculture, dairy production and trade of the Voronezh region belonging to a cluster can be reduced.

Keywords: outsourcing, economic security, cluster formation

Для цитирования

Овчинникова Т. И., Булгакова И. Н., Марков А. В. Роль аутсорсинга в механизме экономической безопасности деятельности кластерных образований // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 274–279. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-274-279

For citation

Ovchinnikova T. I., Bulgakova I. N., Markov A. V. The role of outsourcing in the mechanism of economic security activities of cluster formations. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 274–279. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-274-279

Введение

Аутсорсинг – это механизм учета внешних влияний эффективной системы деятельности предприятия. Для таких отраслей как, сельское хозяйство и перерабатывающая промышленность проблемы последствий интеграции имеют как позитивные, так и негативные тенденции, влияющие на экономическую безопасность. В условиях глобализации экономических и социально-политических процессов, формирования крупных корпораций и сетевых структур существуют факторы, обеспечивающие предприятиям агропродовольственного комплекса (АПК) экономическую безопасность, под которой подразумеваем безрисковую, конкурентоспособную, устойчивую деятельность. К ним относим аутсорсинговые механизмы, присущие современному рынку. Однако до настоящего времени не все из них изучены и способствуют эффективности системы экономической безопасности, способной обеспечить конкурентоспособность пищевой промышленности на мировом и отечественном рынках [16]. Достижение целей экономической безопасности возможно, по нашему мнению, за счет использования не только внутренних, но и внешних ресурсов.

Основная часть

Использование внутренних ресурсов (финансовых, социально-организационных, производственных и т. д.) исследовано на практике и в теории отечественными авторами: И.П. Богомоловой [1], В.Г. Закшевский [3] и др. Аутсорсинг как механизм экономической безопасности исследован в научных работах зарубежных авторов: С. Клементс [4], Дж. Хейвуд [5].

Российские ученые (Л.Т. Хугаева [6], А. Н. Полозова, Е.В. Горковенко [7], Т. И. Овчинникова [8]) на уровне исследований развивают концепцию экономической безопасности на основе развития внешних факторов. Однако перспективный механизм аутсорсинговых связей в целях практической деятельности эффективной системы экономической безопасности, применяемый в агропродовольственных комплексах и кластерных образованиях недостаточно доказательно изучен в теоретическом и практическом аспектах. Экономическая сущность «аутсорсинга» в исследованиях и отечественной практике проявляется лишь как метод привлечения временных работников в рассматриваемую сферу.

При применении механизма аутсорсинга в целях повышения экономической безопасности рассмотрим такую его функцию, как передача внешним организациям не только некоторых социальных функций (таких как временное использование работников), но и деятельность бизнес-процессов с целью оптимизации всех видов ресурсов и концентрации усилий на основном виде деятельности каждого предприятия, входящего в кластер АПК. Мы придерживаемся определения аутсорсинга, которое приводится в работе Ж. Бравара: с одной стороны, это инструмент повышения конкурентоспособности предприятий АПК [11], с другой – «цепочка создания стоимости, распределенная по всему миру». При этом решение о внедрении аутсорсинговых схем принимается на уровне высшего руководства и собственников предприятий и является частью стратегии предприятий, входящих в такую современную форму объединения организаций АПК, как кластерное образование (рисунок 1) [1].

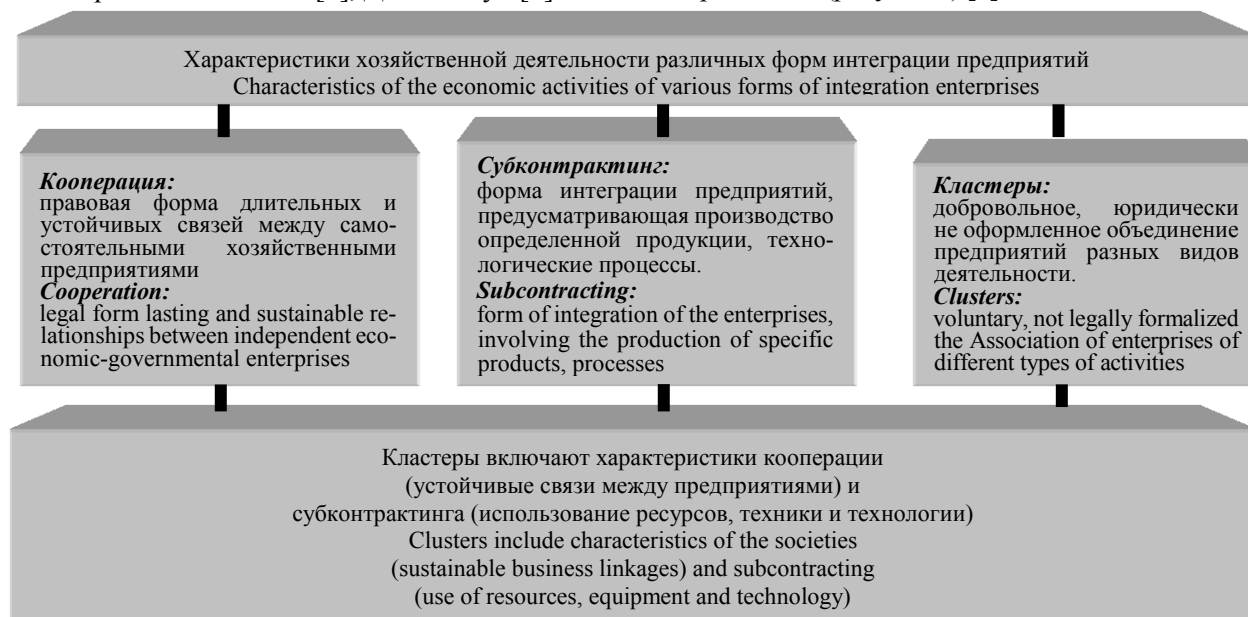


Рисунок 1. Применение свойств кооперации и субконтрактинга в кластерных образованиях

Figure 1. The use of the properties of the co-operation and subcontracting in cluster formations

Использование кластерных образований в целях повышения эффективности экономической безопасности исследовано в зарубежной литературе [5], однако требует дальнейших исследований и разработки с учетом российских особенностей функционирования аутсорсинговых схем, включающих «кооперацию» и «субконтрактинг» в кластерные или сетевые хозяйственные образования. При этом «кооперация» рассматривается как правовая форма длительных и устойчивых связей между самостоятельными хозяйственными предприятиями, входящими в АПК, когда «отношения между предприятиями базируются на долгосрочной общности интересов» [13], юридически оформленных. «Субконтрактинг» – это такая форма интеграции предприятий, предусматривающая либо производство определенной продукции, либо технологические процессы (в соответствии с требованиями, позволяющими компании-заказчику использовать эффективную организационную структуру) [13]. И кооперация, и субконтрактинг являются составляющими частями аутсорсинга, который охватывает непосредственно процесс производства продукции или предоставления услуг, а аутсорсинг обосновывает: передачу технических функций или бизнес-процессов, и при этом часть рисков передается поставщику аутсорсинговых услуг.

Особенность субконтрактинга, отличающая его от аутсорсинга, заключается в том, что субконтрактинг охватывает помимо производственной сферы сроки действия договора, которой, как правило, ограничен, в то время как аутсорсинг охватывает бизнес-процессы, происходящие вне предприятий АПК и, носит долгосрочный характер.

Кластерные и сетевые структуры функционируют на добровольных интеграциях, юридически не оформленных, при этом сетевые структуры предполагают инновационную деятельность в отличие от кластеров. На примере кластерных образований молочной отрасли (предприятия по производству молока, его переработке и продаже), входящих в АПК Воронежской области,

рассмотрим стратегию экономической безопасности их развития с учетом аутсорсинга. Кластерному образованию присущи следующие черты экономической безопасности предприятий: налаживание кооперационных связей между участниками, поиск общих путей решения проблем экономики, географическая концентрация, использование общих объектов коммерциализации.

Роль аутсорсинга в механизме экономической безопасности принадлежит регулирующим межорганизационным связям, предназначенным для того, чтобы помочь руководителям предприятий молочной отрасли (на примере которой рассмотрен механизм аутсорсинга) в осуществлении совместной деятельности на основе взаимовыгодного сотрудничества, совершенствования разделения и кооперации труда.

Прогнозное состояние кластерного образования, с точки зрения экономической безопасности, оценим на основе точечного и интервального прогнозов.

Предположим, что при функционировании кластера (предприятий по производству, переработке и продаже молока Воронежской области) с течением времени происходит сравнительно медленное изменение кооперативных и субконтрактных механизмов. Сроки договоров, производственная деятельность и бизнес-процессы в кластерных образованиях, как аутсорсинговые механизмы, являются результатом одновременного проявления динамичности интегрирующихся систем, каждая из которых занимается сугубо предназначенными ей функциями: животноводческие фермы производят молочное стадо, перерабатывающие предприятия производят переработанную молочную продукцию, торговые предприятия осуществляют коммерциализацию. Одновременное действие систем ограничивает резкий прорыв такого предприятия на рынке; т. е. исключается применение модели с постоянными коэффициентами, так и моделей с резко меняющимися свойствами.

Динамика производства молока молочного кластера приведена на рисунке 2.

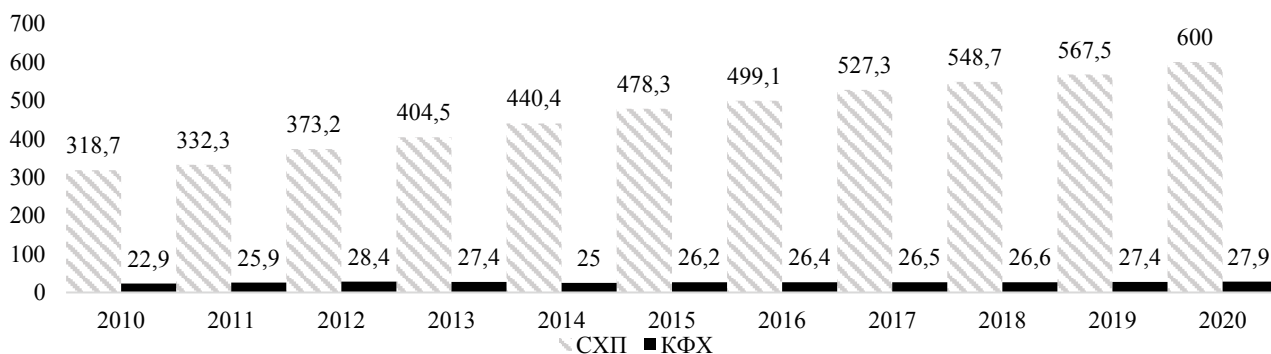


Рисунок 2. Динамика производства молока по категориям хозяйств, тыс. тонн

Figure 2. Dynamics of production of milk on categories of farms, thsd tn

Для построения прогноза предварительно оценим ряд динамики с помощью регрессионного анализа. Построение линейной регрессионной модели позволит провести точечный прогноз на несколько периодов вперед. Фрагмент протокола регрессионного анализа приведен в таблице 1.

Регрессионная модель имеет вид $y = -65940,77 + 32,9x$. Прогноз на основании построенной модели содержит два элемента: точечный и интервальный прогнозы. Интервальный прогноз может быть получен с использованием стандартной ошибки прогноза:

$$U(k) = S_e t_a \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(n+k-\bar{t})^2}{\sum_{i=1}^n (t_i - \bar{t})^2}},$$

Фрагмент протокола регрессионного анализа

Fragment of the protocol of the regression analysis

SUMMARY OUTPUT						
Regression Statistics						
Multiple R	0,99					
R Square	0,99					
Adjusted R Square	0,99					
Standard Error	7,45					
Observations	6					
ANOVA						
	df	SS	MS	F	Significance F	
Regression	1	19011,33	19011,33	342,45	0,00	
Residual	4	222,07	55,52			
Total	5	19233,39				
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%
Intercept	-65940,77	3584,49	-18,40	0,00	-75892,91	-55988,63
X Variable 1	32,96	1,78	18,51	0,00	28,01	37,91

Таблица 1.

Table 1.

Таблица 2.

Расчетные прогнозные характеристики

Table 2.

Estimated projections characteristics

Год Year	Производство молока, тыс. тонн. Production of milk, thsd tn	Точечный прогноз Dot forecast	Доверительный интервал прогноза Confidential interval of the forecast	
			Нижняя граница Lower bound	Верхняя граница Upper bound
2010	318,7			
2011	332,3			
2012	373,2			
2013	404,5			
2014	440,4			
2015	478,3			
2016		506,6	372,0	641,2
2017		539,6	405,0	674,1
2018		572,5	438,0	707,0

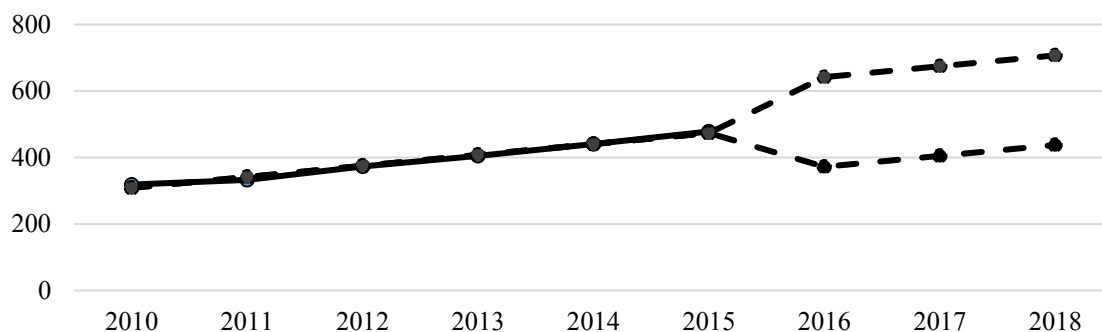


Рисунок 3. Прогнозные характеристики развития молочной промышленности Воронежской области

Figure 3. Expected characteristics of development of the dairy industry of the Voronezh region

Проведенный анализ позволяет предположить: в будущем периоде прогнозируемый объем выпуска, переработки и продаж молочной продукции, выпускаемой предприятиями сельского хозяйства, молочной продукции и торговли Воронежской области, входящим в кластер, может быть снижен.

Приведенная прогнозная оценка состояния безопасной экономической деятельности предприятий, входящих в кластер, предполагает для увеличения в будущем периоде объемов производства и переработки молочной продукции более активное внедрение кооперационных и субконтрактных положений в бизнес-деятельность каждого предприятия:

- с помощью аутсорсинговых механизмов по координации деятельности предприятий, входящих в кластерное образование, последовательное выполнение программ и проектов развития каждого;
- индикативное планирование рационально сочетаемых объемов производства, переработки и продаж;
- внедрение инновационных технологий производства, хранения и переработки продукции

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Богомолова И.П., Плеканова И.В., Богомолов А.В. Оценка взаимосвязи качества и эффективности использования сырьевых ресурсов // Системный анализ и моделирование процессов управления качеством в инновационном развитии агропромышленного комплекса. 2015. С. 139–144.
- 2 Булгакова И.Н., Булгакова Е.П. Структурный анализ доминирующих кластерообразующих компонентов // Экономика и предпринимательство. 2013. № 5. С. 212–216.
- 3 Закшевский В.Г., Закшевский Г.В. Методические подходы к разработке стратегии социально-экономического развития сельского хозяйства региона // ФЭС: Финансы. 2016. Т. 1. № 1. С. 46–49.
- 4 Клементс С. и др. Аутсорсинг бизнес-процессов. Советы финансового директора / Под общ. ред. В.В. Голда. М.: Вершина, 2011.
- 5 Овчинникова Т.И., Кобелева С.В., Еремина Т.А. Основные подходы к моделированию диффузий инноваций с учетом изменения скорости потоков // Экономика. Инновации. Управление качеством. 2014. № 2. С. 17–22.

с учетом подготовки персонала или проведения аутсорсинга в социальной сфере;

— согласование действий по вопросам цен, тарифов, рынков и каналов сбыта продукции, закупки материально-технических ресурсов и получения услуг;

— выработку и согласование позиций по представлению и защите интересов участников кластерного образования;

— информационное обеспечение и предоставление консультаций; участие в организации подготовки и повышении квалификации кадров;

— осуществление безрискового хозяйственного управления при условии делегирования менеджерам и предприятиям соответствующих прав.

Выводы

В анализе сложных экономических явлений, которыми являются механизмы безопасности, позволяющих объединяться предприятиям в кластеры, аутсорсинговые связи и взаимодействие факторов служат основой для принятия эффективных решений.

- 6 Полозова А.Н., Шамрина И.В., Нейштадт М.Л., Горковенко Е.В. Алгоритмизация мониторинга бизнес-деятельности промышленной организации // Конкурентоспособность. Инновации. Финансы. 2013. № 2. С. 29–32.

- 7 Промышленная кооперация. Пособие. Портал дистанционного консультирования малого предпринимательства. URL: www.dist-cons.ru.

- 8 Хейвуд Дж.Б. Аутсорсинг: в поисках конкурентных преимуществ М.: Издательский дом «Вильямс», 2012. 238 с.

- 9 Хугаева Л.Т. Эффективность аутсорсинга на предприятии // Terra economicus. 2011. Т. 2. № 2. ч. 2. С. 96–98.

- 10 Albert Plugge, Mark Borman, Marijn Janssen Strategic manoeuvres in outsourcing arrangements: The need for adapting capability in delivering long-term results // Strategic Outsourcing: An International Journal. – 2016, Vol. 9. no. 2, pp.139–158.

- 11 Anna Fredriksson, Carl Wänström Manufacturing and supply chain flexibility – towards a tool to analyse production network coordination at operational level // Strategic Outsourcing: An International Journal. 2014, Vol. 7 Iss: 2, pp.173 – 194.

REFERENCES

- 1 Bogomolova I.P., Plekanova I.V., Bogomolov A.V. Evaluation of the relationship between the quality and efficiency of use of raw materials. *Sistemnyi analiz i modelirovanie protsessov upravleniya kachestvom v innovatsionnom razvitii agropromyshlennogo kompleksa*. [System analysis and simulation of quality management processes in the innovation development of the agroindustrial complex.]. 2015. pp. 139–144. (in Russian).
- 2 Bulgakova I.N., Bulgakova E.P. Structural analysis of the dominant cluster-forming components. *Ekonomika i predprinimatel'stvo*. [Economics and entrepreneurship]. 2013. no. 5. pp. 212–216. (in Russian).
- 3 Zakshevskii V.G., Zakshevskii G.V. Methodological approaches to development of strategy of socio-economic development of agriculture in the region. *FES: Finansy*. [FES: Finance.]. 2016. V. 1. no. 1. pp. 46–49. (in Russian).
- 4 Klements S. et al. Outsourcing biznes protsessov. *Sovety finansovogo direktora* (ed. V. V Gold) [Outsourcing of business processes Advice of the Finance Director Under the General]. Moscow. Vershina publ., 2011. (in Russian).
- 5 Ovchinnikova T.I., Kobeleva S.V., Eremina T.A. The main approaches to the simulation of diffusions of innovation taking into account changes in flow rate. *Ekonomika. Innovatsii. Upravlenie kachestvom*. [Economy. Innovation. Quality management]. 2014. no. 2. pp. 17–22. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Татьяна И. Овчинникова профессор, кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, mih.goz@gmail.com

Ирина Н. Булгакова доцент, кафедра математических методов исследования операций, Воронежский государственный университет, Университетская площадь, 1, г. Воронеж, 394006, Россия, Bulgakova-I-N@yandex.ru

Александр В. Марков доцент, кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, mih.goz@gmail.com

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Ирина Н. Булгакова обзор литературных источников по исследуемой проблеме, выполнила расчёты

Татьяна И. Овчинникова консультация в ходе исследования

Александр В. Марков написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 25.09.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 18.10.2016

6 Polozova A.N., Shamrina I.V., Neishtadt M.L., Gorkovenko E.V. Algorithmic monitoring of the business activities of industrial organization. *Konkurentosposobnost'. Innovatsii. Finansy*. [Competitiveness. Innovation. Finance.]. 2013. no. 2. pp. 29–32. (in Russian).

7 Promyshlennaya kooperatsiya. Posobie. Portal distantsionnogo konsul'tirovaniya malogo predprinimatel'stva [Industrial cooperation. Benefit. The portal of remote consultation of a small entrepreneurship] Available at: www.dist-cons.ru.

8 Kheivud Dzh. B. Outsorsing: v poiskakh konkurentnykh preimushchestv [Outsourcing: in search of competitive advantages] Moscow. Izdatel'skii dom «Vil'yams» publ., 2012. 238 p. (in Russian).

9 Khugaeva L.T. The effectiveness of outsourcing at the enterprise. *Terra economicus*. 2011. V. 2. no. 2. part 2. pp. 96–98. (in Russian).

10 Albert Plugge, Mark Borman, Marijn Janssen Strategic manoeuvres in outsourcing arrangements: The need for adapting capability in delivering long-term results. *Strategic Outsourcing: An International Journal*. 2016. Vol. 9. no. 2, pp.139 – 158.

11 Anna Fredriksson, Carl Wänström Manufacturing and supply chain flexibility – towards a tool to analyse production network coordination at operational level. *Strategic Outsourcing: An International Journal*. 2014, Vol. 7. no. 2, pp.173–194.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Tatjana I. Ovchinnikova professor, economic security and financial monitoring department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia, mih.goz@gmail.com

Irina N. Bulgakova assistant professor, mathematical methods of operations research department, Voronezh state university, Universitetskaja square, 1, Voronezh, 394006, Russia, Bulgakova-I-N@yandex.ru

Aleksandr V. Markov assistant professor, economic security and financial monitoring department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia

CONTRIBUTION

Irina N. Bulgakova review of the literature on an investigated problem, performed computations

Tatjana I. Ovchinnikova consultation during the study

Aleksandr V. Markov wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 9.25.2016

ACCEPTED 10.18.2016

Методы оценки интеллектуального капитала предприятия как фактора производства

Ольга Ю. Коломыцева	¹	olgakolom@yandex.ru
Кирилл В. Чекудаев	¹	chkv1985@mail.ru
Ирина А. Чекудаева	¹	iro4k9@rambler.ru
Анна В. Дручинина	¹	rossomahar@gmail.com

¹ кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия

Реферат. Интеллектуальный капитал в настоящее время стремительно развивается и становится основным источником инновационного развития и экономической конкурентоспособности компаний. Определяя интеллектуальный капитал как сумму знаний всех работников компании и инструменты организации, увеличивающие совокупность знаний, т. е. всё то, что может быть конвертировано в стоимость и обеспечить экономическую конкурентоспособность, необходимо выделить три основных структурных элемента интеллектуального капитала: человеческий, организационный и потребительский капитал организации. И именно свойство их взаимодействия, а не отдельного их функционирования, образует синергический феномен. Но в то же время стоимость большинства из компонентов интеллектуальный капитал не отражается в финансовых отчетах, а из-за недостаточной прозрачности и отсутствия рыночных критериев довольно сложно оценить интеллектуальный капитал. В статье рассмотрены методики оценки интеллектуального капитала организации как фактора производства на примере научно-производственной организации ОАО «ВНИИ «Вега». Произведя анализ известных методик оценки интеллектуального капитала, следует заключить, что метод интеллектуальной добавленной стоимости Анте Пулика наиболее полно проработан и дает возможность оценить эффективность человеческого капитала в результативности работы предприятия, что наиболее важно для отечественного бизнеса. Данная методика включает в себя ряд показателей, которые позволяют учесть такие характеристики, как выручка, затраты, инвестиционный капитал и добавленная стоимость физического, человеческого и структурного капитала, добавленную стоимость человеческого капитала, что наиболее точно отражает интеллектуальный капитал, чем разница между рыночной и балансовой стоимости и балльные оценки.

Ключевые слова: интеллектуальный капитал, методы оценки, конкурентоспособность, нематериальные активы, человеческий капитал, интеллектуальная ценность

Evaluation methods of the intellectual capital of the enterprise as a factor of production

Olga Y. Kolomytseva	¹	olgakolom@yandex.ru
Kirill V. Chekudaev	¹	chkv1985@mail.ru
Irina A. Chekudaeva	¹	iro4k9@rambler.ru
Anna V. Druchinina	¹	rossomahar@gmail.com

¹ economic security and financial monitoring department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia

Summary. Intellectual capital is currently developing rapidly and is becoming the main source of innovation development and economic competitiveness. Defining intellectual capital as the sum of knowledge of all employees and tools of the organization, increasing the body of knowledge, i.e. everything that can be converted to value and secure economic competitiveness, it is necessary to distinguish three main structural elements of intellectual capital: human, organizational and customer capital of the organization. And that's a property of their interaction, not their individual functioning, it forms a synergistic phenomenon. But at the same time, the cost of most of the components of intellectual capital are not reflected in the financial statements, and due to the lack of transparency and absence of market criteria rather difficult to evaluate intellectual capital. The article considers methods of assessment of intellectual capital of organization as factor of production on the example of scientific-production organization, JSC "Institute "VEGA". Performing analysis of the known methods of evaluation of intellectual capital, it should be concluded that the method of value added intellectual Ante Police most fully developed and gives the opportunity to assess the effectiveness of human capital in the performance of the enterprise, what's most important to domestic business. This technique includes a number of indicators that allow to take into account such characteristics as revenue, cost, capital investment and value-added physical, human and structural capital value added human capital that most accurately reflects the intellectual capital, what is the difference between market and book value and scoring.

Keywords: intellectual capital, evaluation methods, competitiveness, intangible assets, human capital, intellectual value

Для цитирования

Коломыцева О. Ю., Чекудаев К. В., Чекудаева И. А., Дручинина А. В. Методы оценки интеллектуального капитала предприятия как фактора производства // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 280–283. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-280-283

For citation

Kolomytseva O. Y., Chekudaev K. V., Chekudaeva I. A., Druchinina A. V. Evaluation methods of the intellectual capital of the enterprise as a factor of production. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 280–283. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-280-283

Введение

Развитие экономической системы в решающей степени зависит от процессов функционирования интеллектуального капитала (ИК), выступающим своего рода инновационным вектором развития любой национальной экономики. В современном мире именно люди, обладающие большим объемом знаний, информации занимают доминирующее положение.

На сегодняшний день существует множество нерешенных теоретических вопросов, что не позволяет проводить эффективное регулирование экономики с точки зрения формирования ИК и участия его собственника в общественном воспроизводстве [5].

Оценка ИК нужна многим группам пользователей. В узком смысле это человеческие знания, навыки и производственный опыт и нематериальные активы (патенты, базы данных, программное обеспечение, товарные знаки и др.). В более широком смысле ИК – сумма знаний всех работников компании и инструменты организации, увеличивающие совокупность знаний, т. е. всё то, что может быть конвертировано в стоимость и обеспечить экономическую конкурентоспособность [1].

Существует три основных структурных элемента ИК: человеческий, организационный и потребительский капитал организации. И именно свойство их взаимодействия, а не отдельного их функционирования, образует синергический феномен. Но в то же время стоимость большинства из компонентов ИК не отражается в финансовых отчетах, а из-за недостаточной прозрачности и отсутствия рыночных критериев довольно сложно оценить ИК [3].

ИК наряду с другими видами капитала, является фактором производства. Однако, достаточно трудно найти средства измерения ИК – трудно представить себе единицу измерения, которая могла бы точно и объективно измерить такие вещи, как опыт сотрудников, знания, которыми они владеют, их интуицию, а тем более подсчитать и оценить совокупность их опыта. Его измерение должно концентрироваться на исследовании того, что ожидается на предприятии в будущем.

Анализ методик оценивания ИК

До сих пор не существует действующего стандарта, касающегося измерения ИК. При этом методик оценивания проработано целое

множество. Исходя из того, что ни одна организация не использует сразу все существующие методики одновременно, рассмотрим пример оценки ИК, по данным, предприятия ОАО «ВНИИ «Вега» тремя наиболее часто используемыми методами.

Для выполнения оценивания ИК используем данные ОАО «ВНИИ «Вега» за 2015 год:

Собственный капитал организации: 463 224 тыс. р. (уставный капитал (406 548 тыс. р.) + переоценка внеоборотных активов (28 642 тыс. р.) + добавочный капитал (без переоценки) (22 104 тыс. р.) + нераспределенная прибыль (непокрытый убыток) (5 463 тыс. р.))

Капитал всего (567 645 тыс. р.) = Заемный капитал (104 421 тыс. р.) + собственный капитал (463 224 тыс. р.)

Выручка от продажи: 517 385 тыс.р.

Первая рассматриваемая методика была разработана нобелевским лауреатом Джеймсом Тобиным, ее также называют «Затратный подход» Проведем оценивание ИК с помощью его коэффициента:

$$Q = \frac{\text{Рыночная стоимость объекта}}{\text{Стоимость замещения объекта}} \quad (1)$$

Если $Q > 1$, то объект имеет высокий интеллектуальный капитал или кадровый потенциал, если $Q < 1$, то низкий.

Рыночная стоимость ОАО «ВНИИ «Вега» равна 463 224 тыс. руб., предполагаемая стоимость замещения равна 347 818 тыс. руб., отсюда Q равно 1,33, соответственно уровень интеллектуального капитала – высокий.

Условно необходимо принять, что деловая репутация объекта полностью состоит из интеллектуального капитала, и влияние остальных факторов не существенно.

Данный метод требует ограничение, что само по себе уже выражает вероятность, а, следовательно, эффективность данной оценки не может быть точной.

К недостаткам данной методики также следует отнести включение стоимости оборотных средств и нематериальных активов, так как не все составляющие данных статей актива входят в стоимость интеллектуального капитала, поэтому стоимостная оценка при использовании данного метода является неточной [5].

Второй метод – рыночной капитализации, определяется по формуле 2.

$$ИК = \text{Рыночная стоимость} - \text{Балансовая стоимость} \quad (2)$$

Применяя данную формулу, получаем, что интеллектуальный капитал ОАО «ВНИИ «Вега» равен – 104 421 тыс. руб. (463 224 – 567 645). Оценивая полученный результат нужно обратить внимание на тот факт, что предприятие не имеет ценных бумаг, находящихся в свободном обращении на рынке. Ввиду того что предприятие входит в предприятие оборонно-промышленного комплекса провести оценку, с точки зрения, капитализации является весьма проблематичной задачей. И исходя из полученных данных не весьма объективной.

В качестве третьего предлагается метод интеллектуальной добавленной стоимости (VAIC) Анте Пулика. Данная модель определяет эффективность использования трех типов ресурсов фирмы: добавленной стоимости физического капитала (CEE), добавленной стоимости человеческого капитала (HCE) и добавленной стоимости структурного капитала (SCE). Расчет показателя представлен формулой 3, чем больше этот показатель, тем выше оценивается потенциал фирмы, ее способность создавать добавленную стоимость [1].

$$VAIC = CEE + HCE + SCE \quad (3)$$

$$CEE = \frac{VA}{ИК} \quad (4)$$

$$HCE = \frac{VA}{\text{Человеческий фактор (затраты на труд)}} \quad (5)$$

$$SCE = \frac{VA - \text{Человеческий капитал (затраты на труд)}}{VA} \quad (6)$$

где:

$$VA = \text{Выручка} - \text{затраты,} \quad (7)$$

не учитывая затраты на труд

VA – добавленная стоимость.

Используя данные ОАО «ВНИИ «Вега», рассчитаем VAIC:

$$VA = 517\,385 - 11\,379 = 506\,006;$$

$$CEE = 517\,385 / 537\,385 = 1;$$

$$HCE = 506\,006 / 137\,394 = 3,68;$$

$$SCE = (506\,006 - 137\,394) / 506\,006 = 0,73;$$

$$VAIC = 1 + 3,68 + 0,73 = 5,41.$$

Значение VAIC оценивается в пределах от 2 до 15, по данным расчета, следует говорить о низком уровне эффективности человеческого капитала.

Достоинство модели в простоте расчетов и доступности данных. В качестве недостатка выступает отсутствие учета фактора времени, что снижает цену интеллектуального капитала [2].

Подводя итоги анализа, следует заключить, что метод Анте Пулика наиболее полно проработан и дает возможность оценить эффективность человеческого капитала в результативности работы предприятия, что наиболее важно для отечественного бизнеса. Данная методика включает в себя ряд показателей, которые позволяют учесть такие характеристики, как выручка, затраты, инвестиционный капитал и добавленная стоимость, что наиболее точно отражает интеллектуальный капитал, чем разница между рыночной и балансовой стоимости и балльные оценки.

Заключение

В России подходы к определению и методики расчета ИК еще мало изучены. Основной вызов, с которым сталкивается современная теория ИК, заключается в том, чтобы явно показать связь ИК с результатами деятельности компании. Проблема оценки интеллектуального капитала в России в значительной мере связана с неадекватными ожиданиями и требованиями к ней со стороны общества и государства, основанными на неких мифах о роли оценки ИК в хозяйственном механизме. Все это приводит к отсутствию в свободном доступе статистических данных по стране. И ИК распространяется преимущественно на микро-уровне, причем в каждой отдельно взятой организации его по большей части определяет руководитель. Таким образом, в собственных интересах компании, в целях ее устойчивого развития, а иногда и в целях выживания необходимо уметь давать самооценку собственному потенциалу и, в первую очередь, интеллектуальному потенциалу, соизмерять его возможности с потребностями рынка.

Тем не менее интеллектуальный капитал рассматривается как одно из наиболее действенных конкурентных преимуществ в рыночной экономике. В связи с этим существующие методы и подходы к оценке интеллектуального капитала в дальнейшем будут только совершенствоваться с целью получения максимально адекватной оценки действительного ИК фирмы.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Овчинникова Т. И., Дмитриева Л. Н. Роль интеллектуального капитала в развитии инноваций / Современная экономика: проблемы и решения, 2013 №37 (1). 194 с.
- 2 Платонова И. В., Горковенко Е. В., Чекудаев К. В. Система показателей оценки инновационного механизма предприятия: / Экономика и предпринимательство, 2013. №1 . 360 с.
- 3 Grimaldi M., Cricelli L., Rogo F. A theoretical framework for assessing managing and indexing the intellectual /Journal of Intellectual 2013. № 14-4. p. 501–521.
- 4 Kianto A., Ritala P., Spender J.C., Vanhala M. The interaction of intellectual capital assets and knowledge management practices in organizational value creation: Journal of Intellectual 2014. № 15-3. p. 362–375.
- 5 Chiucchi M.S., Dumay J. Unlocking intellectual capital : Journal of Intellectual 2015. № 16-2. p. 305–330. 887 p

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Ольга Ю. Коломыцева к. э. н., доцент, кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, olgakolom@yandex.ru

Кирилл В. Чекудаев к. э. н., доцент, кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, chkv1985@mail.ru

Ирина А. Чекудаева магистрант, кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, iro4k9@rambler.ru

Анна В. Дручинина магистрант, кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, rossomahar@gmail.com

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Ольга Ю. Коломыцева предложила методику проведения исследования

Кирилл В. Чекудаев консультация в ходе исследования

Ирина А. Чекудаева обзор литературных источников по исследуемой проблеме, выполнила расчёты

Анна В. Дручинина написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 03.10.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 04.11.2016

REFERENCES

- 1 Ovchinnikova T. I., Dmitrieva L. N. The role of intellectual capital in promoting innovation. *Sovremennaya ekonomika: problemy i resheniya* [Modern economy: problems and solutions], 2013 no. 37 (1). 194 p.
- 2 Platonova I. V., Gorkovenko E. V., Checkudaev K. V. System of indicators to measure the innovative mechanism of the enterprise. *Ekonomika i predprinimatel'stvo* [Economics and entrepreneurship,] 2013. no. 1. 360 p.
- 3 Grimaldi M., Cricelli L., Rogo F. A theoretical framework for assessing managing and indexing the intellectual. *Journal of Intellectual*. 2013. no. 14-4. pp. 501–521.
- 4 Kianto A., Ritala P., Spender J.C., Vanhala M. The interaction of intellectual capital assets and knowledge management practices in organizational value creation. *Journal of Intellectual*. 2014. no. 15-3. pp. 362–375.
- 5 Chiucchi M.S., Dumay J. Unlocking intellectual capital : *Journal of Intellectual* 2015. no. 16-2. pp. 305–330.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Olga Y. Kolomytseva candidate economics science, associate professor, economic security and financial monitoring department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia, olgakolom@yandex.ru

Kirill V. Chekudaev candidate economics science, associate professor, economic security and financial monitoring department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia, chkv1985@mail.ru

Irina A. Chekudaeva graduate student, economic security and financial monitoring department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, iro4k9@rambler.ru

Anna V. Druchinina graduate student, economic security and financial monitoring department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, rossomahar@gmail.com

CONTRIBUTION

Olga Y. Kolomytseva proposed a scheme of the experiment

Kirill V. Chekudaev consultation during the study

Irina A. Chekudaeva review of the literature on an investigated problem, performed computations

Anna V. Druchinina wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 10.3.2016

ACCEPTED 11.4.2016

Характеристика деятельности оператора системы управления линией для выпуска пищевых продуктов

Аль-Хетари Х. М. Абдулазиз¹ haitham-85@mail.ru

¹ кафедра автоматизации технологических процессов, Тверской государственный технический университет, наб. Афанасия Никитина, д.22, г. Тверь, 170026, Россия

Реферат. В статье приведены основные этапы анализа профессиональной деятельности оператора системы управления линией производства пищевой продукции. Изучен вопрос серьезных последствий ошибок оператора, как причины появления брака при производстве пищевой продукции, на автоматизированных линиях. Рассмотрена природа ошибок операторов автоматизированных систем вследствие ухудшения психофизического состояния работающего человека. Показана важность разработки моделей для формирования сигналов аварийно-предупредительной сигнализации, позволяющей значительно снизить вероятность выпуска потенциально опасной продукции. Оптимальность психофизического состояния оператора системы управления линией производства пищевой продукции, выделена как один из основных критериев рациональной организации трудовой деятельности. Также изучена проблема оценки изменения состояния человека, участвующего в профессиональной деятельности. Предложена классификация видов контроля функциональных состояний работника в зависимости от его целей. Особое внимание в работе уделено примеру изменения психофизического состояния, выраженное в утомлении работника производства. Приведена подробная характеристика внешних признаков утомления в сравнительном анализе физического и умственного труда. В статье указаны основные тарифно-квалификационные характеристики деятельности операторов линий в производстве пищевой продукции в зависимости от их разрядов. Описаны группы рабочих в зависимости от вида операторской деятельности, с указанием краткой характеристики каждой группы. На основе анализа тарифно-квалификационной характеристики операторов линий в производстве пищевой продукции различных разрядов, показано, что диапазон изменения квалификационных разрядов охватывает практически все группы рабочих за исключением оператора-руководителя. Выделена необходимость дифференцированного подхода к оценке психофизиологического состояния операторов.

Ключевые слова: оператор, бракованная продукция, психофизиологическое состояние, тарифно-квалификационные характеристики, автоматизированная линия производства

The characteristics of activities of the operator of a management system by the line for release of foodstuff

Al-Hetari H. M. Abdulaziz¹ haitham-85@mail.ru

¹ process and production automation department, Tver State Technical University, Afanasiya Nikitina quay, 22 Tver, 170026, Russia

Summary. The article presents the analysis of the main stages of professional activity of the operator of a management system by a production line of food products. Studied the question of the serious consequences of human error as the cause of the marriage in the manufacture of food products on automated lines. The nature of the error automated systems operators as a result of the deterioration of psychophysical state of the working person. The importance of modeling the signal generating emergency alarm, can significantly reduce the probability of release of potentially dangerous products. The optimality of the psychophysical state of the control system operator line of food production is highlighted as one of the main criteria for the rational organization of work. The problem of assessing changes in the human condition is also studied, participating in professional activities. The classification of types of functional states control over employee-depending on its purpose. Special attention in work is paid to an example of change of a psychophysical state, expressed in exhaustion of the worker of production. It gives a detailed description of the external signs of exhaustion in the comparative analysis of manual and mental work. The article shows the main tariff and qualification characteristics of activities of operators of lines in production of food products depending on their categories are specified. Describes a group of workers, depending on the operator's activity, indicating the brief description of each group. Based on the analysis of tariff and qualifying characteristics of lines of the operators in the production of food products of different categories, it shows that the range of qualifying categories covers almost all groups of workers with the exception of the head of the operator. Highlight the desired differentiated approach to the assessment of psychophysiological state operators.

Keywords: operator, defective products, psychophysiological state, tariff and qualification characteristics, automated production line

Для цитирования

Абдулазиз Аль-Хетари Х. М. Характеристика деятельности оператора системы управления линией для выпуска пищевых продуктов // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 284–289. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-284-289

For citation

Abdulaziz Al-Hetari H. M. The use of professionograms in psychophysical analysis of the professional occupation. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 284–289. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-284-289

Введение

Использование автоматизированных линий для выпуска продукции в различных отраслях промышленности обладает рядом несомненных положительных моментов, к которым можно отнести такие как повышение производительности, обеспечение одинакового уровня качества партии продукции и т. п. Однако вероятность выпуска бракованной продукции полностью не исключается. Одной из причин появления брака являются ошибки операторов, обслуживающих автоматизированные линии. В случае исправимого брака процедура его устранения приводит к повышению себестоимости продукции. Но в пищевой промышленности последствия изготовления бракованной продукции могут быть особенно тяжелыми, поскольку речь идет о здоровье и жизни людей.

Природа возникновения ошибок операторов достаточно многообразна. Чаще всего ошибки возникают вследствие ухудшения психофизического состояния (ПФС) работающего человека. Одним из путей предупреждения ошибок операторов автоматизированных линий является разработка моделей для формирования сигналов аварийно-предупредительной сигнализации системой управления. Эти модели основаны на использовании различных показателей ПФС работника, таких как частота сердечных сокращений, время зрительно-моторной реакции, частота дыхания, выделение пота и т. д. Для каждой автоматизированной линии существуют особенности производства, которые формируют соответствующие особенности деятельности операторов АСУ ТП. Критерии успешной работы операторов должны выбираться на основании анализа их профессиональной деятельности, причем как с производственной точки зрения, так и с позиций психологии [1, 2].

Одним из основных критериев рациональной организации трудовой деятельности считается оптимальность психофизического состояния (ПФС) работающего человека. Любое состояние, в том числе и ПФС, представляет собой результат включения человека в некоторую деятельность. Во время ее выполнения состояние человека формируется и активно преобразуется. При этом оно оказывает и обратное влияние на успешность реализации этой деятельности [3].

А.Б. Леонова в своей монографии [3] акцентирует внимание на проблеме оценки изменения состояния человека, участвующего в профессиональной деятельности, точнее – на выборе критерия оценки. Она отмечает, что выход за пределы своих «критических» значений нескольких наблюдаемых параметров

(пульс, артериальное давление, скорость реакции и т. п.) не может служить свидетельством изменения состояния. Об изменении состояния можно говорить лишь тогда, когда динамике изменения анализируемых показателей соответствуют количественные или качественные изменения эффективности выполнения деятельности. В этой работе также отмечается, что состояние системы определяется состоянием звеньев, испытывающих наибольшую нагрузку и несущих наибольшую ответственность за положительный результат деятельности. Поэтому при исследовании работоспособности к этим звеньям должны применяться соответствующие методики.

Классификация видов контроля функциональных состояний работника в зависимости от его целей приведена в работе [4]:

- исследовательский контроль;
- констатирующий контроль;
- профилактический (или прогнозирующий) контроль.

Результаты исследовательского контроля служат для оценки требований к психофизиологическим качествам работников, проектирования системы контроля, диагностики и корректировки функциональных состояний работников.

Второй вид контроля используется для проверки готовности работника к выполнению деятельности в системе (например, при заступлении на дежурство, подготовке к работе и т. п.).

Профилактический контроль проводится в процессе профессиональной деятельности. Его цель заключается в предсказании и предупреждении возникновения у работников нежелательных состояний, являющихся причиной снижения эффективности профессиональной деятельности, в том числе появления ошибок, брака, аварий.

Наиболее ярким примером изменения ПФС является утомление, которое проявляется в снижении его работоспособности в результате проведенной работы. Основная причина утомления состоит в нарушении слаженности функционирования различных органов и систем человека. Оно начинается в высших отделах нервной системы и распространяется на другие системы организма работающего человека [4].

Внешние признаки утомления у людей, занимающихся умственным и физическим трудом, различны (таблица 1) [4]. Причем на одной автоматизированной линии одновременно могут работать несколько операторов различной квалификации, у которых доля умственного и физического труда различна. Примером такой ситуации может служить деятельность нескольких операторов на автоматизированной линии, предназначенной (для конкретизации) для выпуска пищевой продукции.

Таблица 1.

Внешние признаки утомления

Table 1.

External signs of exhaustion

Параметры Parameters	Уровень Level		
	Незначительный Insignificant	Значительный Significant	Резкий Sharp
При физическом труде At physical work			
Окраска кожи Color of skin	Незначительное покраснение Insignificant reddening	Значительное покраснение Significant reddening	Резкое покраснение, бледность, синюшность Sharp reddening, pallor, cyanosis
Потливость Perspiration	Незначительная на лбу и щеках Insignificant on a forehead and cheeks	Значительная (выше пояса) Significant (belts are higher)	Особо резкая (выступление солей) Especially sharp (a performance of salts)
Дыхание Breath	Учащенное (30 вдохов в минуту) Breath which is Speeded up (30 breath in min)	Учащенное, периодичное дыха- ние через рот Speeded-up, periodic breath through a mouth	Значительно учащенное, одышка, глубокие вдохи Significant speeded up, short wind, deep breaths
Движения Movements	Уверенные и точные Sure and exact	Неуверенные, нарушения ритма Uncertain, violations of a rhythm	Замедлены, дрожание конечностей Slowed down, trembling of extremities
Внимание Attention	Безошибочное выполнение указаний и правил Accurate execution of instructions and rules	Ошибки в работе, отклонение от правил Mistakes in work, a deviation from the rules	Замедленная реакция, отсутствие инте- реса, неточность, апатия Slowed-down reaction, lack of Interest, inaccuracy, apathy
Здоровье Health	Отсутствие жалоб Lack of complaints	Жалобы на усталость Complaints of fatigue	Жалобы на головную боль, слабость Complaint to a headache, weakness
При умственном труде At brainwork			
Внимание Attention	Резкие отвлечения Sharp derivations	Рассеянное, частое отвлечение Scattered, frequent derivation	Ослабленная реакция Weakened reaction
Поза Pose	Непостоянная, потягивание ног и туловища Changeable, pandiculation of legs and a trunk	Частая смена поз, повороты головы Frequent change of poses, turns of the head	Стремление положить голову на стол Aspiration to put the head on a table
Движения Movements	Точные Exact	Неуверенные, замедленные Uncertain, slowed down	Суетливое движение рук и пальцев, почерк изменяется Fussy movement of hands and fingers, handwriting changes
Интерес к новому Interest in new	Живой интерес, много вопросов Keen interest, a lot of questions	Слабый интерес, много вопросов Weak interest, a lot of questions	Полное отсутствие интереса, апатия Total absence of interest, apathy

Аналогичная ситуация, но только с разным типом работ, рассмотрена в монографии [3] при анализе работ двух видов операторов – контролера качества изготовления микросборок и оператора сварочной установки, предназначенной для изготовления микросборок.

Согласно общероссийскому классификатору профессий рабочих, должностей служащих и тарифных разрядов [5] содержится более 30 различных должностей операторов, в той или иной степени, связанных с работой на автоматизированных линиях в пищевой промышленности РФ. Остановимся (опять же для конкретизации) на должности *оператора линии в производстве пищевой продукции* (официальное название данной должности). Единый тарифно-квалификационный справочник (ЕКС) работ и профессий рабочих пищевой промышленности [6] устанавливает, что разряд такого оператора лежит в диапазоне от 3 до 6. В принципе одновременно на различных

участках автоматизированной линии могут работать операторы всех квалификаций. Причем рабочий более высокой квалификации помимо работ, перечисленных в его тарифно-квалификационной характеристике, должен уметь выполнять работы, предусмотренные тарифно-квалификационными характеристиками рабочих более низкой квалификации, а также руководить рабочими более низких разрядов этой же профессии. В таблице 2 приведены основные тарифно-квалификационные характеристики деятельности операторов линий в производстве пищевой продукции в зависимости от их разрядов. Характеристики разделены по трем группам, имеющим разные уровни физического и умственного труда: исполнение ТП и контроль его параметров; обслуживание оборудования; координация работ. Там же в качестве характеристики приведен требуемый «Объем знаний».

Основные характеристики деятельности операторов

Table 2.

Main characteristics of activity of operators

Разряд Class	Характеристика работ Characteristic of works	Объем работ Amount of works
3	Исполнение ТП и контроль его параметров Execution TS and control its parameters	Ведение отдельных операций 8 ТП Keeping separate operations TP 8
	Обслуживание оборудования Equipment service	Участие в ремонте Participation in repairs
	Координация работ Coordination of works	—
	Объем знаний Amount of knowledge	Принцип работы обслуживаемого оборудования и контрольно-измерительных приборов; способы устранения неисправностей The principle of maintained equipment and instrumentation; solutions for problems
4	Исполнение ТП и контроль его параметров Execution TS and control its parameters	Ведение отдельных операций 10 ТП. Контроль некоторых операций ТП Keeping separate operations 10 TP. The control of some operations TP
	Обслуживание оборудования Equipment service	Подготовка обслуживаемого оборудования к сдаче в ремонт и прием его из ремонта Preparation maintained equipment to be put into repair and renovation of its reception
	Координация работ Coordination of works	—
	Объем знаний Amount of knowledge	Правила проведения 8 ТП; виды используемого сырья и рецептура продукции; требования, предъявляемые к используемым материалам; устройство обслуживаемого оборудования и применяемых приборов. The rules of the TS 8; types of raw materials used and the formulation of products; requirements for the materials used; unit serviced equipment and instruments used.
5	Исполнение ТП и контроль его параметров Execution TS and control its parameters	Ведение отдельных операций ТП производства пищевой продукции на трех линиях. Keeping separate operations TP food production on three lines.
	Обслуживание оборудования Equipment service	—
	Координация работ Coordination of works	—
	Объем знаний Amount of knowledge	Устройство и принцип действия автоматов, агрегатов и механизмов, включенных в линию; ТП производства некоторых продуктов, оформление, комплектование, хранение, прием и упаковка различных видов готовой пищевой продукции и изделий. Design and function machines, aggregates and mechanisms included in the line; TP production of some products, design, acquisition, storage, reception and packaging of various kinds of ready-made food and products.
6	Исполнение ТП и контроль его параметров Execution TS and control its parameters	Ведение с пульта управления полного ТП производства пищевой продукции и изделий. Расчет компонентов для производства пищевой продукции. Определение при помощи контрольно-измерительных приборов и по результатам химических анализов момента окончания выполняемого технологического процесса. Обеспечение с помощью контрольно-измерительных приборов и средств автоматики выполнения технологических режимов, синхронной работы автоматов и аппаратуры, входящих в автоматизированную линию, предупреждение и устранение причин отклонения от установленного технологического режима. Keeping with the remote TA full food production and product management. Calculation of components for the production of food products. Determination by means of instrumentation and the results of chemical analyzes performed by the end of the process. Providing using test and measurement instruments and automation of technological modes, synchronous operation of machines and equipment, included in the automated line, the prevention and elimination of the causes of deviations from the set of technological regime.
	Обслуживание оборудования Equipment service	Пуск и остановка основного и вспомогательного оборудования. Start and stop of main and auxiliary equipment.
	Координация работ Coordination of works	Координирование работ, выполняемых на линии, и отдельных операций, входящих в комплекс производства данной продукции Coordination of works carried out on the line and individual transactions included in the complex manufacturing of these products
	Объем знаний Amount of knowledge	ТП и режимы производства пищевой продукции; виды используемого сырья, рецептуру, физико-химические свойства полуфабрикатов и производимой пищевой продукции; устройство и принцип действия приборов, установленных на пульте управления; устройство, правила эксплуатации применяемых автоматов, аппаратуры, схемы коммуникаций. TP and modes of food production; kinds of raw materials, formulation, physical and chemical properties of semi-finished and manufactured food products; device and principle of operation of devices installed on the remote control device, operating rules applied machines, apparatus, communications circuits.

В настоящее время существует достаточно много изданий, содержащих описание профессий (например, [7]). Представленные описания содержат достаточно много информации. Но для оператора линии в производстве пищевой продукции в этом справочнике ничего нет. Наиболее близкой по смыслу является профессия аппаратчика. Он рассматривается как рабочий, который управляет процессом в установке с помощью приборов или устройств. В качестве характеристики его работы сказано, что он является исполнителем, а правилами внутреннего распорядка ему по должности запрещено вмешиваться в исправление нештатных ситуаций. Там же сказано, что родственной профессией является профессия оператора автоматизированных систем управления.

Описание профессии аппаратчика, представленное в справочнике [7], входит в противоречие по некоторым моментам с утвержденной в ЕКТС тарифно-квалификационной характеристикой оператора линии в производстве пищевой продукции. Примером может служить требование ЕКТС о предупреждении и устранении причин отклонения от установленного технологического режима (оператор 6 разряда). Здесь же можно отметить и некоторые особенности работы операторов линий именно пищевой промышленности. К этим особенностям можно отнести то, что ценой ошибки оператора может стать не просто брак, а здоровье и даже жизнь потребителя, принявшего эту бракованную продукцию. Информация, получаемая оператором от датчиков, достаточно многообразна и сложна. Кроме этого она обладает определенной степенью недостоверности. Пищевое производство имеет достаточно сложные и взаимозависимые параметры работы. Технологические процессы имеют нестационарный характер, параметры которого зависят от времени. Поэтому в автоматизированных системах управления пищевым производством чаще всего оператор вынужден принимать не оптимальное, а рациональное принимающее воздействие [8].

В. Н. Евсюков выделяет три вида деятельности оператора в АСУ ТП – операционный, оперативный, тактический [8]. Операционная деятельность сводится к наблюдению за информацией и при обнаружении отклонений – к немедленному принятию мер. Оперативная деятельность представляет собой процесс нахождения альтернативных вариантов управления процессом. Наконец, тактическая деятельность заключается в нахождении прогностического решения. Последний вид деятельности оператора представляет собой высший уровень мыслительной деятельности.

В. Г. Кузнецов в работе [9] выделяет следующие группы рабочих в зависимости от операторской деятельности:

1. **Оператор-технолог.** Он непосредственно включен в технологический процесс, работает в режиме немедленного обслуживания, совершает преимущественно исполнительные действия, руководствуясь при этом четко регламентирующими действия инструкциями, в которых содержится полный набор ситуаций и решений.

2. **Оператор-манипулятор.** Основную роль в деятельности этой группы операторов играют механизмы сенсомоторной деятельности, а также, несколько в меньшей степени, механизмы образного и понятийного мышления.

3. **Оператор-наблюдатель, контролер.** Для этого типа деятельности характерно большое количество информационных и концептуальных моделей. Характерным признаком данного вида операторов является то, что у него редуцированы навыки управления (по сравнению с первыми двумя типами деятельности оператора). Он может работать в режиме как немедленного, так и отсроченного обслуживания. Такой тип деятельности является массовым для операторов технических систем, работающих в реальном масштабе времени.

4. **Оператор-исследователь.** Для этого типа операторов характерно то, что они в значительно большей степени используют аппарат понятийного мышления и опыта. Органы управления играют для них малую роль, а количество информационных моделей, напротив, существенно увеличивается.

5. **Оператор-руководитель.** Он управляет не техническими компонентами системы или машины, а другими людьми. Это управление осуществляется как непосредственно, так и опосредованно – через технические средства и каналы связи. Операторы-руководители в своей деятельности должны взаимодействовать не только с объектом, учитывать не только возможности и ограничения машинных компонентов системы, но и в полной мере особенности подчиненных – их возможности и ограничения, состояния и настроения. Основным режим деятельности оператора-руководителя – оперативное мышление.

Заключение

Если проанализировать тарифно-квалификационные характеристики операторов линий в производстве пищевой продукции различных разрядов, которые приведены в таблице 2 по данным ЕКТС [6], то можно сделать следующие выводы:

1. По своим функциональным обязанностям диапазон изменения квалификационных разрядов охватывает практически все группы рабочих классификации В.Г. Кузнецова. Отсутствует только оператор-руководитель.

2. Чем ниже разряд, тем большая часть труда оператора относится к физическому труду. Для высоких разрядов характерно повышенное содержание умственного труда.

Для деятельности операторов систем управления линиями выпуска пищевых продуктов

характерна дифференциация моделей деятельности в зависимости от типа управляемого оборудования и тарифно-квалификационного разряда. Наиболее сложной, с точки зрения моделирования, является деятельность операторов высших разрядов, связанных с нахождением прогностических решений о состоянии технологического процесса и непосредственно неизмеряемых показателей качества продукта. Принятие рационального решения, с точки зрения управления, наряду со многими факторами зависит и от состояния центральной-нервной системы.

ЛИТЕРАТУРА

1 Кулагин Б.В. Основы профессиональной психодиагностики. Л.: Медицина, 1984. 216 с.

2 Сорочан В.В. Психология профессиональной деятельности. М.: МИЭМП, 2005. 70 с.

3 Леонова А.Б. Психодиагностика функциональных состояний человека. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1984. 200 с.

4 Бичеев М.А. Психофизиология профессиональной деятельности. Новосибирск: Изд-во СибАГС, 2007. 168 с.

5 Общероссийский классификатор профессий рабочих, должностей служащих и тарифных разрядов ОК 016-94. Принят и введен в действие Постановлением Госстандарта России от 26 декабря 1994 г. № 367 с 1 января 1996 г.

6 Единый тарифно-квалификационный справочник работ и профессий рабочих (ЕТКС), 2014. Выпуск № 48 ЕТКС, утвержден Постановлением Минтруда РФ от 05.03.2004 № 32. Раздел ЕТКС «Общие профессии производств пищевой продукции».

7 Горбунова М.В. 333 современные профессии и специальности: 111 информационных профессиограмм / М.В. Горбунова, Е.В. Кирилук. Изд. 2-е, доп. и перераб. Ростов н/Д.: Феникс, 2010. 443 с.

8 Евсюков В.Н. Системы управления технологическими процессами пищевых производств. Оренбург: ГОУ ОГУ, 2009. 177 с.

9 Кузнецов, В.Г. Основы эргономики // В.Г. Кузнецов, О.А. Терещенко, Ю.О. Леонова. Гомель: БелГУТ, 2013. 157 с.

REFERENCES

1 Kulagin B.V. Osnovy professional'noy psihodiagnostiki [Fundamentals of professional psychodiagnostics]. Leningrad, Medicina publ., 1984. 216 p. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Аль-Хетари Х. М. Абдулазиз аспирант, кафедра автоматизации технологических процессов, Тверской государственный технический университет, наб. Афанасия Никитина, 22, г. Тверь, 170026, Россия, haitham-85@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Аль-Хетари Х. М. Абдулазиз написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 30.09.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 02.11.2016

2 Sorochan V.V. Psihologiya professional'noy deatel'nosti [Psychology of professional activity]. Moscow MIAMP, 2005. 70 p. (in Russian)

3 Leonova A.B. Psihodiagnostika funkcion-al'nyh sostoyaniy cheloveka [Psychodiagnostics of human functional states]. Moscow, Moscow State University publ. 1984. 200 p. (in Russian)

4 Bicheev M.A. Psihofiziologiya professional'noy deaytel'nosti [Psychophysiology of professional activity]. Novosibirsk, SibAGS publ., 2007. 168 p. (in Russian)

5 Obsherossiyskiy klassifikator professiy rabochih, dolgnostey slugashih i tarifnyh razryadov OK 016-94 [All-Russian classifier of professions of workers, posts of employees and tariff categories OK 016-94]. Prinyat i vveden v deystvie Postanovleniem Goss-tandarta Rossii ot 26 decabrya 1994 g. № 367 s 1 yan-varya 1996 (in Russian)

6 Ediniy tarifno-kvalifikacionniy spravochnik rabot i professiy rabochih (EKTS) [Uniform tariff-qualifying directory of works and professions of workers (EKTS)], 2014. Viypsk № 48 EKTS, utvergden Postanovleniem Mintruda RF ot 05.03.2004 № 32. Razdel EKTS «Obshie professii proizvodstv pichevoiy produkcii». (in Russian)

7 Gorbunova M.V., Kiril'uk E.V. 333 sovremennye professii i special'nosti: 111 informacionnyh professiogramm [333 modern professions and occupations: 111 information professiogram]. Second ed. Rostov on Don, Feniks publ., 2010. 443 p. (In Russian)

8 Evsiukov V.N. Sistemi upravleniya tehnologicheskimi processami pischevih proizvodstv [The control system of technological processes of food productions]. Orenburg, GOU OGU publ., 2009. 177 p. (In Russian)

9 Kuznecov V.G., Terescheko O.A., Leinova I.O. Osnovy argonomiki [The basics of ergonomics] Gmel', BelGUT publ., 2013. 157 p.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Al-Hetari H. M. Abdulaziz graduate student, process and production automation department, Tver State Technical University, Afanasiya Nikitina quay, 22 Tver, 170026, Russia, haitham-85@mail.ru

CONTRIBUTION

Al-Hetari H. M. Abdulaziz wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The author declare no conflict of interest.

RECEIVED 9.30.2016

ACCEPTED 11.2.2016

Управление образовательными рисками

Татьяна С. Ильина¹ tosibguti@mail.ru

Никита Ю. Захаров² zakhar_1907@mail.ru

¹ кафедра иностранных и русского языков, Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, ул. Кирова, 86, г. Новосибирск, Россия

² кафедра математического моделирования бизнес-процессов, Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, ул. Кирова, 86, г. Новосибирск, Россия

Реферат. Постоянное развитие современного общества, диктует все новые и новые требования к подготовке высококвалифицированных сотрудников. В связи с этим, существует необходимость применения актуальных концепций риск-менеджмента, позволяющих принимать ответственные решения для управления деятельностью образовательных учреждений. С целью создать качественный инструмент по управлению образовательными рисками, в данной работе рассматриваются вопросы применения количественных методов для оценки рисков, в процессе осуществления образовательной деятельности в высших учебных заведениях. Для оценки рисков используется метод экспертных оценок. Компетентность экспертов и имеющийся у них специальный опыт, позволяет получить информацию, которая может быть использована для минимизации образовательных рисков и принятия управленческих решений. При подборе состава группы экспертов учитывается отсутствие личной заинтересованности, с целью повышения качества итогового решения. Для формирования группы экспертов проводится оценка уровня аргументированности изучаемого вопроса, с целью формирования компетентной группы экспертов. Далее экспертами оцениваются риски, присущие образовательной деятельности, согласно утвержденной шкале. Затем с помощью методов математической статистики рассчитывается обобщенное мнение экспертов и определяется средняя степень согласованности. Для этого вычисляется средний ранг для совокупности рисков, определяется отклонение среднего ранга от совокупности рисков и вычисляется коэффициент множественной ранговой корреляции. Данный коэффициент показывает степень согласованности мнений экспертов. Далее проводится оценка значимости коэффициента множественной ранговой корреляции, которая позволяет оценить качество полученного решения и подготовить заключение по полученным данным. В результате проведенного исследования были выявлены наиболее значимые риски для образовательной деятельности и приняты соответствующие меры, позволяющие минимизировать данные риски.

Ключевые слова: образовательная деятельность, количественный анализ, метод экспертных оценок, источник аргументации, оценка аргументированности, коэффициент конкордации, критерий согласия Пирсона

Educational risks management

Tatyana S. Il'ina¹ tosibguti@mail.ru

Nikita Yu. Zakharov² zakhar_1907@mail.ru

¹ Foreign and Russian Languages Department, Siberian State University of Telecommunications and Information Science, Novosibirsk, Kirov str, 86, Russia

² Mathematical Modeling of Business Processes Department, Siberian State University of Telecommunications and Information Science, Novosibirsk, Kirov str, 86

Summary. Constant development of modern society is setting higher requirements to specialist training. In this connection, risk-management concepts need to be developed in order to take important decisions for educational establishment management. To create a qualitative instrument for managing educational risks quantitative techniques for risks assessment in higher education are considered in the paper. Risk assessment has been made by experts. The data received has been used for minimizing educational risks in managerial decision making. Determining an expert panel absence of personal interest in the matter has been taken into account to increase the quality of decision-making. Expert grouping has been based on the reasonableness evaluation of the issue in question. Then experts have assessed the educational risks on the proposed scale. Overall expert assessments have been calculated using mathematical statistics and dimension of agreement has been determined. For this purpose, the average rank and the average rank deviation from the risk universe have been determined and a multivariable rank correlation coefficient has been calculated. The given coefficient shows the dimension of the expert agreement. And the importance of the multivariable rank correlation coefficient has been assessed for evaluating the quality of the decision made and making conclusions on the data obtained. As a result, the most relevant risks in education have been identified and adequate measures have been taken to minimize those risks.

Keywords: educational activity, quantitative analysis, method of expert assessment, source of reasoning, concordance coefficient, Pearson correlation coefficient

Введение

Успешное функционирование образовательных учреждений в современных условиях, невозможно без применения актуальных концепций риск-менеджмента, позволяющих принимать ответственные решения для управления деятельностью образовательных учреждений.

Для цитирования

Ильина Т. С., Захаров Н. Ю. Управление образовательными рисками // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 290–295. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-290-295

К сожалению, далеко не каждое образовательное учреждение имеет в своем распоряжении эффективную систему управления рисками, позволяющую идентифицировать и минимизировать возникающие угрозы. Это связано с различными факторами, во-первых, это достаточно сложная сфера деятельности. Ей присущи свои уникальные

For citation

Il'ina T. S., Zakharov N. Yu. Management of educational risks. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 290–295. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-290-295

бизнес-процессы, которые не всегда поддаются строгой систематизации и однозначному определению. Во-вторых, это достаточно ограниченное финансирование сферы образования, которое не позволяет выделять необходимое финансирование на создание и развитие систем управления рисками.

Рассматривая вышеописанную ситуацию, автор считает актуальным проведение исследовательских работ в этом направлении, с целью создать качественный инструмент по управлению образовательными рисками, способный помогать принимать взвешенные управленческие решения, положительно отражающиеся на уровне качества образовательных услуг. В данной статье будет применен метод экспертных оценок, для рисков, выделенных в [1] и по результатам исследования сделаны соответствующие выводы.

1.1 Метод экспертных оценок

Для применения метода экспертных оценок была сформирована группа экспертов из четырех человек. Далее необходимо произвести оценку аргументированности ответов экспертов [2], для этого каждому эксперту предлагается оценить уровень влияния каждого вида источника на высказанное им мнение по пятибалльной шкале. Полученные оценки влияния каждого источника на степень аргументации представлены в таблице 1.

На основании данных таблицы 1 формируем данные об уровне аргументированности изучаемого вопроса экспертами по формуле (1).

$$A_{ij} = B_{ij} / B_{\max}, 0 \leq A_{ij} \leq 1 \quad (1)$$

где A_{ij} – уровень влияния i -го источника информации на аргументированность j -го эксперта;

B_{ij} – балльная оценка i -го источника информации на аргументированность j -го эксперта; $B_{\max}$ – максимальный балл. Общая оценка аргументированности j -го эксперта $AЭ_j$ вычисляется по формуле (2):

$$AЭ_j = \sum A_{ij} / k, 0 \leq AЭ_j \leq 1 \quad (2)$$

где k – количество источников аргументации.

Чем ближе, значение $AЭ_j$ общей оценки аргументированности к единице, тем выше уровень аргументированности эксперта при изучении этого вопроса. Если эксперт получил оценку больше 0,5, то он входит в сформированную группу. Значение полученных результатов аргументированности экспертов представлены в таблице 2.

Затем сформированная группа экспертов проставляет оценки для каждого риска, которые были выделены на первом этапе работы и сведены в таблицу 3

Далее расставленные экспертами ранги для каждого риска были сведены в таблицу 4.

Каждый риск оценивался по десятибалльной шкале, где 1 – наименее существенный риск, а 10 – критический риск.

Так как в матрице имеются связанные ранги (одинаковый ранговый номер) в оценках всех четырех экспертов, произведем их переформирование. Переформирование рангов производится без изменения мнения эксперта, то есть между ранговыми номерами должны сохраниться соответствующие соотношения (больше, меньше или равно). Переформированные экспертные оценки рисков сведем в таблицу 5.

Таблица 1.

Оценка аргументированности группы экспертов

Table 1.

Expert argumentation assessment

Источник аргументации Reasoning power	Балльная оценка и степень влияния источника на мнение эксперта Score rating and reasoning power influence on expert opinion			
	«1Э»	«2Э»	«3Э»	«4Э»
Количество лет работы в обсуждаемой области Experience in the field (years)	3	2	4	2
Степень образованности в области обсуждаемой проблемы Education level in the issue discussed	5	4	3	2
Отсутствие личной заинтересованности в обсуждаемой проблеме Lack of personal interest in the issue discussed	3	2	5	4
Деловитость, интуиция эксперта Expert efficiency, intuition	2	4	3	3

Таблица 2.

Оценка уровня аргументированности изучаемого вопроса экспертами

Table 2.

Expert assessment of issue argumentation level

Источник аргументации Reasoning power	Балльная оценка и степень влияния источника на мнение эксперта Score rating and reasoning power influence on expert opinion			
	«1Э»	«2Э»	«3Э»	«4Э»
Количество лет работы в обсуждаемой области (U1) Experience in the field (years)	3/5 = 0,6	2/5 = 0,4	4/5 = 0,8	2/5 = 0,4
Степень образованности в области обсуждаемой проблемы (U2) Education level in the issue discussed	5/5 = 1	4/5 = 0,8	3/5 = 0,6	2/5 = 0,4
Отсутствие личной заинтересованности в обсуждаемой проблеме (U3) Lack of personal interest in the issue discussed	3/5 = 0,6	2/5 = 0,4	5/5 = 1	4/5 = 0,8
Деловитость, интуиция эксперта (U4) Expert efficiency, intuition	2/5 = 0,4	4/5 = 0,8	3/5 = 0,6	3/5 = 0,6
Комплексная оценка аргументированности (U1 · U2 · U3 · U4)/4 Integral argumentation assessment	0,65	0,6	0,75	0,55
Соответствие условию $AЭ_j > 0,5AЭ_j > 0,5$ Compliance with the condition	Да	Да	Да	Да

Таблица 3.

Риски образовательной деятельности

Table 3.

Educational risks

№ п/п	Название риска Risks
1	Риск недостаточного набора абитуриентов Insufficient applicant pool
2	Риск недостаточного обеспечения уровня качества образовательных услуг Inadequate level of educational services quality
3	Риск несоответствия учебно-методического обеспечения современным требованиям Inadequacy of training and methodological support to modern requirements
4	Риск недостаточного финансирования образовательной деятельности Lack of education funding
5	Риск недостатка квалифицированных педагогических кадров Lack of qualified teaching staff
6	Риск недостаточного информационного обеспечения образовательного процесса Insufficient information support of educational process
7	Риск изменения конъюнктуры рынка Changes in the market
8	Риск повышения стоимости образовательных услуг Cost increase for educational services
9	Риск принятия неверных стратегических решений Making wrong strategic decisions
10	Риск некорректного распределения бюджетных средств Incorrect budget allocation
11	Риск потерь, связанных с некомпетентностью сотрудников вуза Losses due to university employees incompetence

Экспертные оценки рисков

Table 4.

Expert risk assessment

Риски Risks \ Эксперты Experts	1	2	3	4
1	3	2	3	4
2	6	7	9	7
2	9	5	6	7
4	8	6	7	5
5	9	9	8	6
6	8	3	5	4
7	5	2	4	3
8	6	4	8	5
9	7	7	8	8
10	7	9	6	6
11	9	6	10	8

Таблица 5.

Переформированные экспертные оценки рисков

Table 5.

Reformed expert risk assessment

Эксперты Experts	1	2	3	4	Сумма рангов S_j риска	Отклонение d_j	Отклонение d_j^2
Риски Risks	1	2	3	4	Risk ranks sum	Deviation	Deviation
1	1	1,5	1	2,5	6	-18	324
2	3,5	8,5	10	8,5	30,5	6,5	42,25
2	10	5	4,5	8,5	28	4	16
4	7,5	6,5	6	4,5	24,5	0,5	0,25
5	10	10,5	8	6,5	35	11	121
6	7,5	3	3	2,5	16	-8	64
7	2	1,5	2	1	6,5	-17,5	306,25
8	3,5	4	8	4,5	20	-4	16
9	5,5	8,5	8	10,5	32,5	8,5	72,25
10	5,5	10,5	4,5	6,5	27	3	9
11	10	6,5	11	10,5	38	14	196
Σ	66	66	66	66	264		1167

С помощью методов математической статистики получаем обобщенное мнение экспертов. Определяется сумма рангов для каждого S_j риска по формуле (3).

$$S_j = \sum_{i=1}^m \alpha_{ij}, \quad (3)$$

где i – номер эксперта, $i = 1 \dots, m$; j – номер риска; $j = 1 \dots, n$. Чем меньше величина S_j риска, тем меньше его важность. Результаты расчета суммы рангов S приведены в таблице 5.

1.2 Степень согласованности мнений экспертов

Для наглядности полученных результатов оценок рисков построим гистограмму и полигон распределения сумм рангов по степени их значимости (рисунок 1), проведем классификацию факторов по сумме рангов.

Гистограмма (рисунок 1) позволяет сделать следующие выводы: наиболее значимыми оказались одиннадцатый, пятый, девятый и второй риски. Вторая группа по значимости включает

в себя третий, десятый, четвертый и восьмой риски. Третья группа включает в себя шестой, седьмой и первый риски. Итак, важнейшими для образовательной деятельности являются следующие риски: одиннадцатый, пятый, девятый и второй.

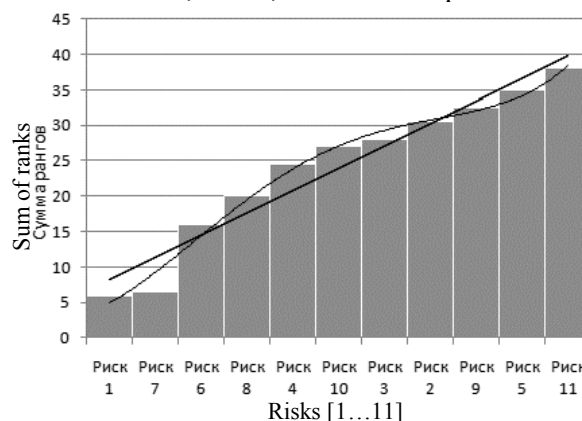


Рисунок 1. Гистограмма и полигон распределения сумм рангов

Figure 1. Histogram and ranks sums distribution polygon

Необходимо определить среднюю степень согласованности мнений экспертов, для осуществления дальнейших выводов и подведения результатов оценки рисков. Воспользуемся коэффициентом конкордации для случая, когда имеются связанные ранги (одинаковые значения рангов в оценках одного эксперта). Для этого необходимо вычислить средний ранг $\bar{S}$ для совокупности рисков, который понадобится далее, по формуле (4).

$$\bar{S} = \sum_{j=1}^n S_j / n \quad (4)$$

где S_j – среднестатистическое значение риска; n – число рисков.

После определения среднего ранга для совокупности рисков определяется отклонение d_j среднего ранга j -го риска от среднего ранга совокупности рисков по формуле (5).

$$d_j = S_j - \bar{S} \quad (5)$$

После этого определяется число одинаковых рангов, поставленных экспертами каждому j -му риску – t_k и количество групп одинаковых рангов Q .

В науке мы часто сталкиваемся с вопросом согласия или согласованности в отношениях между явлениями в стадии их рассмотрения [3].

Далее для непосредственно определения средней степени согласованности во мнениях экспертов производится вычисление коэффициента конкордации или коэффициента множественной ранговой корреляции W , введенного М. Кендаллом [4] по формуле (6), где T_i вычисляется по формуле (7).

$$W = \sum_{j=1}^n d_j^2 / [1/12m^2(n^3 - n) - m \sum_{i=1}^m T_i] \quad (6)$$

где d_j^2 – квадрат отклонения среднего ранга j -го риска от среднего ранга совокупности рисков, m – количество экспертов, n – количество рисков.

$$T_i = 1/12 \sum_{q=1}^Q t_q^3 - t_q \quad (7)$$

где Q – число связок (видов повторяющихся элементов) в оценках i -го эксперта; t_q – количество элементов в q -ой связке для i -го эксперта (количество повторяющихся элементов).

$$T_1 = [(2^3 - 2) + (2^3 - 2) + (2^3 - 2) + (3^3 - 3)] / 12 = 3,5$$

$$T_2 = [(2^3 - 2) + (2^3 - 2) + (2^3 - 2) + (2^3 - 3)] / 12 = 2$$

$$T_3 = [(2^3 - 2) + (3^3 - 3)] / 12 = 2,5$$

$$T_4 = [(2^3 - 2) + (2^3 - 2) + (2^3 - 2) + (2^3 - 3) + (2^3 - 2)] / 12 = 2,5$$

$$\sum_{i=1}^m T_i = 3,5 + 2 + 2,5 + 2,5 = 10,5$$

После вычисления T_i , подставим полученные числовые значения в формулу (6) и вычислим коэффициент конкордации:

$$W = 1167 / [1/12 \cdot 4^2(11^3 - 11) - 4 \cdot 10,5] = 0,68$$

Коэффициент конкордации Кендалла указывает текущую степень согласия между участниками упорядоченной группы, принимая во внимание различие между рангами [5]. Коэффициент конкордации может принимать значения в пределах от 0 до 1. При полной согласованности мнений экспертов коэффициент конкордации равен единице, иначе – нулю. Наиболее реальным является случай частичной согласованности мнений экспертов, в нашем случае коэффициент множественной ранговой корреляции равен 0,68, что говорит о наличии сильной степени согласованности мнений экспертов по вербально-числовой шкале Харрингтона [6].

Необходимо провести оценку значимости коэффициента конкордации. Для этого вычислим критерий согласия Пирсона по формуле (8).

$$\chi^2 = \frac{\sum_{j=1}^n d_j^2}{[1/12mn(n+1) + (1/n-1)\sum_{i=1}^m T_i]} \quad (8)$$

где m – количество экспертов, n – количество рисков, T_i – коэффициент, учитывающий наличие связанных вариантов у i -го эксперта.

$$\chi^2 = \frac{1167}{1/12 \cdot 4 \cdot 11(11+1) + (1/11-1) \cdot 10,5} = 27,17$$

Вычисленный χ^2 сравним с табличным значением для числа степеней свободы $K = n - 1 = 11 - 1 = 10$ и при заданном уровне значимости $\alpha = 0,05$. Так как χ^2 расчетный $\chi^2 = 27,17 >$ табличного (18,30704), то $W = 0,68$ – величина не случайная, а потому полученные результаты имеют смысл и могут использоваться в дальнейших исследованиях.

Заключение

Задача исследования заключалась в том, чтобы выяснить какие образовательные риски являются наиболее значимыми. В результате проведенного исследования на основе метода экспертных оценок выяснилось, что наиболее значимыми являются следующие риски: риск потерь, связанных с некомпетентностью сотрудников вуза, риск недостатка квалифицированных педагогических кадров, риск принятия неверных стратегических решений, риск недостаточного обеспечения уровня качества образовательных услуг. Следовательно, образовательным учреждениям необходимо в первую очередь обратить внимание на принятие мер по управлению данными рисками.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Захаров Н.Ю., Ильина Т.С. Количественный анализ рисков образовательных учреждений высшего образования // Российская научно-техническая конференция приуроченная ко Дню радио «Обработка информации и математическое моделирование». Новосибирск: СибГУТИ, 2016 (в печати).
- 2 Казначеева Н.Л., Моргунов А.В. Методический подход и разработка алгоритма выбора системы управления на промышленных предприятиях. Вестник СибГУТИ № 1, 2011. С. 46–53.
- 3 Verbic M., Kuzmin F. Coefficient of Structural Concordance and an Example of its Application // PanoEconomicus, 2014, № 2, С. 227–240.
- 4 Коэффициент конкордации Кендалла URL: <http://blog.any-p.ru/node/349> (Дата обращения 21.03.16).
- 5 Xia, Bo & Chan, Albert Measuring complexity for building projects: a Delphi study. // Engineering, Construction and Architectural Management, 2013. № 19(1), С. 7–24.
- 6 Постников В.М., Спиридонов С.Б. Подход к увеличению уровня согласованности мнений экспертов при выборе варианта развития системы обработки информации // Электронный научно-технический журнал. Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013. № 6. С. 333–350

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Татьяна С. Ильина зав. кафедрой, кафедра иностранных и русского языков, Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, ул. Кирова, 86, г. Новосибирск, Россия tosibguti@mail.ru

Никита Ю. Захаров аспирант, кафедра математического моделирования бизнес-процессов, Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, ул. Кирова, 86, г. Новосибирск, Россия, zakhar_1907@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Татьяна С. Ильина консультация в ходе исследования
Никита Ю. Захаров написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 01.09.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 02.11.2016

REFERENCES

- 1 Zakharov N. Yu., Il'ina, T.S., Quantitative risk analysis of educational institutions of higher education. Rossiiskaya nauchno-tekhnicheskaya konferentsiya priurochennaya ko Dnyu radio "Obrabotka informatsii i matematicheskoe modelirovanie" [Russian scientific-technical conference dedicated to the radio Day "Information processing and mathematical modeling"]. Novosibirsk. SibSUTI, 2016 (in press).
- 2 Kaznacheeva N.L., Morgunov, A.V. Methodical approach and algorithm of choice of control system in industrial enterprises. *Vestnik SibGUTI* [Proceedings of SibSUTI] no. 1, 2011. pp. 46–53.
- 3 Verbic M., Kuzmin F. Coefficient of Structural Concordance and an Example of its Application. PanoEconomicus, 2014, no. 2, pp. 227–240.
- 4 Coefficient of concordance Kendall [Electronic resource]. Available at: <http://blog.any-p.ru/node/349> (accessed 21.03.16).
- 5 Xia, Bo & Chan, Albert Measuring complexity for building projects: a Delphi study. Engineering, Construction and Architectural Management. 2013 no. 19(1), pp. 7–24.
- 6 Postnikov V. M., Spiridonov S. B. Approach to increase level of consistency of experts when selecting a scenario for the development of information processing systems. *Elektronnyi nauchno-tekhnicheskii zhurnal. Moskva: MGTU im. N.E. Bauman* [Electronic scientific-technical journal. Moscow, MGTU after the name of Bauman N. E.], 2013. pp. 333–350

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Tatyana S. Il'ina head of department, Foreign and Russian Languages Department, Siberian State University of Telecommunications and Information Science, Novosibirsk, Kirov str, 86, Russia, tosibguti@mail.ru

Nikita Yu. Zakharov graduate student, Mathematical Modeling of Business Processes Department, Siberian State University of Telecommunications and Information Science, Novosibirsk, Kirov str, 86, zakhar_1907@mail.ru

CONTRIBUTION

Tatyana S. Il'ina supervising the research
Nikita Yu. Zakharov wrote and edited the manuscript being responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 9.1.2016

ACCEPTED 11.2.2016

Оптимизация портфеля индивидуального инвестора

Ирина А. Киселева¹ kia1962@list.ru
Николай Е. Симонович² nsimoni@mail.ru
Иван Ф. Наризный³ main@srd.vsau.ru

¹ кафедра математических методов в экономике, Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова, Стремянный пер., 36, г. Москва, Россия

² кафедра психологии личности Института психологии им. Л. С. Выготского, Российский Государственный Гуманитарный Университет, Миусская площадь, 6, Москва, Россия

³ кафедра управления и маркетинга в АПК, Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, ул. Минчурина, 1, г. Воронеж, Россия

Реферат. В статье отмечается, что задача инвестора по управлению рисками состоит в том, чтобы, с одной стороны, максимально стремиться к достижению критериального уровня степени риска, а с другой стороны, ни в коем случае не превышать его. Поскольку отечественная теория управления рисками находится в стадии формирования, то проблема оптимального соотношения «риск–доход» приобретает в настоящее время особую актуальность. В статье рассматриваются различные направления распределения средств частного инвестора с целью получения максимальной прибыли. Проведенный анализ показал нам общее состояние экономической, политической системы страны, а также законодательное обеспечение гарантий инвестору. Для получения достаточного дохода и уменьшения потерь важно сохранять оптимальную найденную величину между объемами рискованных операций инвестора и капиталом. Исследование модели оптимального размещения средств позволило сделать вывод о нецелесообразности сильного увеличения диверсификации инвестиционного портфеля (более 10 различных видов активов в портфеле), так как при этом повышается трудоемкость его практического формирования, тогда как характеристики портфеля улучшаются незначительно. Сделан вывод о том, что невозможно повысить доход без увеличения риска или снизить риск без уменьшения дохода. Анализ показывает, что не существует единственного наилучшего портфеля активов. Невозможно повысить доход без увеличения риска или снизить риск без уменьшения дохода. Возможная комбинация «риск–доход» будет зависеть от целевой функции. Наиболее диверсифицированным и приносящим наилучший доход на единицу риска, будет портфель, который содержит наиболее рискованные активы.

Ключевые слова: финансовые средства, инвестиции, риски, доходность, оптимизационная модель, модель распределения средств

Portfolio optimization retail investor

Irina A. Kiseleva¹ kia1962@list.ru
Nikolay E. Simonovich² nsimoni@mail.ru
Ivan F. Narizhny³ main@srd.vsau.ru

¹ mathematical methods in economics department, Plekhanov russian university of economics, Stremyanny av., 36, Moscow, Russia

² personality psychology department, Vygotsky institute of psychology, Russian state humanitarian university, Miusskaya sq., 6, Moscow, Russia

³ Voronezh, Russia
management and marketing in agriculture department, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, str. Michurina, 1,

Summary. The article notes that the task of the investor's risk management is to, on the one hand, as much as possible to strive to achieve the criterion of risk level, and on the other hand, in any case not exceed it. Since the domestic theory of risk management is under development, the problem of the optimal ratio of "risk-income" becomes now of particular relevance. This article discusses the different distribution areas of the private investor in order to obtain the maximum profit. The analysis showed us the overall economic and political system of the country, as well as the legislative provision of guarantees to the investor. To obtain sufficient income and reduce losses it is important to maintain the optimum value found between the amount of the investor's risk and capital transactions. Model of optimal placement of funds led to the conclusion about inexpediency strong increase in the diversification of the investment portfolio (more than 10 different types of assets in the portfolio), since it increases the complexity of its practical form, while the portfolio characteristics are improved significantly. It is concluded that it is impossible to increase revenue without increasing the risk or reduce risk without reducing income. The analysis shows that there is no single best asset portfolio. It is impossible to increase revenue without increasing the risk or reduce risk without reducing income. Possible combination of the "risk-income" will depend on the objective function. Most diversified and bringing the best return per unit of risk, is a portfolio that contains the most risky assets.

Keywords: finance, investments, risks, profitability, optimization model, the distribution of funds

Введение

Инвестор является юридическим или физическим лицом, которое осуществляет инвестиции, вкладывает свои заемные или привлеченным иным способом средства в инвестиционные проекты. Капитал может представлять собой финансовые ресурсы, имущество или интеллектуальный продукт [3].

Инвесторы отличаются от бизнесменов тем, что осуществляют долгосрочные вложения в крупные проекты, основанные на значительных производственных, технических или технологических преобразованиях и новшествах. Инвесторами могут быть государство, регионы, организации

или предприятия, предприниматели и частные лица, а также игроки рынков ценных бумаг.

Каждый собственник бизнеса заинтересован в приумножении своего капитала. Собственность для человека не только благо, но обязанность сохранить и увеличить долю своего капитала в долгосрочной перспективе. Владелец находится в постоянном поиске возможностей размещения своих средств и увеличения капитализации своего бизнеса. С этой целью надо выбрать варианты оптимального распределения средств по разным направлениям, что в свою очередь связано с большими рисками [1, 2, 9–12].

Для цитирования

Киселева И. А., Симонович Н. Е., Наризный И. Ф. Оптимизация портфеля индивидуального инвестора // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 296–300. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-296-300

For citation

Kiseleva I. A., Simonovich N. E., Narizhny I. F. Portfolio optimization retail investor. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 296–300. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-296-300

Для управления рисками, перед инвестором стоит задача чтобы, с одной стороны, максимально стремиться к достижению критериального уровня степени риска, а с другой – ни в коем случае не превышать его. При увеличении капитала инвестора следует пропорционально нарастить рискованные операции и наоборот.

Для получения достаточного дохода и уменьшения потерь важно сохранять оптимальную найденную величину между объемами рискованных операций инвестора и капиталом.

Распределение средств инвестором (индивидуумом) включает следующие направления размещения средств:

- кредитование частных лиц;
- вложения в ценные бумаги;
- вложения в акции банков, предприятий и финансовых организаций;
- покупка валюты с целью игры на курсах (диллинговые операции);
- вложение средств в развитие собственного бизнеса;
- вложения в банки под проценты;
- вложение в повышение квалификации и переобучение, стажировку;
- вложение в рекреацию, туризм и отдых;
- вложение в покупку недвижимости;
- вложение в покупку автомобиля, предметы роскоши.

Рассмотрим более подробно данные направления размещения средств:

— **кредитование частных лиц,**

Деньги, как и любой инструмент, и механизм обязаны работать и приносить прибыль владельцу. Кредитование частных лиц – наиболее привлекательный на первый взгляд проект, при незначительном финансовом риске. В проекте принимают две заинтересованные стороны и каждая заинтересована в получении наибольшей выгоды [5, с. 26].

Прежде всего, проект необходимо начинать с понимания, на какой срок инвестируются средства, и какую прибыль ожидает инвестор. Для каких целей заемщик просит кредит. В каких условиях и в каком регионе проживает заемщик. Его возраст и семейное положение. Его кредитная история. Получив представление о клиенте можно принимать решение о его кредитовании. Правда, это менее привлекательный проект инвестирования, и он связан с неоправданными рисками. Рассмотрим более интересный проект.

— **вложения в ценные бумаги:**

Для этого нам, прежде всего, потребуется информация об экономической среде инвестируемого объекта. К этим факторам отнесем: валовой внутренний продукт, инфляцию, валютный курс в перспективе, предполагаемые кредитные ставки, состояние торгового баланса, гарантии государства на период вложения средств. Далее необходимо рассчитать инвестиционную привлекательность региона или конкретного предприятия на момент

инвестирования, а также на среднесрочную перспективу. Необходимо учитывать и отслеживать инвестиционные показатели на фондовых рынках.

Проведя фундаментальный анализ, можно выбрать привлекательный финансовый актив для инвестирования средств.

Фундаментальный анализ для высокой достоверности проведем на четырех уровнях: макроэкономический, региональный, отраслевой и микроэкономический.

При помощи макроэкономического анализа выявим общее состояние экономики страны в целом – состояние промышленности, сельского хозяйства и других отраслей государства.

Анализ покажет нам общее состояние экономической, политической системы страны, а также законодательное обеспечение гарантий инвестору.

В фундаментальном макроэкономическом анализе рассмотрим следующие показатели:

1. Уровень валового внутреннего продукта, состояние производства и качества предоставляемых услуг.
2. Уровень доходов на душу населения. Структура этих доходов. Наличие человеческих ресурсов, занятость трудоспособного населения, качество жизни людей.
3. Общий платежный баланс государства.
4. Состояние и количество денежной массы, золотовалютных запасов, кредитная политика государства, валютные курсы, валютный коридор, валютная корзина.
5. Государственный бюджет, его дефицит и профицит, система налогообложения и уровень собираемости налогов.
6. Состояние фондового рынка, динамика фондовых показателей.
7. Уровень инфляции.

После проведения анализа и понимания состояния экономики государства на момент инвестирования, мы переходим к фундаментальному анализу регионального уровня.

Методика и технология анализа идентична анализу на государственном уровне с поправкой на конкретный регион. Существуют дотационные и регионы доноры. Это в своих расчетах необходимо учитывать.

Далее переходим к фундаментальному анализу привлекательной отрасли для инвестирования. При анализе будем обращать внимание на следующие показатели:

1. Темпы роста промышленного производства.
2. Высокая или низкая рентабельность производства и наличие активов.
3. Оборот капитала и наличие оборотных средств в достаточном количестве.
4. Рост цен на сырье, материалы, издержки на единицу производимой продукции. [6, с. 26].
5. Инновационные показатели и оснащенность предприятия современным оборудованием, наличие современных технологий,

уровень защиты интеллектуальной собственности и наличие патентов на выпускаемую продукцию, процент внедрения в производство опытно-конструкторских разработок.

6. Климатические условия, в которых находится интересующее инвестора предприятие.

По итогам проведенных расчетов и анализа полученных результатов выбираем для инвестирования привлекательную отрасль, в которую мы можем вложить свои средства.

На четвертом уровне проводим анализ компании-эмитента ценных бумаг. Проведем сбор и анализ информации, финансовой отчетности и стоимость ценных бумаг.

Проведем анализ деятельности интересующего нас предприятия за последние пять лет.

В расчетах будем использовать следующую информацию:

1. Отчетность компании за последние пять лет.
2. Количество положительных и отрицательных публикаций в СМИ о деятельности компании.
3. Наличие сайтов и блогов компании.
4. Количество и качество выступлений руководителей на ТВ, радио и публикаций в СМИ.
5. Отзывы клиентов о деятельности компании.
6. Наличие активов и пассивов.
7. Наличие движимого и недвижимого имущества.

Далее рассмотрим финансово-экономические показатели на двух уровнях:

Горизонтальный анализ покажет тенденцию изменения экономических и финансовых показателей на интересующем нас отрезке времени, а также проведем вертикальный анализ.

Проведем аудит финансовой отчетности предприятия и внимательно изучим: баланс предприятия, отчет о прибылях и убытках, оценку имущества, ликвидность товаров и самого предприятия, финансовую устойчивость, рентабельность, платежеспособность, рейтинг на рынке ценных бумаг.

После получения общих показателей финансового состояния компании рассчитаем инвестиционную привлекательность компании:

1. Финансовый рычаг.
2. Рентабельность собственного капитала.
3. Процентное покрытие по облигациям государственного займа.
4. Начисление по дивидендам на привилегированные акции.
5. Покрытие дивидендов по простым акциям.
6. Стоимость чистых активов.

Получив результаты анализа, и оценив финансовую привлекательность и экономическое состояние предприятия, перейдем к техническому анализу инвестиционной привлекательности ценных бумаг.

Технический анализ проведем исходя из принципов:

1. Изучая финансово-экономическое состояние предприятия, мы можем определить темпы

развития предприятия в будущем, естественно с учетом социально-психологических факторов, личностных особенностей инвесторов [12].

2. Цены отражают реальную информацию об эмитенте.

3. Динамика цен на фондовые активы подчинена закономерностям влияния существенных факторов.

— **вложения в акции банков, предприятий и финансовых организаций;**

— **лизинговые операции.**

Актуальное направление – инвестирование денег на перспективу. Владелец компании предоставляет право пользования имуществом путем передачи его во владение на определенный срок за постоянную оплату услуг по его использованию.

В чем преимущества такого вида инвестирования:

1. Когда выбрана постоянная плата за пользование оборудованием, мы сможем точно рассчитать годовые затраты инвестирования на весь период контракта.

2. Лизинговое оборудование учитывается на балансе лизинговой компании. Эта компания не платит налог на имущество. Лизингополучатель не является собственником оборудования и тоже не платит налог на имущество. Таким образом, издержки лизингополучателя минимальны.

3. Лизингополучатель пользуется налоговыми льготами.

4. Лизинговые платежи можно отнести на себестоимость продукции лизингополучателя.

Этот вид инвестирования позволяет инвестору избежать рисков и потерь своих финансовых вложений, так как гарантом лизингополучателя выступает государственный орган. Очень привлекательная возможность сохранить и приумножить свои капиталы.

— **вложение средств в развитие собственного бизнеса,**

— **вложения в банки под проценты**

— **вложение в повышение квалификации и переобучение, стажировку.**

Прежде чем инвестировать в обучение и повышение квалификации, нам необходимо:

Знать свои стратегические задачи, наши потребности в знаниях и их применение в отдаленной перспективе.

1. Разработать планы по обучению и выбрать для этих целей обучающую организацию.

2. Создать модель своей будущей жизни, сформировать интеллектуальный и эмоциональный капитал.

3. Подробно изучить возможность применения своих знаний на рынке труда в современных условиях.

4. Изучить и проанализировать программы тренингов по эмоциональному лидерству личности и понять критерии отбора кандидатов

для приема в кадровый резерв интересующей нас компании.

Инвестиции в образование и человеческий капитал всегда оправдывают надежды и возвращаются через определенное время успехом личности на рынке услуг и увеличением вероятности приема на работу в престижную компанию с высокими заработками, интересной работой и на высокие позиции. Стабильность современного человека в обществе, его успех зависит от профессиональной подготовки, знаний и умений, овладением современными методами и технологиями управления в современном обществе. Мы должны инвестировать в свое обучение и профессиональную переподготовку.

- вложение в рекреацию, туризм и отдых.
- в покупку недвижимости
- вложение в покупку автомобиля, предметов роскоши.

Допустим известно, что инвестор привлек некоторые средства за предыдущие периоды своей деятельности, и общий объем средств, вкладываемых на время t , равен St . Вложения осуществляются по k направлениям: $X_{1t}, \dots, X_{kt}$, и эти вложения имеют одну и ту же оборачиваемость, т. е. период возврата средств одинаковый

По каждому виду актива, вкладываемого в определенное направление, имеются процентные ставки — P_{it} , которые считаем точно заданными к началу каждого периода t . В нашем распоряжении имеется матрица процентных ставок по каждому виду вложения — P_{it} , где $i = 1, \dots, k$, $t = 1, \dots, T$.

Необходимо для каждого периода построить матрицу $L_t = (L_{ij})$, где $i, j = 1, \dots, k$, а L_{ij} — часть i -го вида актива, «перебрасываемого» в j -ый вид для оптимального получения прибыли. [6, с. 14]. Таким образом, имея вектор $X'_{1t}, \dots, X'_{kt}$ средств, накопленных по каждому виду активов к концу периода $t-1$ и умножая этот вектор на матрицу перехода, переводим активы из одного вида в другой и получаем новый вектор $X_{1t}, \dots, X_{kt}$. Так, что:

$$k; X'_{it} = X_{it} = St; i = 1 \dots k$$

Затем, разместив эти средства, по истечении одного периода, мы уже будем иметь вектор $X'_{1t+1}, \dots, X'_{kt+1} = X_{1t} P_{1t}, \dots, X_{kt} P_{kt}$, с которым проделываем то же самое. Заметим, что:

$$k; X_{it+1} = St+1 \text{ и } L_{ij} = 1 \text{ для любого } i, j = 1 \dots k$$

Разместить активы в виде вложения с максимальной процентной ставкой мешают ограничения, накладываемые здравым смыслом.

Пусть все вложения разбиты на группы по степеням риска. Иными словами, каждому виду размещения средств соответствует определенный коэффициент невозврата средств — B_{it} из интервала $[0, 1]$, домножая на который X_{it} , получим сумму размещенных ресурсов, взвешенную

с учетом риска невозврата средств. Иными словами, $B_{it} X_{it}$ — это та часть вложенных средств, которую можно не получить обратно.

Ограничение на сумму размещенных средств с учетом риска невозврата будет выглядеть следующим образом:

$$k; B_{it} X_{it} \leq 0,25 K_t, i = 1$$

где K_t — капитал инвестора (величина, известная на момент расчета t).

Следующие ограничения:

— ограничение на сумму кредитов (K_{pt}), выдаваемых предприятиям и организациям (сюда не включены такие виды вложений, как ценные бумаги всех видов, валюта и др.):

$$K_{pt} \leq 0,7 C_t$$

где C_t — остатки на расчетных текущих счетах срочных вкладов и депозитов;

— ограничение на ликвидность (LA_t) вкладываемых средств по отношению к C_t :

$$LA_t \geq 0,5 C_t$$

— соотношение суммы ликвидных активов и общей суммы активов:

$$k; LA_t \geq 0,5 X_{it} \\ i = 1$$

— Ограничение на каждый вид вложений относительно общей суммы размещаемых средств в момент t , то есть St :

$$0,01 St \leq X_{it} \leq 0,8 St, t, i = 1, \dots, k$$

Данное ограничение можно интерпретировать следующим образом: инвестор не может совсем игнорировать какой-либо вид вложения и в то же время, не должен акцентировать все свое внимание только на самой доходной операции. Это связано не только со стремлением инвестора иметь в своем арсенале максимальный спектр услуг, но и с необходимостью диверсифицировать операции.

Здесь и далее под X_{it} будем понимать не одно конкретное вложение инвестора, а именно направления вложения средств, указанные выше.

Таким образом, имеем задачу максимизации прибыли, получаемой в момент времени $t+1$ от размещенных средств в момент t , т. е. задачу определения вектора $X_{1t}, \dots, X_{kt}$ по данному вектору $X'_{1t}, \dots, X'_{kt}$:

$$P_{1t} X_{1t} + P_{2t} X_{2t} + P_{3t} X_{3t} + \dots + P_{kt} X_{kt} \rightarrow \max, t = 1, 2, \dots, k \\ St = X'_{it} \\ i = 1$$

$$X'_{it} = P_{it-1} X_{it-1} \quad i = 1, \dots, k \quad (2)$$

$$X_{it} \leq 0,8 St \quad i = 1, \dots, k$$

$$X_{it} \geq 0,01 St \quad i = 1, \dots, k$$

$$k; B_{it} X_{it} \leq 0,25 K_t, i = 1; K_{pt} \leq 0,7 C_t; LA_t \geq 0,5 C_t$$

$$k; LA_t \geq 0,5 X_{it}; i = 1$$

Решив задачу линейного программирования симплекс – методом, найдем вектор $X_t = (X_{1t}, \dots, X_{kt})$, который соответствует оптимальной структуре размещения средств, при которой получаем максимальную прибыль. При изменении структуры вложений, сумма размещаемых средств остается неизменной:

$$\sum_{i=1}^k X_{it} = X'_t; i = 1, \dots, k$$

Для полного решения задачи следует построить матрицу L_t , в соответствии с которой будут известны определенные виды активов, оптимальные для перевода в другие виды активов:

$$X_{it} = (1 - \sum_{m=1, m \neq i}^r L_{im}) X'_{it} + \sum_{m=1, m \neq i}^r L_{mi} X'_{mt} \\ i = 1, \dots, k$$

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Альгин А. П. Грани экономического риска. М.: Знание, 1991. 64 с.
- 2 Гилл Ф., Мюррей У. Практическая оптимизация (Пер. с англ.) М.: Мир, 1985. 509 с.
- 3 Гитман Л. Дж., Джонк М. Д. Основы инвестирования (Пер. с англ.) М.: Дело, 1997. 192 с.
- 4 Киселева И. А., Симонович Н. Е. Проблемы самореализации личности в современных условиях инноваций // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2014. № 6. С. 53–56.
- 5 Киселева И. А. Методологические аспекты управления банковскими рисками // Финансовый менеджмент. № 1. С. 13–26.
- 6 Киселева И. А., Симонович Н. Е. Оценка рисков с учетом влияния человеческого фактора // Экономический анализ: теория и практика. 2014. № 2. С. 21–27.
- 7 Норткотт Д. Принятие инвестиционных решений. М.: Банки и биржи, 1997.
- 8 Хрусталёв Е. Ю., Стрельникова И. А. Финансовые методы снижения риска при создании наукоемкой и высокотехнологичной продукции // Финансы и кредит. 2011. № 7. С. 13–21.
- 9 Financial optimization. Edited by Stavros A. Zeios. – Cambridge University Press, 1993.
- 10 Alexander C. Financial Risk Management and Analysis. – Wiley, 1996.
- 11 Financial Risk Management and Analysis. – Wiley, 1996.
- 12 Vaughan E. J. Risk management. – N.Y. etc.: Wiley, 1997.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Ирина А. Киселева д. э. н., профессор, кафедра математических методов в экономике, Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова, Стремянный пер., 36, г. Москва, Россия, kia1962@list.ru

Николай Е. Симонович д. п. н., профессор, кафедра психологии личности Института психологии им. Л. С. Выготского, Российский Государственный Гуманитарный Университет, Миусская площадь, 6, г. Москва, Россия, nsimoni@mail.ru

Иван Ф. Наризный д. э. н., профессор, кафедра управления и маркетинга в АПК. Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, ул. Мичурина, 1, г. Воронеж, Россия, main@srd.vsa.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Авторы в равной степени принимали участие в подготовке материала для рукописи и несут ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 22.10.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 25.11.2016

Исследование модели оптимального размещения средств позволило сделать вывод о нецелесообразности сильного увеличения диверсификации инвестиционного портфеля (более 10 различных видов активов в портфеле), так как при этом повышается трудоемкость его практического формирования, тогда как характеристики портфеля улучшаются незначительно.

Заключение

Анализ показывает, что не существует единственного наилучшего портфеля активов. Невозможно повысить доход без увеличения риска или снизить риск без уменьшения дохода. Возможная комбинация «риск-доход» будет зависеть от целевой функции. Наиболее диверсифицированным и, следовательно, приносящим наилучший доход на единицу риска, будет портфель, который содержит все рискованные активы.

REFERENCES

- 1 Al'gin A. P. Grani ekonomicheskogo riska [The verge of economic risk] Moscow, Znanie publ., 1991. 64 p. (in Russian).
- 2 Gill F., Murray U. Prakticheskaya optimizatsiya [Practical optimization (translated from English)] Moscow, Mir publ., 1985. 509 p. (in Russian).
- 3 Gitman L. Dzh., Dzhonk M. D. Osnovy investirovaniya [Fundamentals of investments (translated from English)] Moscow, Delo publ., 1997. 192 p. (in Russian).
- 4 Kiseleva I. A., Simonovich N. E. The problems of self-realization in modern conditions of innovation. *Natsional'nye interesy: priority i bezopasnost'* [National interests: priorities and security]. 2014. no. 6. pp. 53–56. (in Russian).
- 5 Kiseleva I. A. Methodological aspects of banking risk management. *Finansovyi menedzhment* [Financial management]. 2001. no. 1. pp. 13–26. (in Russian).
- 6 Kiseleva I. A., Simonovich N. E. Risk assessment taking into account the influence of the human factor. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika*. [The economic analysis: theory and practice]. 2014. no. 2. pp. 21–27. (in Russian).
- 7 Nortkott D. Prinyatie investitsionnykh reshenii [Investment decisions]. Moscow, Banki i birzhi publ., 1997. (in Russian).
- 8 Khrustalev E. Yu., Strel'nikova I. A. Methods to reduce financial risk while creating high-tech products. *Finansy i kredit* [Finance and credit]. 2011. no. 7. pp. 13–21. (in Russian).
- 9 Financial optimization. Edited by Stavros A. Zeios. Cambridge University Press, 1993.
- 10 Alexander C. Financial Risk Management and Analysis. Wiley, 1996.
- 11 Financial Risk Management and Analysis. Wiley, 1996.
- 12 Vaughan E. J. Risk management. N.Y. etc.: Wiley, 1997.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Irina A. Kiseleva doctor of economics sciences, professor, mathematical methods in economics department, Plekhanov russian university of economics, Stremyanny av., 36, Moscow, Russia, kia1962@list.ru

Nikolay E. Simonovich doctor of psychological sciences, professor, personality psychology department, Vygotzky institute of psychology, Russian state humanitarian university, Miusskaya sq., 6, Moscow, Russia, nsimoni@mail.ru

Ivan F. Narizhny doctor of economics sciences, professor, management and marketing in agriculture department, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, str. Michurina, 1, Voronezh, Russia, main@srd.vsa.ru

CONTRIBUTION

Authors are equally involved in the preparation of material for the manuscript and are of liability for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 10.22.2016

ACCEPTED 11.25.2016

Анализ инвестиционной привлекательности Санкт Петербурга и Ленинградской области

Елена А. Боркова¹ e.borkova@mail.ru

Лина В. Ватлина² Vatlina01@mail.ru

¹ кафедра общей экономической теории и истории экономической мысли, Санкт Петербургский государственный экономический университет, улица Садовая, 21, г. Санкт-Петербург, 191023, Россия

² кафедра экономики, Сибирский университет потребительской кооперации, ул. Карла Маркса, 26, г. Новосибирск, 630087, Россия

Реферат. В статье рассматриваются возможности, способствующие повышению конкурентоспособности субъектов Российской Федерации, входящих в Северо-Западный федеральный округ на примере внедрения кластеров. Создание кластеров следует рассматривать как источник внедрения инноваций. В настоящее время инновации являются активным звеном всех сфер жизнедеятельности общества и становятся основой устойчивого развития любого региона. Невозможно представить современный мир без как уже осуществившихся инноваций, ставшими привычными, так и без будущих, способствующих дальнейшей эволюции экономической системы. Большинство ученых сходятся во мнении, что инновации превратились в основную движущую силу экономического и социального развития. Поэтому задачей исследования является оценка перспектив экономического и инновационного развития Северо-Западного федерального округа и определения его места в экономике России. Россия - страна настолько резких межрегиональных экономических, социальных и политических контрастов, что каждый потенциальный инвестор при наличии достаточной информации об инвестиционном климате может выбрать регион с наилучшими условиями инвестирования. Обычно инвестору для принятия решения необходимо иметь оценки степени инвестиционной привлекательности и уровня существующих рисков. Разделение регионов по признаку инвестиционной привлекательности позволяет более обоснованно сформулировать основные принципы региональной политики, а также стимулировать региональные власти к более энергичным действиям по улучшению инвестиционного климата. Анализ инвестиционной привлекательности субъектов РФ показал, что регионы обладают различными инвестиционными возможностями (потенциалами) и в них действуют разные факторы риска. Исследованием инвестиционных процессов занимается огромное количество экономистов и аналитиков. Дополнительные вложения требуются в любой отрасли. Будь-то привлечение инвестора для открытия нового дела, поддержание градообразующего предприятия, отдельного региона или страны в целом.

Ключевые слова: инновации, инновационное развитие, кластер, технологии, социально-экономическое развитие

Investment analysis of St. Petersburg and Leningrad region

Elena A. Borkova¹ e.borkova@mail.ru

Lina V. Vatlina² Vatlina01@mail.ru

¹ general economic theory and the history of economic thought department, St. Petersburg state University of Economics, Sadovaya str., 21, St. Petersburg, 191023, Russia

² economics department, Siberian University of consumer cooperation, Karla Marksa str., 26, Novosibirsk, 630087 Russia

Summary. This article discusses the need for new approaches to improve the competitiveness of North-West Federal District of Russia, which based on knowledge of tendencies of innovation development. Innovative development ensures sustainable development of the region. Analysis conducted by the author has the main idea to evaluate the prospects of economic development of the region. It is almost impossible to imagine the modern world without innovations occurred, that have become familiar, and future innovations contributing to the further evolution of the economic system. Most scientists agree on that innovation has become the main driving force of economic and social development. Therefore, the main research problem is the assessment of the prospects of economic and innovative development of the North-West Federal District and its place in the Economy of Russia. Russia - the country is so sharp inter-regional economic, social and political contrasts that each potential investor with sufficient information about the investment climate can select the region with the best conditions for investment. Usually the investor to make a decision is necessary to have estimates of the degree of investment attractiveness and the level of existing risks. The division of regions on the basis of the investment attractiveness allows more reasonable to formulate the basic principles of regional policy, as well as to encourage regional governments to more vigorous action to improve the investment climate. Analysis of investment attractiveness of the Russian Federation subjects showed that the regions have different investment opportunities (potentials), and they have different risk factors. Research investment processes involved in a huge number of economists and analysts. Additional investments are required in any industry. Whether it is to attract the investor to open a new business, maintaining the city-forming enterprise, a particular region or country as a whole.

Keywords: innovation, innovation development, clusters, technology, socio-economic development

Для цитирования

Боркова Е. А., Ватлина Л. В. Анализ инвестиционной привлекательности Санкт Петербурга и Ленинградской области // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 301–307. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-301-307

For citation

Borkova E. A., Vatlina L. V. Investment analysis of St. Petersburg and Leningrad region. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 301–307. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-301-307

Введение

Научно-технологический прогресс и инновационное развитие в современном обществе являются краеугольным камнем экономического благосостояния страны и в конечном итоге благосостояния ее граждан. Глобализация мировой экономики привела к обострению конкуренции стран на рынках, усилению протекционистской и экспансионистской политики. Россия, обладая крупной промышленной базой и мощным научно-техническим потенциалом, тем не менее не является передовой во многих высокотехнологичных областях, что сказывается на конкурентоспособности и эффективности отечественной экономики, а также отражается на зависимости страны от внешних поставок ряда наукоемких и инновационных товаров и услуг. Оценка инвестиционной привлекательности является необходимым инструментом регулирования, прогнозирования и изучения инвестиционных потоков [3].

В условиях тяжёлой геополитической обстановки необходимость оценки инвестиционного потенциала и привлекательности стоит наиболее остро. Турбулентная характеристика внешних инвестиционных показателей делает показатели внутренние наиболее предпочтительными для оценки общего уровня привлекательности региона [4].

Исторически, одним из самых инвестиционно-интересных регионов является Санкт-Петербург и ЛО. Выгодное экономико-географическое расположение, высокий международный статус, хорошая научно-образовательная база вкупе с хорошей трудовой базой позволяют считать СПб и ЛО одними из самых перспективных регионов РФ. Отсюда вытекает необходимость проведения сравнительного анализа таких показателей, как инвестиционная привлекательность, активность и инвестиционных перспектив данного региона.

Исследования в области оценки инвестиционной привлекательности проводятся достаточно давно [1]. На данный момент существует несколько методик расчёта инвестиционной привлекательности региона. Данные методики апробированы во многих странах как Западной, так и Восточной Европы, странах американского континента. Но необходимо понимать, что одни и те же способы исчисления инвестиционной привлекательности не могут применяться для регионов разных стран, стран, зачастую имеющих огромные различия не только в экономических показателях, но и имеющих свои социокультурные особенности. Важным отличием является и тип государственного устройства, так России, как федеративному государству свойственен ряд особенностей, которые нельзя не учитывать при изучении

инвестиционной привлекательности как государства, так и его отдельных субъектов. Среди данных особенностей выделяются:

1) дифференциация инвестиционной привлекательности по разным уровням экономики;

2) влияние целостной совокупности объективных факторов на формирование инвестиционной привлекательности;

3) несводимость инвестиционной привлекательности национальной экономики к совокупности инвестиционной привлекательности отраслей и регионов;

4) возникновение различных рисков как следствие неодинаковых условий развития.

С учетом вышеперечисленных особенностей наиболее подходящим методом является – Интегральный показатель оценки состояния инвестиционного климата.

Данный подход позволяет определять инвестиционную привлекательность как совокупность общественно-политических, социально-культурных, природно-хозяйственных, психологических, инфраструктурных показателей. Недостатком данного метода является его возможная субъективность при определении «весовых» значений для каждого показателя. Данный недостаток нивелируется путём грамотной оценки и сопоставления представленных показателей. Для повышения объективности оценок используются различные источники, в том числе экспертное мнение, осуществляется отбор и группировка схожих показателей. Производятся соответствующие выводы, формирующие объективную картину степени влияния разнообразных показателей на инвестиционный климат и привлекательность региона. Именно интегральный показатель позволит максимально корректно сопоставить города Ленинградской области между собой, соотнести региональные показатели привлекательности с центром северо-западного федерального округа городом Санкт-Петербургом, создаст возможность определить направления дальнейшего внутрирегионального развития и совершенствования [1].

Для определения весовых коэффициентов частных показателей инвестиционной привлекательности использовались данные, полученные из авторитетных источников. Определяющее значение имели: система Росстат, Петростат. Использовались публичные отчёты правительства СПб, ЛО, РФ. Значительное влияние на определение оказали отчёты, сформированные в результате Петербургского Международного Экономического форума [8, 10]. Результаты оценок представлены ниже в таблице 1.

Как следует из таблицы, наибольшим влиянием на общий инвестиционный климат, как ни удивительно, обладают показатели финансово-экономического благополучия регионов.

Как известно, наибольший инвестиционный поток направляется из источников, связанных с крупными предприятиями и инвестиционными компаниями, в первую очередь оценивающими показатели рентабельности и эффективности экономической деятельности региона, отсюда следуют и особое внимание, которое уделяется именно финансовым показателям. Обособленно от них стоят показатели социально-экономического благополучия регионов. Без сомнения, они определённым образом воздействуют на направление и структуру инвестиционных вливаний со стороны крупных корпораций и частных инвесторов. Стоит отметить, что наибольшую ценность социально-экономическим показателям придаётся государственным инвестиционными фондами, а также непосредственно Правительством и Государственной думой РФ при формировании расходной части бюджета в сфере инвестиций. Графически весовое распределение можно представить, используя «розу показателей» (рисунок 1).

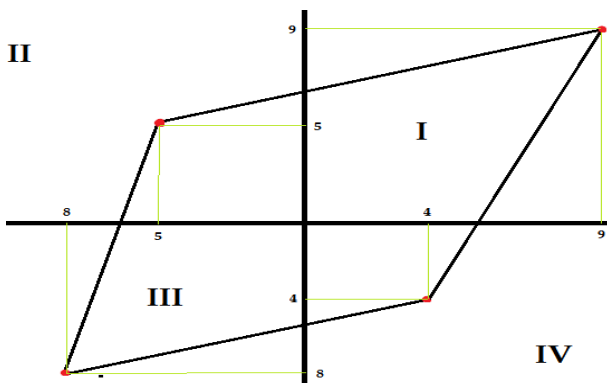


Рисунок 1. Роза показателей

Figure 1. Rose of indicators

Первая и третья четверти «розы» отвечают за финансово-экономические показатели, отмечается, первая четверть соответствует элементам, выражаемыми через денежные эквиваленты, третья в свою очередь соответствует количественно-относительным показателям. Вторая и четвертая четверти относятся к социально-экономическим индикаторам, которые разбиваются на чисто экономические и чисто социальные показатели соответственно.

Анализ графического отражения распределения весовых оценок обозначает явный крен в сторону показателей финансово-экономического благополучия, что подтверждает первоначальный вывод, о предпочтительности именно этих оценок для частных крупных инвесторов. Социальные показатели могут «похвастаться» наименьшей популярностью при интегральной оценке инвестиционной привлекательности ввиду своей косвенной значимости для частных инвестиционных потоков,

и небольшой доли инвестиционных вливаний со стороны государства, для которого они могут оказаться решающими.

Вытянутость «розы» также свидетельствует о необходимости развития социальной инфраструктуры региона, для увеличения ее значимости и эффективности для инвестиционных процессов. Очевидно, что именно просадка в развитии данного направления отбросила его значимость для частных инвесторов, руководствующихся зачастую сугубо финансовыми интересами, считая, что социальный климат не сможет оказать значительного влияния на развитие бизнес-направления.

В условиях неоднозначной политической, экономической, социальной обстановки как в регионе, так и в Российской Федерации в целом необходимость грамотного анализа инвестиционной привлекательности и активности является неоспоримой [2].

Используя модифицированную модель интегрального определения инвестиционной привлекательности регионов ЛО, были сформированы результаты, представленные в таблице 2 [7].

Полученные результаты расчетов носят явный неоднозначный характер, существует огромный разброс показателей инвестиционной привлекательности. Это является следствием неравномерного распределения финансовой, экономической, банковской активности внутри Ленинградской области. Многие регионы ЛО попросту являются «спальными», имея в своём распоряжении зачастую лишь социальную инфраструктуру, не обладая при этом достаточными средствами для активной экономической деятельности. Рабочее население данных регионов, как правило, имеет трудоустройство в соседних населённых пунктах, перетягивающих на себя индустриальную и финансовую активность.

Среди передовых городов Ленинградской области расположились Кингисепп, Сосновый Бор, Всеволожск и Кириши. Данные города лидируют как по показателям финансовым, так и социальным. Высокая численность населения, наличие наибольшего количества как малых, так и более крупных предприятий. Существенным стимулятором подобного отрыва является наличие крупных государственных предприятий, в том числе и федерального значения. Например, ЛАЭС, располагающаяся в городе Сосновый Бор. Также обращают внимания на себя автомобильные и машиностроительные заводы данных регионов. Высокая финансовая активность регионов обусловлена, в том числе и географическим расположением. Данные регионы эффективно используют свою удаленность от Санкт-Петербурга, который в значительной степени бросает тень на близлежащие города Ленинградской области. Локационное расположение позволило

данным регионам стать своеобразными экономическими «родниками» ЛО, стягивая к себе как трудовые, так и финансовые ресурсы.

Аутсайдерами исследования стали регионы с высокой долей отрицательных финансовых результатов по итогам года, что и обеспечило им отрицательные оценки, это города: Тихвин, Сланцы и Шлиссельбург. Столь низкие результаты в первую очередь обусловлены высокой долей убыточных предприятий, расположившихся в данном регионе, что влечёт за собой активную поддержку данных регионов бюджетными дотациями, значительно снижающими инвестиционную привлекательность данных регионов для крупных частных инвесторов. Проблемы данных регионов кроются как в неэффективном использовании ресурсов для активного развития регионов, так и значительном оттоке трудовых ресурсов в соседние города, обладающие наибольшей финансовой привлекательностью для населения. Активное использование бюджетных средств без активных действий по улучшению общего фона ставит три этих города на нижнюю ступень рейтинга.

Основная масса городов Ленинградской области находится в диапазоне оценок 2–30 бала, со средним показателем 14,13 балла. Положительное значение индикаторов даёт предположение о наличии инвестиционных предпосылок для развития данных городов, использовании ресурсов, позволяющим иметь положительные результаты итоговых показателей как финансовой, так и социальной активности, роста объём строительного сектора. Положительный интегральный индекс даёт возможность позитивно оценивать инвестиционные перспективы основной массы городов Ленинградской области, позволяет разрабатывать концепции дальнейшего роста региона не только в инвестиционном, но и в производственном, социальном и экономическом направлениях.

Учёт показателей и расчёт интегрального индекса инвестиционной привлекательности на передовые позиции поставил город Санкт-Петербург, имеющий в своём распоряжении ресурсы города федерального значения. Санкт-Петербург имеет наибольшее значение предприятий различных размеров и форм собственности, превосходя суммарные аналогичные показатели ЛО более чем в 8 раз (2.4 млн против 18.2 млн). Объём услуг, предоставляемый жителям Северной столицы примерно равен суммарным показателям ЛО (370 млрд руб.). Наряду с этими показателями, Санкт-Петербург может похвастаться наименьшей долей убыточных организаций всех форм собственности, в частности 16% против средних 32% по Ленинградской области [6]. Ввиду значительного разрыва по показателям

отдельно взятых городов ЛО и Санкт-Петербурга, их сравнительный анализ не может носить информативный характер. Различия рядовых городов ЛО с городом федерального значения не позволяют эффективно оценить их успешность. Для этого предлагается обратить своё внимание на анализ внутриобластной конкуренции.

Фактором, который предопределил значение оценок, являются финансовые результаты экономической деятельности организаций на территории городов [8, 9]. Данный показатель оказал ключевое влияние на итоговую оценку. Необходимо отметить и полное соответствие наиболее производительных, с финансовой точки зрения, городов и полученной, ими итоговой оценкой. Всеволожск и Кингисепп, занимающие лидирующие позиции, по общей оценке, могут похвастаться наибольшими финансовыми результатами экономической деятельности: 18,3 и 8,5 млрд руб. соответственно. Регионы аутсайдеры по данному показателю так же находятся среди отстающих в общем рейтинге. Города Тихвин, Сланцы и Шлиссельбург имеют отрицательные показатели финансовых результатов, соответственно: 9.9, 1.8, 0.9 млрд руб. со знаком минус.

Оценивая инвестиционную привлекательность региона для внешних инвесторов нельзя не обратить своё внимание и на объём внутренних инвестиционных ресурсов у организаций самого города, таким образом, необходимо провести анализ внутренней самообеспеченности инвестициями каждого отдельно взятого субъекта ЛО.

Проведя исследование, нами были получены следующие результаты: Всеволожск – 7.2 млрд руб., Гатчина – 1.9. млрд руб., Кингисепп – 44.9 млрд руб., Кириши – 13.3 млрд руб., Лодейное поле – 2.3 млрд руб., Сосновый Бор – 37.9 млрд руб., Тихвин – 5 млрд руб. Полученный результат вполне предсказуем, города с наибольшей интегральной оценкой так же обладают и одним из самых больших объёмов внутренних инвестиционных ресурсов. На этом фоне слегка аномально выглядит город Тихвин, имеющий в своём активе инвестиций больше, чем Гатчина, Лодейное Поле, Отрадное, при наибольшей доле убыточных предприятий как в абсолютном, так и относительном выражении. Это может свидетельствовать о совершенно не эффективном накоплении и распределении располагающихся инвестиционных ресурсов и инструментов в экономику города, о необходимости реорганизации инвестиционной структуры управления, о чем будет сказано в дальнейшем.

Ключевым показателем, повлиявшим на общую оценку, является социально-экономический показатель объёма предоставленных

услуг населению в расчёте на душу населения. Он характеризует степень клиента-ориентированности бизнеса и предпринимательства в регионе. Позволяет качественно оценить выгодность инвестиционного вложения в сферу социального обеспечения, эффективность применённых ресурсов для удовлетворения потребностей населения. Также показатель помогает косвенно оценить степень обеспеченности населения, которое готово приобретать тот или иной объём услуг. Ленинградская область в целом имеет устоявшийся уровень предоставленных услуг населению, который колеблется на уровне 20–50 тыс. рублей в год на душу населения. Стоит отметить, что расчёт вёлся с учётом взаимных услуг, предоставляемых предприятиями друг другу. Это позволило одновременно отследить эти внутренние сервисные потоки, но пришлось пожертвовать

качественной оценкой уровня социального оборота услуг. Захват межорганизационных услуг позволяет точнее определять степень взаимозависимости предприятий, что в значительной мере важнее для инвесторов при поиске альтернатив. Отсюда следует слегка завышенные показатели по некоторым регионам, что, возможно, связано с высоким оборотом услуг между организациями. При условии среднелюдиного объёма услуг, оказанных только населению в Ленинградской области на уровне 30 тыс. руб., сильно контрастирует город Приозерск, имеющий в своём активе объём услуг превышающий среднерегиональный более чем в 5 раз. Это связано с географическим расположением города. Он расположен недалеко от границы с Финляндией и границы Ленинградской области. Активным фактором развития региона можно назвать туристическую направленность развития.

Таблица 1.

Анализ степени влияния различных показателей (2014–2015 гг.)

Table 1.

The analysis of the degree of influence of various indicators (2014–2015)

Показатель / Index	Весовой коэффициент Weight coefficient	Финансово-экономические показатели Financial and economic indicators
Финансовая деятельность предприятий на душу населения, рублей The financial activities of enterprises per capita, rubles	10	Финансово-экономические показатели Financial and economic indicators
Финансовая деятельность предприятий, тысяч рублей The financial activity of enterprises, thousand rubles	9	
Количество прибыльных организаций The number of profitable organizations	9	
Количество убыточных организаций Number of unprofitable organizations	9	
Количество предприятий по утилизации и переработке бытовых и промышленных отходов The number of enterprises for recycling and processing of household and industrial waste	4	
Число малых предприятий, тысяч The number of small businesses, thousands	9	
Удельный вес убыточных организаций The share of unprofitable organizations	6	
Суммарный объём внутренних инвестиционных ресурсов предприятий, тысяч рублей The total volume of domestic investment resources of enterprises, thousand rubles	8	
Объём розничного товарооборота (на душу населения), тысяч рублей The volume of retail goods turnover (per capita), rubles	7	Социально-экономические показатели Socio-economic indicators
Объём розничного товарооборота, миллионов рублей The volume of retail trade turnover, million rubles	6	
Произведено работ по договорам строительного подряда собственными силами на душу населения, квадратных метров Works on construction contracts on its own per capita square meters	3	
Всего строительно-монтажных работ на душу населения, квадратных метров Total construction and installation work per capita square meters	4	
Обеспеченность населения жильем, тысячи квадратных метров Provision of housing, thousands square meters	5	
Обеспеченность региона автомобильными дорогами с твердым покрытием, км Security in the region of roads paved, km	5	
Объём платных услуг для населения, миллионов рублей The volume of paid services to the population, million rubles	6	
Уровень безработицы The level of unemployment	8	
Уровень криминальной обстановки The level of the crime situation	6	
Уровень медицинского обеспечения The level of medical support	4	
Обеспеченность образовательными учреждениями Provision of educational institutions	5	

Показатели инвестиционной привлекательности городов Ленинградской области (2014–2015 гг.)

Indicators of investment attractiveness of cities in the Leningrad region (2014–2015)

Города Ленинградской Области City of Leningrad Region	Значение показателя Significance
Бокситогорск Boksitogorsk	8,9
Волосово Volosovo	4,8
Волхов Volkhov	23,4
Всеволожск Vsevolozhsk	232,9
Выборг Vyborg	24,8
Вырица Vyritsa	2,3
Гатчина Gatchina	35,1
Ивангород Ivangorod	3,4
Кингисепп Kingisepp	441,1
Кириши Kirishi	122,7
Кировск Kirovsk	18,8
Коммунар Communard	15,3
Лодейное Поле Lodeynoye Pole	26,4
Луга Luga	15,0
Мга Mga	2,0
Никольское Nikolskoye	0,9
Новое Девяткино New Devyatkin	7,6
Отрадное Otradnoe	40,9
Пикалёво Pikalevo	9,1
Подпорожье Podporozhye	7,8
Поселок имени Морозова Village name Morozova	3,4
Приозерск Priozersk	17,2
Рошино Roshchino	4,0
Санкт-Петербург St. Petersburg	6754,8
Светогорск Svetogorsk	53,2
Сертолово Sertolovo	10,4
Сиверский Siversky	5,1
Сланцы Slates	-3,0
Сосновский Бор Sosnowski Bor	317,1
Сясьстрой Syasstroy	7,8
Тихвин Tikhvin	-48,3
Тосно Tosno	18,2
Ульяновка Ulyanovka	1,7
Шлиссельбург Shlisselburg	-2,3

В результате проведённого исследования инвестиционной привлекательности Ленинградской области и г. Санкт-Петербург были получены следующие результаты:

- Проведён анализ значимости тех или иных показателей на общий интегральный показатель инвестиционной привлекательности.
- Выявлены передовые города Ленинградской области.
- Выявлены города-аутсайдеры, нуждающиеся в структурной модернизации инвестиционных процессов.
- Получена картина сравнительных показателей интегральных индексов для городов ЛО.
- Проведены качественные анализы проблем развития ЛО и г. Санкт-Петербург.
- Сформированы возможные стратегии и направления развития ЛО и г. Санкт-Петербург.

Заключение

Стоит отметить неразрывность развития Санкт-Петербурга и Ленинградской области, как двух субъектов РФ. Взаимозависимость и интеграция их экономик максимальна, насколько это возможно, вследствие этого возрастает и ответственность каждого из субъектов при выборе стратегии развития. Результатом данного исследования стал вывод о необходимости качественного, инновационного совершенствования экономики субъектов, привлечение дополнительных научных кадров во все отрасли производства, улучшения системы управления и мониторинга инвестиционных процессов. Выполнение данных условий обеспечит развитие регионов вне зависимости от внешнеэкономических факторов.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Боркова Е. А. Использование динамической модели оценки инвестиционного климата в управлении инвестиционными процессами // Вестник ИЖЭКОНа. 2013. № 5. С. 19–24.
- 2 Куркин К. Поток инвестиций слабеет // Эксперт Северо-Запад, 2014, № 21 (668), URL: <http://expert.ru/northwest/2014/21/potok-investitsij-slabeet>
- 3 How did the investment attractiveness of Russia? 2015. URL: <http://xn-b1ae2adf4f.xn-plai/analytics/research/19533-kak-izmenilasy-investitsionnaya-ppivlekatelynosty-possii.html>.
- 4 Россия, вперед! Статья Дмитрия Медведева // Президент России: официальный сайт. URL: <http://kremlin.ru/news/5413>
- 5 Симарова И. С. Регион в контексте теории экономического пространства // Известия высших учебных заведений. 2013. № 4. С. 37–40.
- 6 Складенко М. Кластерные перспективы // Эксперт Северо-Запад, 2014, №40 (683). URL: <http://expert.ru/northwest/2014/40/klasternye-perspektivy>
- 7 Инвестиционный портал Ленинградской области. URL: <http://enoblinvest.ru/ru/investpolitika/promishlennyye-klasteri/klaster-avtomobilestroeniya>
- 8 Официальный сайт Комитета экономического развития и инвестиционной деятельности Ленинградской области URL: <http://econ.lenobl.ru/work/innovation> (дата обращения 16.07.2015 г.).
- 9 Официальный сайт Северо-западный кластер: фарма, медицина, радиология URL: <http://nwcluster.ru/>
- 10 Рейтинг регионов по развитию науки и новых технологий. РИА Рейтинг 2015 год URL: <http://riarating.ru/infografika/20150324/610650336.html>
- 11 U.S. Department of State. (2014). Ukraine and Russia Sanctions. Retrieved from URL: <http://www.state.gov/e/eb/tfs/spi/ukrainerussia/>

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Елена А. Боркова к. э. н., доцент, кафедра общей экономической теории и истории экономической мысли, Санкт-Петербургский государственный экономический университет, улица Садовая, 21, г. Санкт-Петербург, 191023, Россия, e.borkova@mail.ru

Лина В. Ватлина к. э. н., доцент, кафедра экономики, Сибирский университет потребительской кооперации, ул. Карла Маркса, 26, г. Новосибирск, 630087, Россия, Vatlina01@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Елена А. Боркова обзор литературных источников по исследуемой проблеме

Лина В. Ватлина написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 05.11.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 24.11.2016

REFERENCES

- 1 Borkova E. A. The use of a dynamic model of investment climate assessment in the management of investment processes *Vestnik INZhEKONa*. [Proceedings of ENGECON]. 2013. no. 5. pp. 19–24. (in Russian).
- 2 Kurkin K. The flow of investments weakens. *Ekspert Severo-Zapad* [Expert North-West] 2014, no. 21 (668), Available at: <http://expert.ru/northwest/2014/21/potok-investitsij-slabeet>
- 3 How did the investment attractiveness of Russia. 2015. Available at: <http://xn-b1ae2adf4f.xn-plai/analytics/research/19533-kak-izmenilasy-investitsionnaya-ppivlekatelynosty-possii.html>.
- 4 Rossiya, vpered! Stat'ja Dmitrija Medvedeva. Prezident Rossii: oficial'nyj saj. Available at: <http://kremlin.ru/news/5413>
- 5 Simarova I. S. The region in the context of the theory of economic space. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii*. [News of higher educational institutions]. 2013. no. 4. pp. 37–40. (in Russian).
- 6 Skljarenko M. Klasternye perspektivy. *Ekspert Severo-Zapad* [Expert North-West] 2014, no. 40 (683). Available at: <http://expert.ru/northwest/2014/40/klasternye-perspektivy>
- 7 Investicionnyj portal Leningradskoj oblasti. Available at: <http://enoblinvest.ru/ru/investpolitika/promishlennyye-klasteri/klaster-avtomobilestroeniya>.
- 8 Oficial'nyj saj. Komiteta jekonomicheskogo razvitiya i investicionnoj deja-tel'nosti Leningradskoj oblasti Available at: <http://econ.lenobl.ru/work/innovation>
- 9 Oficial'nyj saj. Severo-zapadnyj klaster: farma, medicina, radiologija. Available at: <http://nwcluster.ru>
- 10 Rejting regionov po razvitiyu nauki i novyh tehnologija. RIA Rejting 2015 god. Available at: <http://riarating.ru/infografika/20150324/610650336.html>
- 11 U.S. Department of State. (2014). Ukraine and Russia Sanctions. Retrieved from Available at: <http://www.state.gov/e/eb/tfs/spi/ukrainerussia/>

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Elena A. Borkova candidate of economical sciences, associate Professor, economics department, Siberian University of consumer cooperation, Karla Marksa str., 26, Novosibirsk, 630087 Russia, e.borkova@mail.ru

Lina V. Vatlina candidate of economical sciences, associate Professor, economics department, Siberian University of consumer cooperation, Karla Marksa str., 26, Novosibirsk, 630087 Russia, Vatlina01@mail.ru

CONTRIBUTION

Elena A. Borkova review of the literature on an investigated problem

Lina V. Vatlina wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 11.5.2016

ACCEPTED 11.24.2016

Теоретические и методологические подходы к определению эффективности медицинской услуги

Юрий Ю. Шве́ц¹ jurijswets@yahoo.com

¹ Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, ул. Профсоюзная, д. 65, Москва, 117997, Россия

Реферат. В статье проанализированы результаты теоретических и методологических исследований по вопросу эффективности в системе здравоохранения. Сформулировано понятие и составные эффективности именно медицинской услуги, как экономической категории функционирования сферы здравоохранения. В частности, определено, что эффективность медицинской услуги, является характеристикой эффекта и показывает целесообразность использования материальных, финансовых и трудовых ресурсов при данном мероприятии, методе, вмешательстве. Результаты исследования показали, что в отношении медицинской услуги определяется медицинская, социальная и экономическая эффективность, между которыми существует взаимосвязь и взаимообусловленность. В статье проанализированы основные положения и методологические основы социальной, медицинской и экономической эффективности медицинской услуги. Определено, что приоритетом в системе здравоохранения, являются именно социальная и медицинская эффективность, с учетом тех общественно важных задач, на выполнение которых направлена вся деятельность системы здравоохранения в стране. Учитывая неоднозначное понимание соотношения эффективности медицинской услуги с ее качеством, на основе анализа теоретических наработок, выявлены общие и отличительные черты характеристик медицинской услуги с целью определения их влияния на обеспечения качества и доступности услуг здравоохранения населению страны. В частности, эффективность медицинской услуги рассматривается в непосредственной увязке с ее качеством. Качество и эффективность медицинской услуги являются взаимосвязанными характеристиками. Однако, результаты исследования показали, что не всегда эффективные медицинские услуги, особенно с точки зрения экономической эффективности, могут быть качественными, и не всегда качественные медицинские услуги – могут быть названы экономически эффективными.

Ключевые слова: медицинская помощь; медицинская услуга; здравоохранение; эффективность; социальная эффективность; медицинская эффективность; экономическая эффективность

Theoretical and methodological approaches to determining the effectiveness of medical services

Yuriy Yu. Shvets¹ jurijswets@yahoo.com

¹ Institute of control problems V.A. Trapeznikova Academy of sciences, Profsoyuznaya str., 65, Moscow, 117997, Russia

Summary. The article analyzes the results of theoretical and methodological studies on the effectiveness of the health care system. It formulated the concept and components of the efficiency of medical services it is an economic category of health care operations. In particular, it is determined that the efficiency of medical services is a characteristic effect and shows the feasibility of the use of material, financial and human resources in this event, method, intervention. The results showed that in respect of medical services is determined by the medical, social and economic efficiency, between which there is a relationship and interdependence. The article analyzes the fundamentals and methodological bases of social, medical and economic efficiency of medical services. It was determined that a priority in the health system are the very social and medical effectiveness, taking into account those of socially important tasks to perform which is directed the whole health system in the country. Given the ambiguous understanding of the relationship of efficiency of medical services with its quality, based on the analysis of theoretical developments, identified the common and distinctive features of the characteristics of the health service in order to determine their impact on software quality and affordable health care services to the population. In particular, the efficiency of medical services is considered in close conjunction with its quality. The quality and efficiency of medical services are interrelated characteristics. However, the results showed that it is not always effective healthcare services, particularly in terms of economic efficiency, can be qualitative, and not always high-quality medical services – can be called economically efficient.

Keywords: health care; health services; health care; efficiency; social efficiency; Medical effectiveness; economic efficiency

Введение

В социально ориентированном государстве важная роль отведена системе здравоохранения. Социальное здоровье населения является важным показателем государства и отражает уровень его ответственности перед гражданами. Именно в системе здравоохранения производятся общественно важные и часто потребляемые медицинские услуги. Современное состояние здравоохранения характеризуется ориентированием также на экономические рыночные отношения,

с учетом активного функционирования медицинских учреждений разных форм собственности. С учетом приоритетности сферы здравоохранения для благополучия населения и государства, а также возрастающей роли рыночных отношений в функционировании медицинских учреждений и предоставляемых ими медицинских услуг населению, существует необходимость обеспечения своевременности, точности и достоверности оценки показателей эффективности, качества и доступности медицинских услуг, как основной

Для цитирования

Швец Ю. Ю. Теоретические и методологические подходы к определению эффективности медицинской услуги // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 308–313. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-308-313

For citation

Shvets Yu. Yu. Theoretical and methodological approaches to determining the effectiveness of medical services. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 308–313. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-308-313

составляющей системы здравоохранения страны. Кроме того, важнейшей тенденцией развития системы здравоохранения развитых стран, является обеспечение максимального результата от имеющихся ресурсов. И в такой тенденции необходимо обеспечить не только экономическую, но и социальную и медицинскую эффективность предоставляемых медицинских услуг в системе здравоохранения.

Цель исследования – на основе анализа теоретических и методологических результатов по вопросу эффективности в сфере здравоохранения, определить понятие и составляющие эффективности медицинской услуги для обеспечения ее качества и доступности, а также эффективности функционирования системы здравоохранения в целом.

Анализ основных достижений науки по теме исследования

Вопросам эффективности в сфере здравоохранения уделяли внимание большинство ученых экономистов. Непосредственно понятие и уровни (виды) эффективности в системе здравоохранения, в том числе, эффективности медицинской помощи (медицинской услуги), исследовали такие ученые, как: Р. У. Амираев [1], А. С. Дудов [6], В. Н. Кораблев, Е. Л. Деметьева [7], О. П. Маслова [10], Е. М. Орлова, О. Н. Соколова [13] и др. Поскольку эффективность системы здравоохранения является важной составляющей социально-экономического развития страны и обеспечения благополучия населения, к вопросам эффективности обращались и ученые при исследовании различных теоретических, методологических и практических проблем функционирования системы здравоохранения. В частности, к вопросам эффективности медицинских услуг в своих исследованиях обращались: Е. Ф. Бердникова [4], И. В. Оловянишникова [12], И. В. Поляков, А. В. Максимов, Т. Х. Савинов [14], М. Ю. Сурмач, Е. М. Тищенко [15], Л. А. Эртель, Л. С. Байрамукова [18] и др. Принимая во внимание значимость предыдущих результатов исследования эффективности в системе здравоохранения, необходимо отметить, что вопрос эффективности именно медицинской услуги недостаточно исследован. Кроме того, анализ результатов исследования ученых показал неоднозначное толкование понятия эффективности и его категорий в здравоохранении. С учетом постоянной изменчивости социально-экономического состояния страны, повышения требований населения к качеству и доступности медицинских услуг, существует необходимость дальнейшего исследования показателей эффективности медицинской услуги для определения факторов влияния на уровень развития системы здравоохранения в стране.

Результаты исследования

Согласно определению толкового словаря, эффект (от лат. *effectus* – действие) – это результат, следствие каких-либо действий, причин [16]. Однако, общее экономическое понятие эффективности не тождественно понятию эффективности в здравоохранении. Объясняется это тем, что даже при задействовании высокопродуктивных ресурсов, результат может быть нулевой или отрицательный с учетом специфики медицинских услуг и их зависимости от самого потребителя [13]. Поэтому эффект в здравоохранении характеризует результат метода, мероприятия, вмешательства по сохранению и/или улучшению здоровья человека. Указанное определение подтверждает также то, что традиционное определение экономической эффективности сложно применить в здравоохранении, поскольку показатели здоровья населения не являются одновременно и носителями экономической информации [6]. Поэтому понятие эффективности в системе здравоохранения предполагает сочетание медицинской, социальной и экономической результативности. Необходимо отметить, что в своем исследовании особенностей системы управления в здравоохранении, И. Л. Леонтьев и Н. В. Махинова [9] в целом эффективность в здравоохранении разделяют на внешнюю и внутреннюю. По мнению ученых, внешняя эффективность показывает влияние на общественное воспроизводство и сохранение человеческого капитала; внутренняя – на эффективность хозяйствования в здравоохранении. Как внешняя, так и внутренняя эффективность в здравоохранении, включают медицинскую, социальную и экономическую составляющую [9]. Однако Т. А. Туренко [17] в основе общей оценки услуг здравоохранения, в том числе и медицинских услуг, четко выделяет только экономическую и социальную эффективность. Экономическая эффективность связывает объемы медицинских услуг с затратами и ее повышение позволяет сохранить или увеличить объемы медицинской помощи при сохранении или экономии ресурсов. Социальная эффективность характеризует доступность медицинской помощи определенного качества и являет собой обеспечение определенного уровня качества медицинских услуг в рамках существующих ресурсов [17]. Однако показатели результативности, которые ученый определяет как степень достижения поставленных целей, разделяет на медицинские (показатели объема услуг, количество пациентов, их социальные отличия и т. п.), экономические (затраты, расходы на оказание медицинской помощи, показатели использования средств) и социальные (смертность, рождаемость, удовлетворенность населения медицинскими услугами). Такие показатели оцениваются

путем сопоставления с целевыми нормативами и отражают фактически достигнутый уровень рассматриваемого показателя к максимально возможному [17]. С учетом смысла, вкладываемого ученым в определение каждого из видов показателей результативности медицинской услуги, а также ее заключение о том, что в непосредственной связи с качеством и доступностью медицинской помощи рассматривается «результативность (эффективность)» [17], понимаем, что поддерживается позиция по выделению социальной, экономической и медицинской эффективности в сфере здравоохранения и по отношению к медицинским услугам. А потому, можем констатировать, что в области здравоохранения, и в частности, в отношении медицинской помощи и медицинской услуги, определяется медицинская, социальная и экономическая эффективность.

Согласно определению Р. У. Амираева, медицинская эффективность отражает уровень достижения поставленных задач диагностики и лечения заболеваний согласно критериям качества, адекватности и результативности. При этом ученый уточняет, что результативным является то вмешательство, которое обеспечивает наилучший результат медицинской услуги при наименьших затратах всех видов ресурсов [1].

По мнению И. Л. Леонтьева и Н. В. Махиновой [9], медицинская составляющая в эффективности здравоохранения показывает качество и степень достижения положительного результата от избранных мер вмешательства в организм человека.

Медицинская эффективность медицинской помощи обозначает качественную или количественную характеристику степени достижения поставленных задач в области профилактики, диагностики и лечения заболеваний.

Необходимо уточнить, что медицинская помощь – это категория этично-профессиональная, в то время как медицинская услуга – категория экономическая, а оказание медицинской помощи осуществляется путем предоставления медицинских услуг [4]. Объясняется это тем, что цена – экономическая категория, которая формируется при взаимодействии спроса и предложения на рынке идентичных услуг и в идентичных условиях. Соответственно, в рыночном механизме участвует не медицинская помощь как таковая, а стоимостное выражение такой экономической категории, как услуга [4].

О. П. Маслова [10] медицинскую услугу определяет, как лечебно-профилактическое и диагностическое мероприятие, проводимое именно на возмездной основе и характеризует передаваемую производителем потребителю полезность, направленную на поддержание и восстановление его здоровья, а эффективность медицинской услуги – как степень достижения поставленных задач в области оказания медицинской услуги населению при определенных затратах.

Если рассматривать по уровням проявления медицинской эффективности медицинской услуги, то в отношении конкретного пациента – это выздоровление и улучшение его состояния здоровья, а на уровне медицинского учреждения и в целом системы здравоохранения – эффективность медицинской услуги характеризует удельный вес излеченных больных, снижение уровня заболеваемости и т. п.

Социальная составляющая эффективности в сфере здравоохранения, по мнению И. Л. Леонтьева и Н. В. Махиновой [9] показывает увеличение численности людей экономически активного возраста, путем снижения заболеваемости, инвалидности и смертности, а также уровень доступности медицинских мероприятий для населения.

Соответственно, под социальной эффективностью медицинской услуги понимается степень достижения социального результата: на уровне конкретного пациента – возвращение его к труду и активной жизнедеятельности в социуме; на уровне медицинского учреждения и системы здравоохранения в целом – увеличение жизни населения, снижение уровня смертности и инвалидности, общественная удовлетворенность существующей системы здравоохранения.

Экономическая составляющая эффективности в системе здравоохранения, по мнению И. Л. Леонтьева и Н. В. Махиновой [10], показывает получение максимума возможных благ от имеющихся в распоряжении ресурсов, экономическое обоснование мероприятий по охране здоровья, анализ использования средств в системе здравоохранения.

Экономическая эффективность медицинской услуги и медицинской помощи показывает рациональное использование материальных, трудовых и финансовых ресурсов при решении поставленных задач в области здравоохранения. Иными словами, это соотношение полученных результатов с затраченными на это средствами. Ее расчет производится с целью определения наиболее экономичного использования имеющихся ресурсов. В здравоохранении экономическая эффективность рассматривается в двух направлениях: эффективность использования различных видов ресурсов и влияние здравоохранения на развитие общественного производства в целом.

Исследуя эффективность медицинских услуг на основе ресурсного потенциала, О. П. Маслова [9] указывает на то, что элементами ресурсного потенциала, в частности медицинского учреждения, являются все ресурсы, которые каким-либо образом связаны с его функционированием и развитием. Среди них: кадровые ресурсы, информационные, инвестиционные ресурсы, современное оборудование и прогрессивные методы лечения (диагностики). Таким образом, при определении экономической эффективности медицинской услуги, оценки подлежат различные ее ресурсные составные.

Важно понимать, что сама по себе экономическая эффективность не влияет на выбор тех или иных мер профилактики, диагностики или лечения, но позволяет установить очередность проведения тех или иных мероприятий в рамках существующих ресурсов. Объясняется это тем, как верно указал А. В. Дерябин [5], что предоставление медицинской помощи (услуг) не может преследовать в качестве основной цели экономию средств на здоровье человека. Анализ использования средств на их оказание, экономическое обоснование избранных мер медицинского вмешательства необходимы именно для выбора наилучших схем финансирования с сохранением или улучшением качества и эффективности медицинских услуг. Некоторые из ученых выделяют социально-экономическую эффективность, под которой подразумевается результативность использования ресурсов и возможностей в ходе реализации конкретных социальных целей – предоставление необходимых с учетом реального спроса населения и экономического обеспечения – видов и объема медицинских услуг [14].

Иное определение экономического эффекта дано Е. М. Орловой и О. Н. Соколовой [13]. По их мнению, экономический эффект – это предотвращенный экономический ущерб, который удалось предотвратить в результате применения комплекса медицинских действий. Экономический эффект в здравоохранении, в том числе, по отношению к медицинской услуге, определяется как разница между экономическим ущербом вследствие заболевания или смертности до и после применения медицинской услуги [13]. Такое толкование экономической эффективности также заслуживает на внимание.

Следует отметить, что приоритетом в системе здравоохранения, являются социальная и медицинская эффективность, с учетом тех общественно важных задач, на выполнение которых направлена вся деятельность системы здравоохранения в стране. Как верно указали М. Ю. Сурмач и Е. М. Тищенко [15], здравоохранение относится именно к отрасли социальной сферы. Если рассматривать качество медицинской услуги, то наиболее корректному измерению поддается именно экономическая эффективность. Однако, для потребителя важное значение имеет именно социальная эффективность. Поэтому, по мнению Т. А. Туренко [17], общая оценка эффективности расходов предполагает определение соотношения, достигнутого социально значимого результата с затраченными ресурсами. А потому, без оценки результатов социальной и медицинской эффективности не может быть определена и экономическая эффективность. Соответственно, между медицинской, социальной и экономической эффективностью существует взаимосвязь и взаимообусловленность [13].

М. Ю. Сурмач и Е. М. Тищенко [15] по результатам исследования институциональных изменений в сфере здравоохранения, указывают на то, что если ранее социальная эффективность рассматривалась только в качестве следствия медицинской и экономической эффективности, то в настоящее время социальная эффективность системы здравоохранения способна влиять на медицинскую и экономическую эффективность. Объясняется это прежде всего тем, что ожидаемый социальный эффект должен соответствовать медицинскому и экономическому эффекту. Однако, в большинстве случаев, рост спроса населения на медицинские услуги приводит к увеличению расходов на их предоставление, но не всегда – к увеличению ее эффективности. Это подтверждает взаимосвязь социальной, медицинской и экономической эффективности медицинской услуги и необходимость комплексной оценки указанных показателей для определения точных и достоверных данных об эффективности медицинских услуг.

Необходимо отметить, что единых подходов и критериев оценки социальной, медицинской и экономической эффективности на нормативном уровне не выработано. Существует довольно значительное количество разработанных учеными методов и способов ее оценки. При этом каждая медицинская организация имеет возможность самостоятельно устанавливать свои критерии и способы оценки эффективности на основе своих целевых показателей и индикаторов, имеющих стимулирующий характер [7]. Подытожив существующие наработки ученых теоретиков и практиков по определению эффективности в здравоохранении, можно прийти к заключению, что главное в выборе индикаторов оценки эффективности медицинской услуги является то, что такие индикаторы должны иметь количественное выражение, быть простыми в расчете, содержать доступную и надежную информацию [13]. Саму оценку эффективности возможно проводить на основе следующих критериев: по установленному эталону показателя, эффективность медицинской услуги к которому, должна быть или равна, или быть выше; среднего показателя для медицинской организации, региона, страны; динамики данного показателя у медицинского персонала, отделения, организации [13].

Кроме того, что не выработаны единые критерии и методология определения эффективности медицинской услуги, в научной литературе также отсутствует единое мнение по поводу соотношения качества и эффективности медицинской услуги. Поскольку, обеспечение качества и доступности медицинской помощи является главной задачей всей системы здравоохранения, необходимо решить вопрос взаимосвязи эффективности медицинской услуги с ее качеством подлечит дальнейшему исследованию.

В частности, социальная эффективность медицинских услуг напрямую связана с их качеством и удовлетворенностью населения в них, поскольку может быть оценена также как соотношение числа удовлетворенных к общему числу оцениваемых случаев. Ведь удовлетворенность пациентов отражает социальную приемлемость системы здравоохранения и влияние на здоровье населения [15].

При оценке качества медицинской услуги используется значительное количество показателей [7], среди которых ее результативность [11, 17], эффективность [12], полнота реализации профессиональной компетентности, научно-технический уровень услуги, удовлетворенность пациента медицинским обслуживанием [7]. Современные социально-экономические условия деятельности всей системы здравоохранения требуют обеспечение населения качественными медицинскими услугами в условиях ограниченного финансирования [18]. В комплексном исследовании эффективности медицинской услуги, с учетом определяющих ее факторов, качество медицинской услуги является необходимой, однако не исчерпывающей составляющей [14]. Объясняется это тем, что под категорией качества понимается соответствие ее содержания основной деятельности, нормативам и стандартам, потребностям потребителей. Обеспечение качества без учета затрат не имеет смысла [14], поскольку в обеспечении качества медицинской услуги существенную роль играет фактор экономичности и рациональности использования ее ресурсных составных [2].

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Амираев Р. У. Эффективность медицинских услуг в медико-реабилитационных учреждениях // Вестник Казахского Национального медицинского университета. 2014. № 4. С. 427–431.
- 2 Артамонычева Е. В. Анализ оценки эффективности финансирования учреждения здравоохранения (на примере Городецкой ЦРБ) // Вестник Поволжского института управления. 2013. № 4. С. 116–120.
- 3 Беляев Ю. М., Черненко Э. М. Повышение эффективности и качества медицинских услуг на основе организационно-экономического обеспечения соблюдения современных стандартов // Вестник Адыгейского государственного университета. 2012. № 1.
- 4 Бердникова Е. Ф. Инновационные аспекты организации медицинских услуг // Вестник Казанского технического университета. 2013. Т. 1. № 2. С. 225–228.
- 5 Дерябин А. В. Особенности экономических механизмов развития медицинских услуг // Terra Economicus. 2010. Т. 8. № 4–3. С. 36–40.
- 6 Дудов А. С. Эволюция методов оценки эффективности и качества медицинской помощи // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. 2010. № 24. С. 1–14.
- 7 Кораблев В. Н., Дементьева Е. Л. Система показателей оценки эффективности медицинской помощи в здравоохранении // Дальневосточный медицинский журнал. 2014. № 4. С. 94–98.
- 8 Кочкарова А. Б. Основные принципы формирования механизма управления экономической эффективностью и качеством услуг в сфере здравоохранения // Terra Economicus. 2009. Т. 7. № 2. С. 69–71.

При исследовании вопросов качества и/или эффективности медицинской услуги, понятия «качество» и «эффективность» следует анализировать совместно. Они взаимосвязаны, и их оценка происходит в зависимости от поставленных целей такой оценки, выбранных индикаторов и показателей. Повышение качества и эффективности находится в области стратегий, обеспечивающих реализацию основной цели здравоохранения – повышение социальной ценности медицинской помощи на основе использования современной методологии управления [14].

Выводы

Эффективность медицинской услуги, является характеристикой эффекта и показывает целесообразность использования материальных, финансовых и трудовых ресурсов при данном мероприятии, методе, вмешательстве. В отношении медицинской услуги определяется медицинская, социальная и экономическая эффективность, между которыми существует взаимосвязь и взаимообусловленность. Эффективность медицинской услуги рассматривается в непосредственной увязке с ее качеством. Качество и эффективность медицинской услуги являются взаимосвязанными характеристиками. Однако не всегда эффективные медицинские услуги, особенно, с точки зрения экономической эффективности, могут быть качественными, и не всегда качественные медицинские услуги – могут быть названы экономически эффективными.

- 9 Леонтьев И. Л., Махинова Н. В., Н. В. Особенности современной системы управления здравоохранением // Известия Уральского государственного экономического университета. 2010. № 2. С. 97–104.
- 10 Мурашко М. А., Кондратьев Ю. А., Матыцин Н. О., Швабский О. Р. Единые подходы к проведению экспертизы качества медицинской помощи // Вестник Росздравнадзора. 2016. № 1. С. 5–9.
- 11 Оловянишникова И. В. Управление качеством медицинских услуг в современных условиях хозяйствования // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. 2011. № 3. С. 207–211.
- 12 Орлова Е. М., Соколова О. Н. Категория эффективности в системе здравоохранения // Фундаментальные исследования. 2010. № 4. С. 70–75.
- 13 Поляков И. В., Максимов А. В., Савинов Т. Х. Повышение качества и эффективности медицинской помощи в свете современных подходов к управлению // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Медицина. 2009. № 4. С. 655–661.
- 14 Сурмач М. Ю., Тищенко Е. М. Методология исследования и оценки социальной эффективности системы здравоохранения (на примере охраны репродуктивного здоровья молодежи) // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. 2009. № 1. С. 102–106.
- 15 Туренко Т. А. Методические подходы к оценке результативности и эффективности в системе здравоохранения на основе данных официальной статистики // Известия Иркутской государственной экономической академии. 2013. № 4. С. 120–125.

16 Эртель Л. А., Байрамукова Л. С. Модернизация реформ отечественной системы здравоохранения // Бизнес в законе. 2010. № 4. С. 182–185.

17 Jin-Li Hu1, Fang-Yu Yeh2 & Yun-Chih Tsai1. Regional Traffic & Medical Services and Cost Efficiency of International Tourist Hotels in Taiwan // International Business Research; Vol. 7, No. 10; 2014

18 IQWiG, Methods for Assessment of the Relation of Benefits to Costs in the German Statutory Health Care System, Version 1.1 (Cologne, Germany: IQWiG, Oct. 9, 2008) URL: http://www.iqwig.de/download/08-10-14_Methods_of_the_Relation_of_Benefits_to_Costs_v1.1.pdf

19 Sudtachat, Kanchala, "Strategies to improve the efficiency of emergency medical service (ems) systems under more realistic conditions". All Dissertations. Paper 1359. 2014. p. 64.

20 Zhang An, Bao Yong. Research on efficiency of chinese medical health services based on analysis of c-d production function. European Scientific Journal December edition vol.8, No.30 2014.

21 Peacock, S., Chan, C., Mangolini, M. and Johansen, D. 2001, Techniques for Measuring Efficiency in Health Services, Productivity Commission Staff Working Paper, July.

REFERENCES

1 Amiraev R. U. The efficiency of medical services in medical and rehabilitation facilities *Vestnik Kazanskogo Natsional'nogo meditsinskogo universiteta* [Proceedings of Kazakh National medical University]. 2014. no. 4. pp. 427–431. (in Russian).

2 Artamonycheva E. V. Analysis of the assessment of efficiency of financing healthcare institutions (on Gorodets CRB example). *Vestnik Povolzhskogo instituta upravleniya* [Proceedings of Volga region Institute of management]. 2013. no. 4. pp. 116–120. (in Russian).

3 Belyaev Yu. M., Chernenko E. M. Improving the efficiency and quality of medical services on the basis of the organizational-economic guarantee of observance of the contemporary standards. *Vestnik Adygeiskogo gosudarstvennogo universiteta* [Proceedings of Adyge state University]. 2012. no. 1. (in Russian).

4 Berdnikova E. F. Innovative aspects of the organization of medical services. *Vestnik Kazanskogo tekhnicheskogo universiteta* [Proceedings of Kazan technological University]. 2013. V. 1. no. 2. pp. 225–228. (in Russian).

5 Deryabin A. V. Features of the economic mechanisms of development of medical services. *Terra Economicus*. 2010. V. 8. no. 4–3. pp. 36–40. (in Russian).

6 Dudov A. S. The evolution of methods for evaluating the effectiveness and quality of medical aid. *Upravlenie ekonomicheskimi sistemami: elektronnyi nauchnyi zhurnal* [Management of economic systems: electronic scientific journal]. 2010. no. 24. pp. 1–14. (in Russian).

7 Korablev V. N., Dement'eva E. L. The system of indicators of estimation of efficiency of medical care. *Dal'nevostochnyi meditsinskii zhurnal* [Far Eastern medical journal]. 2014. no. 4. pp. 94–98. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Юрий Ю. Шве́ц к. э. н., доцент, старший научный сотрудник, Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, ул. Профсоюзная, д. 65, Москва, 117997, Россия, jurijswets@yahoo.com

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Юрий Ю. Шве́ц полностью подготовил рукопись и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 07.10.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 11.11.2016

8 Kochkarova A. B. The basic principles of the formation mechanism of management of economic efficiency and quality of services in the field of health. *Terra Economicus*. 2009. V. 7. no. 2. pp. 69–71. (in Russian).

9 Leont'ev I. L., Makhinova N. V., N. V. The features of a modern system of health care management. *Izvestiya Ural'skogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta* [News of the Ural state economic University]. 2010. no. 2. pp. 97–104. (in Russian).

10 Murashko M. A., Kondrat'ev Yu. A., Matytsin N. O., Shvabskii O. R. A common approach to the examination of quality of medical care. *Vestnik Roszdravnadzora* [Proceedings of Roszdravnadzor]. 2016. no. 1. pp. 5–9. (in Russian).

11 Olovyanishnikova I. V. Managing quality of medical services in modern conditions. *Vektor nauki Tolyatinskogo gosudarstvennogo universiteta* [Vector of science of Togliatti state University]. 2011. no. 3. pp. 207–211. (in Russian).

12 Orlova E. M., Sokolova O. N. Efficiency category in the health care system. *Fundamental'nye issledovaniya* [Basic research]. 2010. no. 4. pp. 70–75. (in Russian).

13 Polyakov I. V., Maksimov A. V., Savinov T. Kh. Improving the quality and efficiency of medical care in the light of modern approaches to management. *Vestnik Rossiiskogo universiteta druzhby narodov. Seriya: Meditsina* [Proceedings of the Russian University of friendship of peoples. Series: Medicine]. 2009. no. 4. pp. 655–661. (in Russian).

14 Surmach M. Yu., Tishchenko E. M. Research methodology and evaluation of social efficiency of the health system (for example the reproductive health of young people). *Zhurnal Grodnenskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta* [Journal of Grodno state medical University]. 2009. no. 1. pp. 102–106. (in Russian).

15 Turenko T. A. Methodical approaches to assessment of effectiveness and efficiency in the health system on the basis of official statistical data. *Izvestiya Irkutskoi gosudarstvennoi ekonomicheskoi akademii* [News of Irkutsk state economic Academy]. 2013. no. 4. pp. 120–125. (in Russian).

16 Ertel' L. A., Bairamukova L. S. The modernization reforms of the national health system. *Biznes v zakone* [Business in the law]. 2010. no. 4. pp. 182–185. (in Russian).

17 Jin-Li Hu1, Fang-Yu Yeh2 & Yun-Chih Tsai1. Regional Traffic & Medical Services and Cost Efficiency of International Tourist Hotels in Taiwan // International Business Research; Vol. 7, No. 10; 2014

18 IQWiG, Methods for Assessment of the Relation of Benefits to Costs in the German Statutory Health Care System, Version 1.1 (Cologne, Germany: IQWiG, Oct. 9, 2008) Available at: http://www.iqwig.de/download/08-10-14_Methods_of_the_Relation_of_Benefits_to_Costs_v1.1.pdf

19 Sudtachat, Kanchala, "Strategies to improve the efficiency of emergency medical service (ems) systems under more realistic conditions". All Dissertations. Paper 1359. 2014. p. 64.

20 Zhang An, Bao Yong. Research on efficiency of chinese medical health services based on analysis of c-d production function. European Scientific Journal December edition vol.8, no. 30. 2014.

21 Peacock, S., Chan, C., Mangolini, M. and Johansen, D. 2001, Techniques for Measuring Efficiency in Health Services, Productivity Commission Staff Working Paper, July.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Yuriy Yu. Shvets candidate of economical sciences, associate professor, senior research fellow, Institute of control problems V.A. Trapeznikova Academy of sciences, Profsoyuznaya str., 65, Moscow, 117997, Russia, jurijswets@yahoo.com

CONTRIBUTION

Yuriy Yu. Shvets fully prepared manuscript and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The author declare no conflict of interest.

RECEIVED 10.7.2016

ACCEPTED 11.11.2016

Методологические аспекты оценки экономической эффективности системы менеджмента качества субъектов хозяйствования

Александр И. Хорев¹ al.khorev@gmail.com
Марина И. Самогородская²

¹ кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

² Воронежский государственный технический университет, Московский пр-т 14, г. Воронеж, 394026, Россия

Реферат. Функционирование системы управления качеством способствует созданию разнообразных источников эффектов, определяющих эффективность этой системы. Выделяют четыре группы эффектов: социальные, экологические, научно-технические и экономические. Каждый из эффектов может носить как потенциальный, так и реальный характер. В статье идентифицированы различные группы эффектов функционирования системы менеджмента качества предприятия, при этом особое внимание уделяется содержанию экономических эффектов и проблемам, которые возникают при их оценке. Систематизированы используемые в мировой практике методологические подходы к оценке эффективности системы менеджмента качества субъектов хозяйствования. В рамках рассмотренных методологий определены используемые методы и инструментарий оценки эффективности СМК. В модели комплексной оценки эффективности интегрированной системы менеджмента используются четыре критерия оценки: степень соответствия интегрируемых элементов требованиям стандартов на системы менеджмента; степень интегрированности систем менеджмента; степень эффективности управления рисками и экономический эффект от внедрения интегрированной системы менеджмента. Значимые экономические эффекты могут быть достигнуты предприятием вследствие ориентирования системы менеджмента качества на повышение качества внутренней организации деятельности, подразумевающее обеспечение соответствия деятельности предприятия стандартам и процедурам, установленным СМК. Достоинством данного подхода является объединение в единую систему параметров как качественной, так и количественной оценки эффективности системы менеджмента, что существенно повышает степень объективности оценки. Проанализированные подходы к определению эффективности СМК отражают все разнообразие применяемых на практике моделей, методов, методик и инструментов оценки. Каждое предприятие самостоятельно решает проблему выбора из этого многообразия только ему подходящего комплекса средств. В отсутствие общепризнанной регламентированной методологии оценки эффективности СМК субъекты хозяйствования вынуждены самостоятельно выстраивать механизм оценки.

Ключевые слова: система менеджмента качества, эффект, эффективность, результативность, метод оценки

Methodological aspects of evaluating the economic efficiency of the quality management system of business entities

Alexander I. Khorev¹ al.khorev@gmail.com
Marina I. Samogorskaya²

¹ economic security and financial monitoring department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia

² Voronezh state technical university, Moscow av. 14, Voronezh, 394026, Russia

Summary. The functioning of the quality management system helps to create a variety of sources of effects that determine the effectiveness of the system. There are four groups of effects: social, environmental, scientific, technical and economic. Each of the effects can be both potential and real. The paper identified different groups of effects the functioning of quality management system, with particular emphasis on the content of the economic effects and problems that arise in their estimation. Systematized used in world practice methodological approaches to evaluating the effectiveness of the quality management system of business entities. The review identified methodologies used methods and tools of evaluation of the effectiveness of the QMS. In the model, a comprehensive assessment of the effectiveness of the integrated management system uses four criteria evaluation: degree of conformity of integrable elements of the requirements management system standards; the degree of integration of management systems; the degree of effectiveness of risk management and the economic effect of the introduction of an integrated management system. Significant economic benefits can be achieved due to the orientation of the enterprise quality management system to improve the quality of internal organization, which implies ensuring that the activities of the enterprise standards and procedures established by the JMC. The advantage of this approach is to bring together in a single system of parameters in both qualitative and quantitative evaluation of the effectiveness of the management system, which significantly increases the objectivity of the evaluation. The analyzed approaches to determining the effectiveness of the QMS reflect the diversity of models used in practice, methods, techniques and evaluation tools. In the absence of a recognized regulated methodology for assessing the effectiveness of the QMS business entities, you forced to build their own evaluation mechanism.

Keywords: quality management system, effect, efficiency, effectiveness, evaluation method

Для цитирования

Хорев А. И., Самогородская М. И. Методологические аспекты оценки экономической эффективности системы менеджмента качества субъектов хозяйствования // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 314–321. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-314-321

For citation

Khorev A. I., Samogorskaya M. I. Methodological aspects of evaluating the economic efficiency of the quality management system of business entities. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 314–321. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-314-321

Введение

Функционирование системы управления качеством способствует созданию разнообразных источников эффектов, определяющих эффективность этой системы. Специалисты выделяют четыре группы эффектов: социальные, экологические, научно-технические и экономические. Каждый из эффектов может носить как потенциальный, так и реальный характер. Однако при этом экономический эффект от реализации мероприятий по улучшению качества может быть и потенциальным, и реальным (коммерческим), в то время, как научно-технический, социальный и экологический виды эффектов, как правило, носят характер преимущественно потенциального эффекта.

По сути, если принимать в расчет только конечные результаты мероприятий по улучшению действующей системы менеджмента качества, то любой результат можно оценить в стоимостном выражении. Критериями конечной оценки здесь являются: время получения фактического экономического эффекта и степень неопределенности его получения (другими словами, уровень риска вложения инвестиций в проекты повышения качества результатов деятельности предприятия).

Виды эффектов функционирования системы менеджмента качества (СМК) предприятия

Рассмотрим наиболее типичные для отрасли машиностроения виды эффектов по каждой из вышеозначенных групп.

В группе социальных эффектов от повышения эффективности функционирования СМК специалисты выделяют повышение:

- квалификации управленческого и производственного персонала и оперативности управленческого аппарата в целом;
- качества принятия управленческих решений и их реализации;
- степени безопасности продукции, услуг и работ;
- степени удовлетворения физиологических, социальных и духовных потребностей работников;

улучшение:

- условий и организации труда;
- структуры управленческого и производственного персонала и др.

К группе экологических эффектов за счет улучшения управления качеством можно отнести:

- уменьшение загрязнения окружающей среды и как следствие – штрафов за нарушение экологических требований;

- повышение экологического уровня выпускаемой продукции и оказываемых услуг;
- сокращение отходов производства;
- улучшение эргономичности (снижение уровней шума, вибрации и т. п.) выпускаемых товаров и др.

— научно-технические эффекты по результатам более рационального управления качеством включают:

- увеличение количества зарегистрированных авторских свидетельств и патентов;
- увеличение удельного веса новых информационных технологий и прогрессивных технологических процессов;
- улучшение уровня организации труда и производственных процессов и др.

Наиболее значимыми в контексте настоящего исследования являются экономические эффекты, достигаемые в результате повышения уровня качества выпускаемой продукции и совершенствования системы управления качеством. При этом масштабность достигаемого эффекта определяется степенью усилий, прилагаемых менеджментом предприятия в отношении повышения качества. Так, если усилия направлены на повышение качества производимой продукции (или услуг), возможны следующие виды экономического эффекта:

- получение дополнительной прибыли за счет повышения цены на продукцию более высокого качества (за счет перевода товара в класс премиум);
- увеличение объемов реализованной продукции за счет расширения клиентской базы;
- увеличение доли присутствия предприятия на рынке за счет достижения конкурентных преимуществ по отношению к изделиям – аналогам;
- увеличение жизненного цикла продукции (продление стадии зрелости), что дает возможность предприятию экономить финансовые ресурсы на разработке, выпуске и продвижении новых видов продукции;
- увеличение жизненного цикла клиентов, что дает возможность экономить средства на поиске и завоевании новых потенциальных потребителей продукции предприятия.

Оценка экономического эффекта, достигнутого за счет повышения показателей качества не представляет большой сложности, поскольку эффект выражается в понятных финансовых величинах: рост объема продаж, увеличение доли присутствия предприятия на рынке, сокращение издержек производства и эксплуатации и т. п. Сложность состоит в том, чтобы идентифицировать, следствием какой инициативы стало повышение

экономических показателей. Например, достаточно сложно определить, что часть новых клиентов появилась благодаря улучшению качественных характеристик продукции и/или благодаря удачной рекламной кампании.

Гораздо сложнее заранее спрогнозировать экономический эффект, который может быть достигнут за счет повышения показателей качества. Как правило, для этого необходимо произвести дополнительные маркетинговые исследования и аналитические расчеты. Так, для того чтобы оценить, насколько при определенном улучшении качества продукции или услуги может увеличиться объем продаж, клиентская база, рыночная доля компании или жизненный цикл клиента или продукта, необходимо оценить чувствительность (эластичность) потребителей к качеству продукции (услуги).

Существенно более значимые экономические эффекты могут быть достигнуты предприятием вследствие ориентирования системы менеджмента качества на повышение качества внутренней организации деятельности, подразумевающее обеспечение соответствия деятельности предприятия стандартам и процедурам, установленным СМК. К числу таких эффектов можно отнести:

- существенное сокращение издержек производства (до 20–40%) за счет ликвидации потерь от брака и сокращения затрат на осуществление контрольных операций;

- увеличение объемов продаж продукции (услуг) за счет повышения производительности труда (в частности – роста нормы выработки или сокращения нормы времени);

- сокращение численности персонала за счет повышения производительности труда (в случае если нет задачи увеличивать объем производства продукции);

- увеличение объемов производства продукции без дополнительного привлечения ресурсов за счет повышения эффективности трудовых и производственных процессов;

- сокращение времени на выявление и решение различных производственных проблем, и, как следствие – увеличение количества разрешенных проблем за счет достижения прозрачности процессов предприятия. Экономический эффект в этом случае зависит от последствий устранения конкретных проблем;

- обеспечение соответствия продукции требованиям рынка (потребителей) за счет оптимизации процессов предприятия и как следствие – получение всех экономических эффектов,

характерных для ситуации повышения качества производимой продукции (рассмотрены ранее).

Высокое качество выпускаемой продукции (оказываемых услуг) можно эффективно использовать для достижения высоких и большей частью – кратковременных эффектов. Для продолжения эффекта во времени, необходимо акцентировать внимание на обеспечении соответствия основных производственных, вспомогательных и обслуживающих процессов внутренним стандартам предприятия.

Помимо рассмотренных общих экономических эффектов от повышения качества продукции (услуг) и процессов можно выделить группу частных эффектов, связанных с сокращением потерь от недостаточного качества выпускаемой продукции (услуг):

- снижение производственных затрат на исправление дефектов изготавливаемой продукции;

- предотвращение поступления в производственный процесс некачественных материальных ресурсов;

уменьшение:

- потерь от окончательного брака готовой продукции;

- стоимости контрольных операций;

- затрат на устранение дефектов по рекламациям (претензиям) потребителей;

- суммы штрафов за поставку некачественной продукции и выплат по рекламациям;

- расходов на гарантийное обслуживание и ремонт;

- ущерба за нарушение контрактов и др.

Взаимосвязь между улучшением качества продукции и процессов на предприятии и достижением экономических эффектов достаточно четко отражает модель «цепной реакции Деминга» [2] (рисунок 1).

Основные подходы у оценки эффективности СМК машиностроительного предприятия

В настоящее время специалисты выделяют шесть основных подходов (методологий), используемых для оценки эффективности СМК предприятий машиностроения [8].

1. Выявление и оценка критериев соответствия уровня системы менеджмента установленным требованиям. Эта методология может быть реализована следующими методами:

- внешний и внутренний аудит на соответствие требованиям международных стандартов;

- оценка или самооценка деятельности;

- международные системы рейтингов качества.

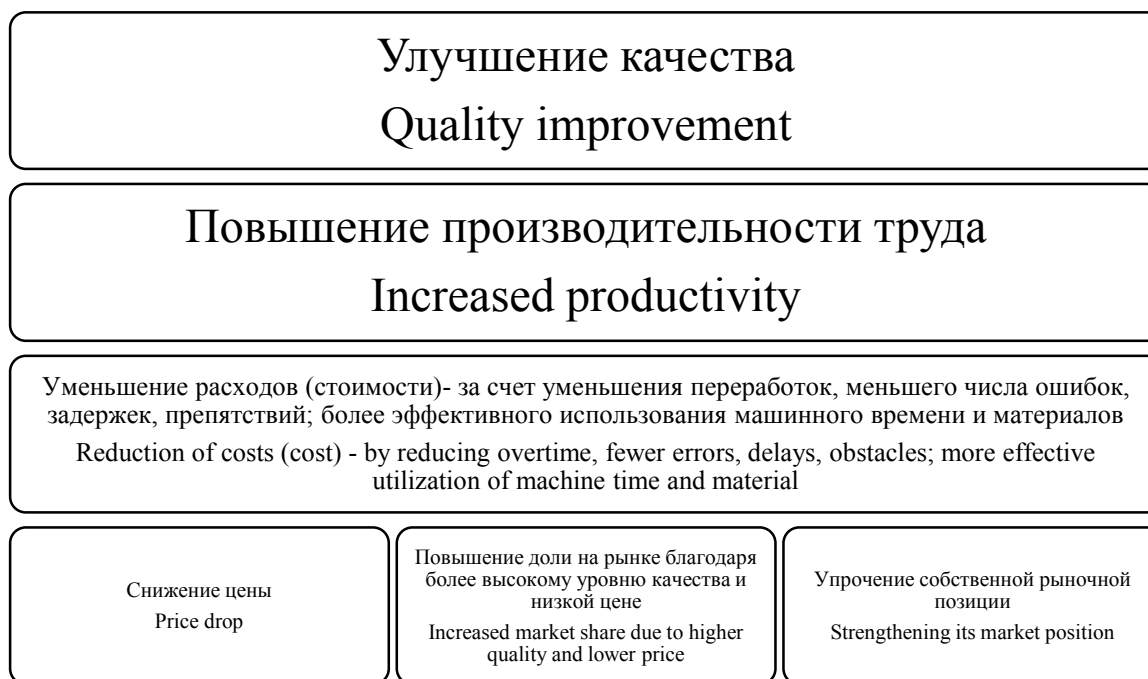


Рисунок 1. Цепная реакция Деминга

Figure 1. Deming Chain Reaction

Процедуры аудита строятся на основе оценки менеджмента рисков неудовлетворённости заказчика и других заинтересованных сторон, надёжности поставщиков, устойчивых социальных отношений и рисков возникновения социальной напряжённости в коллективе.

Процедуры оценки и самооценки строятся на проверке соответствия действующих СМК принципам менеджмента качества, прописанных в стандартах ИСО серии 9000. На первоначальном этапе необходимо систематизировать требования для реализации принципов менеджмента, присутствующие в стандартах СМК.

Информация о выполнении совокупности требований по каждому из принципов позволит делать выводы о степени реализации определенного принципа в системе менеджмента качества проверяемого субъекта хозяйствования [1].

К этой группе также можно отнести методы оценки управления и степени интегрированности систем менеджмента на предприятии. Так, метод, предложенный Г.Н. Ивановой и Е.Л. Казмировским, основан на том, что во время аудита степень интеграции отдельных элементов системы оценивается по вопросам, касающимся общего планирования, анализа, контроля и улучшения, осуществляемых в рамках системы менеджмента [3]. Процедура оценки интеграции производится в процентах от 0 до 100% в зависимости от полноты предоставленных свидетельств и аналогична процедуре, используемой для установления

Премии Правительства РФ в области качества. Суммарная фактическая оценка (с учётом весов отдельных элементов) делится на максимально возможную и определяется совокупный показатель степени интеграции системы менеджмента, соответствующий определённому уровню.

К наиболее известным международным системами рейтинга качества специалисты относят: функциональную модель оценки менеджмента (ФМОМ), модели TQM и модель оценки функционирования деятельности организации IQNet 9004.

В основе ФМОМ заложены три ключевые концепции достижения конкурентных преимуществ субъектом хозяйствования: лидерство, персонал, развитие. Оценке подлежат шесть основных функций управления: прогнозирование, планирование, организация, мотивация, контроль, координация и коммуникация. Первые пять функций менеджмента соответствуют пяти оценочным критериям модели, содержат по пять субкритериев и формируют структуру управления, определяющую характер взаимосвязей (коммуникацию) организации. Экспертный анализ каждой из 25 категорий предполагает пять вариантов оценки управленческой деятельности в организации: от 0 – деятельность не ведётся; до 4 – деятельность ведётся максимально эффективно. Уровень развития системы управления организации определяется общей оценкой текущего состояния менеджмента и соответствует одному из пяти уровней зрелости [8].

Модели TQM (Модели Премий в области качества) обычно включают 9 основных критериев с уточняющими подкритериями (от 6 до 32), имеющими внутренние взаимосвязи. Содержание критериев отражает ключевые направления бизнеса, актуальные для построения конкурентоспособной организации с эффективной системой управления. Оценка критериев по составляющим (в %) производится в зависимости от полноты предоставленных свидетельств, а общая оценка организации – суммой оценок критериев [5].

К данной группе методов можно отнести также Объединённую модель Премий по качеству (на основе Премии Деминга), Национальную Премию по качеству Малкольма Болдриджа, Европейскую Премию по качеству, Японскую Премию по качеству, Премию Правительства РФ в области качества.

Модель оценки функционирования деятельности организации IQNet 9000 основана на требованиях ИСО 9001:2000 (130 вопросов), ИСО 9004:2000 (53 вопроса) и дополнительных требованиях Ассоциации IQNet (65 вопросов). Модель включает следующие разделы, сформулированные в специальных контрольных листах: система менеджмента качества; ответственность руководства; управление ресурсами; процессы жизненного цикла продукции; измерение, анализ, улучшение. Для проведения оценки аудиторы совместно с высшим руководством предприятия предварительно определяют коэффициенты значимости элементов модели от 1 до 3. Степень выполнения требований, сформулированных в вопросах контрольного листа, оценивается в баллах от 1 до 5 и соответствует уровню зрелости организации. Для оценки элемента сумма баллов по каждому вопросу в элементе делится на количество вопросов. После того как все элементы модели оценены, подводится их суммарная оценка с учётом влияния коэффициентов значимости. Средний результат определяется путём расчёта среднеарифметического значения результатов по каждому элементу [5].

При всем различии методов оценки эффективности систем менеджмента качества на предприятии, существует нечто общее, что их объединяет: показателем эффективности выступает зрелость процессов, которая ранжируется по уровням. Это связано с тем, что задача измерения показателей эффективности функционирования системы менеджмента заключается в придании количественной определённости тем параметрам оценки, которые невозможно измерить ни стоимостными,

ни натуральными измерителями. Наиболее удобным и распространённым методом измерения подобных показателей является метод балльной оценки. Шкалы, используемые для оценки уровней зрелости процессов систем менеджмента в различных моделях оценки, отличаются друг от друга, но в то же время они несут одну смысловую нагрузку, их различия незначительны, а классификация и структура идентичны. Подобные методы оценки достаточно понятны и просты в применении, но им свойственен существенный недостаток, присущий балльной оценке. Результаты подобных оценок носят довольно субъективный характер.

2. Функциональная модель оценки эффективности и результативности СМК.

В основе этой методологии заложен механизм оценки степени влияния отдельных элементов системы менеджмента качества на функционирование предприятия целом. Эта методология может быть реализована методом экспертной оценки, предусматривающим количественную оценку эффективности функционирования СМК. Основные задачи оценки заключаются в выявлении слабо функционирующих отдельных элементов системы; оценке функционирования системы в целом и выработке необходимых мероприятий по дальнейшему совершенствованию системы менеджмента качества [10].

Примером данной модели может быть методика оценки результативности систем менеджмента качества организаций, осуществляющих исследования, разработку, производство, поставку, ремонт и утилизацию оборонной продукции по государственному оборонному заказу. Оценка результативности СМК рассчитывается как средневзвешенная оценка пяти частных показателей первого уровня:

R_1 – характеризует удовлетворенность потребителей (заказчиков) качеством выпускаемой организацией продукции;

R_2 – характеризует соответствие требованиям, предъявляемым к продукции;

R_3 – характеризует степень выполнения требований ГОСТ РВ 15.002, зависящих от вида деятельности организации;

R_4 – характеризует степень достижения целей организации в области качества и установленных критериев результативности процессов, определенных организацией как необходимые для СМК;

R_5 – характеризует качество продукции поставщиков.

Определение частных показателей первого уровня производится на основе использования частных показателей второго уровня.

При расчетах частных показателей первого уровня, как и результативности СМК организации в целом, используется метод средневзвешенных оценок.

Оценка результативности СМК включает следующие этапы определения:

- частных показателей второго уровня;
- частных показателей первого уровня;
- значений интегрального показателя результативности СМК;
- значений интегрального показателя результативности СМК – $R_{СМК}$.

Возможные результаты интерпретации:

- $R_{СМК} < 0,60$ – p – недопустимая результативность;
- $0,60 \leq R_{СМК} < 0,75$ – результативность допустимая;
- $0,75 \leq R_{СМК} < 0,95$ – результативность достаточная;
- $R_{СМК} \geq 0,95$ – результативность высокая [6].

3. Оценка достигнутого уровня экономической эффективности в результате функционирования системы менеджмента качества. Эта методология строится на типовых методиках определения экономической эффективности капитальных вложений (инвестиций, новой техники и др.). Основными показателями при этом являются:

1. экономический эффект = Результаты – Затраты;

2. экономическая эффективность = Результаты / Затраты;

3. срок окупаемости затрат = Затраты / Результаты.

В качестве экономических результатов могут рассматриваться: объем производства, валовой доход (или оборот), прибыль, сокращение издержек и др.

К затратам относят как текущие (например – себестоимость), так и капитальные вложения.

В рамках методологии возможно использование как статических показателей экономической эффективности (годового экономического эффекта, сравнительной экономической эффективности, приведенных затрат, бухгалтерской рентабельности и др.), так и дисконтированных показателей, учитывающих разновременную ценность денег (чистой текущей стоимости, индекса рентабельности инвестиций, внутренней нормы доходности, дисконтированного срока окупаемости инвестиций и др.).

Использование данной методологии позволяет увязать экономические результаты

деятельности предприятия с мероприятиями по улучшению качества продукции. Для проведения оценки используются данные бухгалтерского и управленческого учета. В связи с этим объективность оценки эффективности СМК существенно повышается.

4. Оценка эффективности системы менеджмента качества на основе определения индикаторов роста компании. В основе методологии лежит механизм измерения наиболее значимых для предприятия индикаторов роста: объема продаж товаров и (или) услуг, производительности, прибыли, удовлетворенности потребителей и т. д. Этот подход основывается не на оценке показателя деятельности как такового, а на выявлении его стратегической роли и поведения во времени (скорости и ускорения роста). Поскольку эффект функционирования любой системы управления является по своей природе синергическим, т. е. эффектом усиления взаимодействия и координации между элементами этой системы, объективной основой его возникновения является реальное взаимодействие элементов системы. Синергетический эффект характеризует увеличение эффективности деятельности в результате интеграции, слияния отдельных частей в единую систему за счет системного эффекта. В связи с этим эффективность системы менеджмента качества в первую очередь должна отражать экономическую составляющую деятельности предприятия. То есть требуется установить связь (функциональную или корреляционную) между внедрением системы менеджмента качества и изменениями финансовых показателей деятельности предприятия [7].

5. Метод сбалансированной системы показателей (Balanced Scorecard) – применяется в практике стратегического управления и оценки эффективности деятельности предприятий по нескольким различным системам показателей. Метод призван учитывать интересы и степень удовлетворенности всех заинтересованных сторон в деятельности предприятия. Баланс интересов заинтересованных сторон не означает их полное равновесие, а устанавливает некоторое количественное соотношение и динамическую взаимосвязь (оптимальный баланс) этих интересов.

Основной инструментальный метод – стратегические карты (strategy maps), которые предназначены для определения и наглядного описания стратегических целей, задач и показателей,

а также путей их достижения и решения. Карта позволяет донести до отдельных подразделений и сотрудников предприятия их роль в реализации стратегий. СК могут быть созданы на любом уровне управления, и каждый уровень будет иметь возможность видеть свое место на общей СК.

Построение стратегических карт сводится к интеграции целей предприятия в четырех составляющих сбалансированной системы показателей (ССП) и подразумевает выполнение следующих действий.

1. Определение стратегической цели в финансовых показателях – создание долгосрочной акционерной стоимости (финансовая составляющая).

2. Предложение потребительной ценности клиентам, обеспечивающее достижение финансовых целей (клиентская составляющая).

3. Выявление внутренних бизнес-процессов и доведение их до совершенства для обеспечения реализации финансовых и клиентских целей (составляющая внутренних процессов).

4. Демонстрация возможностей, которые должно использовать предприятие для достижения целей, сформулированных в первых трех составляющих (составляющая обучения и развития).

Система сбалансированных показателей выражает миссию организации в виде набора показателей эффективности, который задает формат для стратегической системы оценки и управления [4]. Универсальной стратегией компаний в рамках этой парадигмы менеджмента является сбалансированный рост уровня удовлетворённости и лояльности всех заинтересованных сторон: потребителей и общества, собственников и персонала компаний.

6. Оценка эффективности системы менеджмента качества через результативность и эффективность процессов СМК. Методология строится на идентификации процессов системы и определении их основных характеристик: цели, владельца, ресурсов, результатов, показателей результативности и эффективности. Цель процесса определяет его результат. Для достижения цели необходимо использовать ресурсы – финансовые, технологические, трудовые и информационные средства, с помощью которых осуществляется преобразование входов в выходы. Результат процесса зависит от цели процесса. Показатели результативности процесса характеризуют степень достижения цели процесса и запланированных результатов. При оценке результативности используются показатели, характеризующие экономическую результативность, измеряемую в денежном

выражении, что является необходимым для оценивания эффективности процесса. Под эффективностью понимается связь между результатом и использованными ресурсами, т. е. затратами на качество процессов. Показатели эффективности отражают, насколько оптимизированы ресурсы (минимизированы на единицу полезного результата) и устранены потери при достижении необходимого результата. Для оценки эффективности процесса необходимо идентифицировать и классифицировать затраты на процесс [9]. Сопоставление экономической результативности и затрат на процесс позволит рассчитать показатели эффективности процесса.

Для оценки экономического эффекта от функционирования бизнес-процесса можно сопоставить сумму затрат на предупреждение дефектов входных потоков и затрат на контроль управляющих воздействий с потерями от дефектов выходных потоков. По совокупности показателей эффективности процессов можно судить об эффективности системы менеджмента качества в целом.

Интересным представляется методологический подход к оценке эффективности СМК, построенный на объединении методов оценки, входящих в разные группы. Так в модели комплексной оценки эффективности интегрированной системы менеджмента используются четыре критерия оценки: степень соответствия интегрируемых элементов требованиям стандартов на системы менеджмента; степень интегрированности систем менеджмента; степень эффективности управления рисками и экономический эффект от внедрения интегрированной системы менеджмента [1]. Достоинством подхода является объединение в единую систему параметров как качественной, так и количественной оценки эффективности системы менеджмента, что существенно повышает степень объективности оценки.

Выводы

Проанализированные выше подходы к определению эффективности СМК отражают все разнообразие применяемых на практике моделей, методов, методик и инструментов оценки. Каждое предприятие самостоятельно решает проблему выбора из этого многообразия только ему подходящего комплекса средств. Другими словами, в отсутствие общепризнанной регламентированной методологии оценки эффективности СМК субъекты хозяйствования вынуждены самостоятельно выстраивать механизм оценки.

ЛИТЕРАТУРА

1 Данилова А. О., Катанаева М. А. Модель комплексной оценки эффективности // Российское предпринимательство. 2009. № 1 (126). С. 86–92.

2 Деминг У. Э. Выход из кризиса Тверь: Альба, 1994. 497 с.

3 Иванова Г. Н., Казмировский Е. Л. Интегрированные системы: новый подход к построению и оценке // Методы менеджмента качества. 2007. № 4. С. 12–18.

4 Каплан Р. С., Нортон Д. П. Как заставить работать сбалансированную систему показателей. М.: Альпина Бизнес Букс, 2006. 224 с.

5 Маслов Д., Белокозовин Э. Маслов Д. Сравнительный анализ мировых премий по качеству // Стандарты и качество. 2005. № 5. С. 88–94.

6 Методика оценки результативности системы менеджмента качества организации // Центральный орган СДС «Военный регистр» URL: <http://www.rusregister.ru/Metodika.pdf>

7 Самогородская М. И. Система экономики качества – основные задачи и принципы функционирования // Регион: системы экономика управление. 2010. № 3. С. 116–120.

8 Самогородская М. И. Экономические инструменты управленческих процессов обеспечения качества // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2011. Т. 7. № 11-3. С. 90–94.

9 Скрипко Л. Е. Финансовый менеджмент в управлении качеством: учебное пособие СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2012. 214 с.

10 Шве́ц В. Е. К вопросу определения результативности и эффективности CMK // Методы менеджмента качества. 2004. № 6. С. 44–48.

REFERENCES

1 Danilova A. O., Katanaeva M. A. Model of integrated assessment of efficiency. *Rossiiskoe predprinimatel'stvo* [Journal of Russian entrepreneurship]. 2009. no. 1 (126). pp. 86–92. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Александр И. Хорев д. э. н., профессор, зав. кафедрой, кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, al.khorev@gmail.com

Марина И. Самогородская д. э. н., Воронежский государственный технический университет, Московский пр-т 14, г. Воронеж, 394026, Россия

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Александр И. Хорев консультация в ходе исследования
Марина И. Самогородская написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 12.10.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 19.11.2016

2 Deming U. E. *Vykhod iz krizisa* [Out of the crisis] Tver', Al'ba Publ., 1994. 497 p. (in Russian).

3 Ivanova G. N., Kazmirovskii E. L. Integrated systems: a new approach to build and evaluate. *Metody menedzhmenta kachestva* [Methods of quality management]. 2007. no. 4. pp. 12–18. (in Russian).

4 Kaplan R. S., Norton D. P. *Kak zastavit' rabotat' sbalansirovannuyu sistemu pokazatelei* [How to make it work balanced scorecard] Moscow, Al'pina Biznes Buks publ., 2006. 224 p. (in Russian).

5 Maslov D., Belokorovin E. Maccloud A comparative analysis of global quality awards. *Standarty i kachestvo* [Standards and quality]. 2005. no. 5. pp. 88–94. (in Russian).

6 Methods of assessing the effectiveness of the quality management system of organization Tsentral'nyi organ SDS "Voennyi registr" Available at: <http://www.rusregister.ru/Metodika.pdf> (in Russian).

7 Samogorodskaya M. I. The system of economy of quality – objectives and principles of operation. *Region: sistema ekonomika upravlenie* [Region: the system of economy management]. 2010. no. 3. pp. 116–120. (in Russian).

8 Samogorodskaya M. I. Economic tools management processes quality assurance. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [Proceedings of Voronezh state technical University]. 2011. V. 7. no. 11-3. pp. 90–94. (in Russian).

9 Skripko L. E. *Finansovyi menedzhment v upravlenii kachestvom: uchebnoe posobie* [Financial management in quality management: a tutorial] St. Petersburg, SPbGUEF publ., 2012. 214 p. (in Russian).

10 Shvets V. E. K the determination of the efficiency and effectiveness of the QMS. *Metody menedzhmenta kachestva* [Methods of quality management]. 2004. no. 6. pp. 44–48. (in Russian).

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Alexander I. Khorev doctor of economic sciences, professor, head of department, economic security and financial monitoring department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia, al.khorev@gmail.com

Marina I. Samogorodskaya doctor of economical sciences, Voronezh state technical university, Moscow av. 14, Voronezh, 394026, Russia

CONTRIBUTION

Alexander I. Khorev consultation during the study
Marina I. Samogorodskaya wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 10.12.2016

ACCEPTED 11.19.2016

Моделирование работы службы такси

Роза М. Безбородникова¹ fiz.mme.rosa@rambler.ru

¹кафедра математических методов и моделей в экономике, ОГУ, Победы пр-т., 13, г. Оренбург, 460006, Россия

Реферат. Моделирование и оптимизация бизнес-процессов являются актуальными задачами современности. На основе изучения бизнес-процессов можно предвидеть и избежать многих проблем в работе компаний, связанных прежде всего с повышенным уровнем затрат, низким качеством выполняемых работ и произведенных продуктов, излишней длительностью выполнения функций. Применение инструмента имитационного моделирования для бизнес-процессов позволяет еще на этапе планирования оценить различные показатели эффективности функционирования процессов, выявить наилучшую последовательность выполнения функций, определить затраты ресурсов, вычислить загруженность персонала, что тем самым способствует своевременному принятию правильных вариантов управленческих решений. В статье проведено моделирование бизнес-процесса «Обработка заказа» службы такси Жара города Оренбурга. На основе методологии моделирования Business Process Model and Notation (BPMN) построена функциональная диаграмма бизнес-процесса (с помощью бесплатно распространяемого программного продукта Bizagi Modeler), заданы используемые ресурсы, затраты на их использование, построены календарные графики работ. Далее осуществлено имитационное моделирование функционирования процесса при различных входных данных: количества поступающих заявок, числа диспетчеров и бюджета на рекламу. Показано, что повышению эффективности функционирования бизнес-процесса будет способствовать увеличение общего числа диспетчеров до 6 человек, а также повышение расходов на рекламу вдвое. Вследствие принятых решений ожидается повышение размера чистой прибыли компании до 76 794 р. и средних заработных плат персонала (в частности таксистов до 42 281 р., диспетчеров до 22 799 р.), а также сокращение длительности обработки одного заказа до 31 минуты.

Ключевые слова: бизнес-процесс, функциональная модель, методология моделирования BPMN, имитация бизнес-процесса, Bizagi Modeler

Modeling of the service taxi

Rosa M. Bezborodnikova¹ fiz.mme.rosa@rambler.ru

¹department of mathematical methods and models in economy, OSU, Pobedy av., 13, Orenburg, 460006, Russia

Summary. Modeling and optimization business processes are ongoing challenges of modernity. Based on the study of business processes to anticipate and avoid many problems in the work of companies linked primarily with an increased level of costs, the low quality of the performed works and manufactured products, excessive run time functions. Application of simulation tool for business processes allows at the stage of planning to assess various indicators of the effectiveness of processes to identify the best sequence of functions, determine resource costs to calculate personnel workload, thereby facilitating timely adoption of the correct administrative decisions. The article deals with the modeling of the business process “Order processing” taxi service Heat the city of Orenburg. Based on the methodology of modeling Business Process Model and Notation (BPMN) built functional diagram of the business process (with freely distributed software product Bizagi Modeler), given the resources used, the costs of their use, built calendar schedules. Next, the operation was carried out simulations with different process input data: the number of incoming applications, the number of controllers and advertising budget. It is shown that the efficiency of the business process will contribute to the increase in the total number of dispatchers up to 6 people, as well as increasing advertising costs doubled. As a result of the decisions taken is expected to increase the net income of the company to 76 794 RUR and the average salary of the staff (in particular taxi drivers to 42 281 RUR, dispatchers and 22 799 RUR), as well as reducing the duration of processing a single order up to 31 minutes.

Keywords: business process, functional model, methodology BPMN modeling, simulation of business processes, Bizagi Modeler

Введение

В современном обществе каждый из нас пользуется услугами такси. Несмотря на то что компаний такси довольно много, этот рынок активно развивается. К примеру, в одном лишь городе Оренбург на сегодняшний день их насчитывается более 62 организации [1]. Для поддержания бизнеса на конкурентоспособном уровне руководству этой сферы услуг необходимо применять эффективные

управленческие решения, включающие в себя прежде всего систему ценообразования и рекламную деятельность [2]. Одним из таких современных инструментов является анализ и моделирование бизнес-процессов компании [3, 4].

Согласно определению, бизнес-процесс – устойчивая, целенаправленная совокупность взаимосвязанных видов деятельности, которая по определенной технологии преобразует входы в выходы, представляющие ценность для потребителя (клиента).

Для цитирования

Безбородникова Р. М. Моделирование работы службы такси // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 322–329. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-322-3297

For citation

Bezborodnikova R M. Modelig of the service taxi. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 322–329. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-322-329

Это определение базируется на определении стандарта МС ИСО 9000:200 [5]. Для измерения эффективности функционирования бизнес-процессов существует множество метрик, связанных с показателями стоимости, качества, времени и т. д. [6, 7]. Естественно, для каждого бизнес-процесса важны лишь те метрики, которые характеризуют наиболее важный, с точки зрения его исследования, аспект [8, 9]. К примеру, в бизнес-процессе «Оценка качества произведенной продукции» такой метрикой, скорее всего, будет выступать количество бракованных изделий или в процессе «Заключение договоров страхования» – количество заключенных договоров [10–12].

Цель исследования – улучшение значений метрик бизнес-процесса путем выбора различных вариантов его функционирования.

Рассмотрим бизнес-процесс «Обработка заказа» службы такси Жара города Оренбурга.

1.1 Построение функциональной модели бизнес-процесса и задание его входных параметров

На первом этапе составим модель функционирования процесса «как есть». Для этого будем использовать бесплатный продукт Bizagi Modeler от компании Bizagi Limited [13]. Построение диаграммы бизнес-процесса в этом инструменте осуществляется с использованием современной методологии моделирования BPMN 2.0 [14, 15].

На рисунке 1 представлена схема функционирования анализируемого процесса.

Процесс запускается при получении звонка от клиента. Диспетчером уточняются детали заказа, сведения о заказе заносятся в специальное приложение «Зебра мобайл». Свободный таксист может взять заказ на выполнение путем изменения соответствующего статуса заказа в приложении. С появлением сведений о готовности машины происходит информирование клиента о марке авто, номере и времени ожидания. Если заказ подтвержден, то таксист выезжает к клиенту и осуществляет его перевозку. В случае успешности операции клиент производит оплату, а таксист изменяет статус заказа в приложении на «Завершен». В противном случае – заказ отменяется диспетчером. Если по каким-либо причинам таксист не забрал клиента, то диспетчер повторно обзванивает клиента и далее осуществляется его перевозка.

На втором этапе зададим входные параметры процесса. В штате сотрудников компании имеется 3 диспетчера и 30 таксистов. Перейдем во вкладку «Вид симуляции» и укажем используемые ресурсы бизнес-процесса. Отобразится окно, в котором при нажатии на кнопку «Calendars» необходимо задать графики работ ресурсов. В компании диспетчера, также, как и таксисты работают в три смены: первая смена работает с 9 до 17, вторая с 17 до 1, третья – с 1 до 9 часов.

Тариф на поездку составляет 500 р./ч. Заработная плата таксиста определяется повременно, т. е. зависит от суммарного времени обслуживания его заказа. Однако в конце каждого месяца руководству компании таксист обязан внести организационный взнос в размере 20% от его заработка за использование предоставляемого ему мобильного устройства с приложением «Зебра мобайл» и сведений о заказах. Заработная плата диспетчера фиксирована и составляет 8 тыс. р. Помимо этого диспетчерам выплачиваются премиальные пропорционально количеству успешно выполненных заказов в размере 3 р./заказ. Описанные условия использования ресурсов бизнес-процесса показаны на рисунке 2.

Общее количество доступных ресурсов в каждой смене задается во вкладке «Availability» (рисунок 3).

Каждая функция бизнес-процесса занимает определенное время. К примеру, «Получение сведений о готовности машины» в среднем занимает 2 минуты. Для задания длительностей выполнения каждой функции бизнес-процесса следует щелкнуть на значок с часами возле самой функции (рисунок 4).

При этом если функция выполняется незамедлительно, то параметр «Waittime» (время ожидания) равен 0.

Аналогично зададим ответственных лиц (и их количество) за выполнение каждой функции, щелкая на второй значок возле функции.

В диспетчерскую службу ежемесячно поступает около 5 тыс. звонков (т. е. примерно 8 заказов в час) с интервалом 8 минут соответственно. Данные условия задаются нажатием на значок возле стартового события.

Наконец, осталось задать вероятности на развилках. Делается это таким же образом, т. е. нажатием на соответствующий значок возле знака развилки.

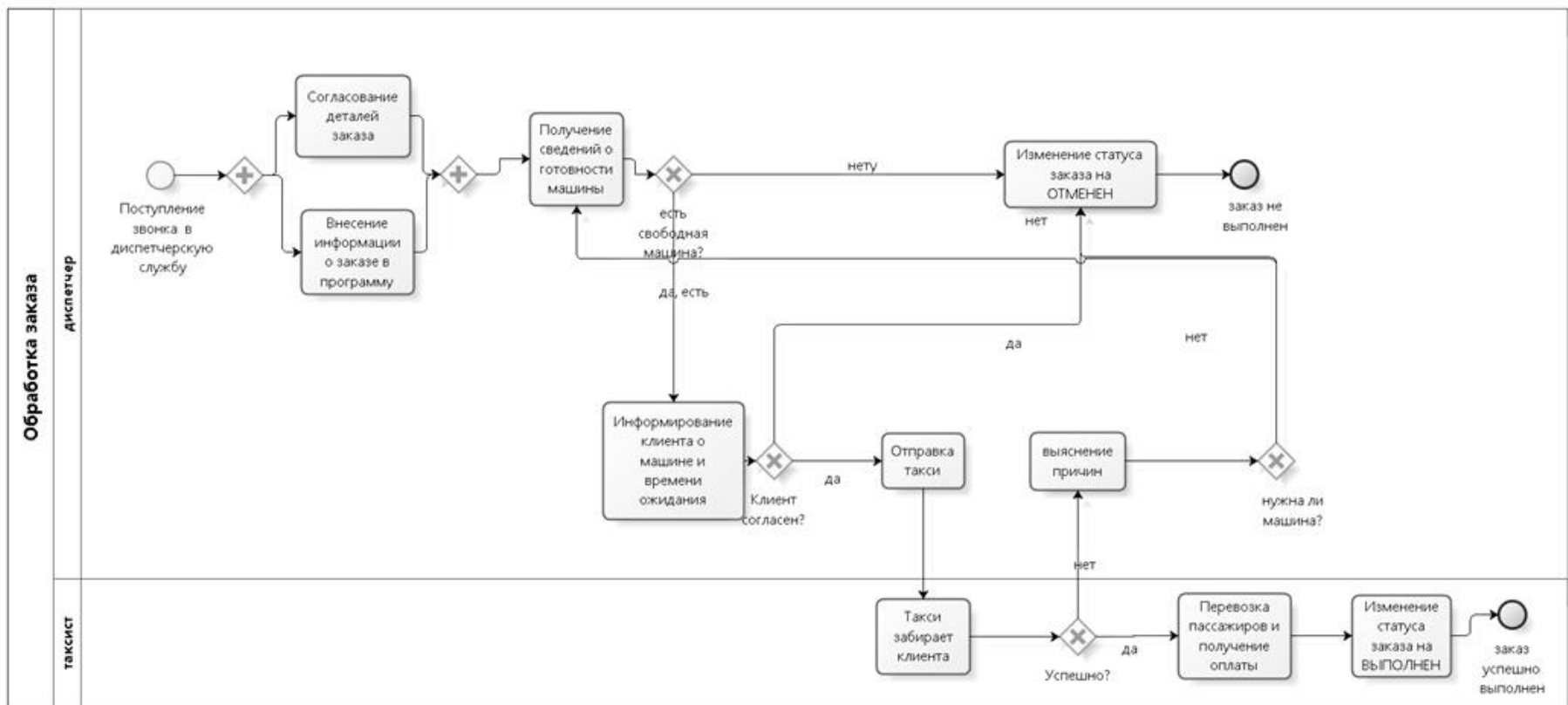


Рисунок 1. Бизнес-процесс «Обработка заказа»

Figure1. The business process “Order processing”

Resources	Fixed cost	Cost per hour
Диспетчер	3	0
Таксист	0	500

Рисунок 2. Стоимость использования ресурсов

Figure 2. The cost of using resources

Resources	Default quantities	первая смена	вторая смена	третья смена
Диспетчер	0	1	1	1
Таксист	0	10	10	10

Рисунок 3. Доступность ресурсов

Figure 3. The availability of resources

Wait time: 0 days, 0 hrs, 0 mins, 0 secs

Processing time: 0 days, 0 hrs, 2 mins, 0 secs

Рисунок 4. Задание длительности функций бизнес-процесса

Figure 4. Specify the duration of the functions of the business process

1.2 Осуществление имитации

Задав все параметры процесса, перейдем к следующему этапу – осуществление имитации. Для этого нажмем на кнопку «Run», затем «Start». Процесс имитации представлен на рисунке 5.

Над каждой функцией бизнес-процесса прописывается количество завершенных экземпляров процесса, суммарное время выполнения функции и суммарное время ожидания выполнения функции. К примеру, функция «выяснение причин» (на момент имитации) происходила незамедлительно 2 раза и заняла две с половиной минуты.

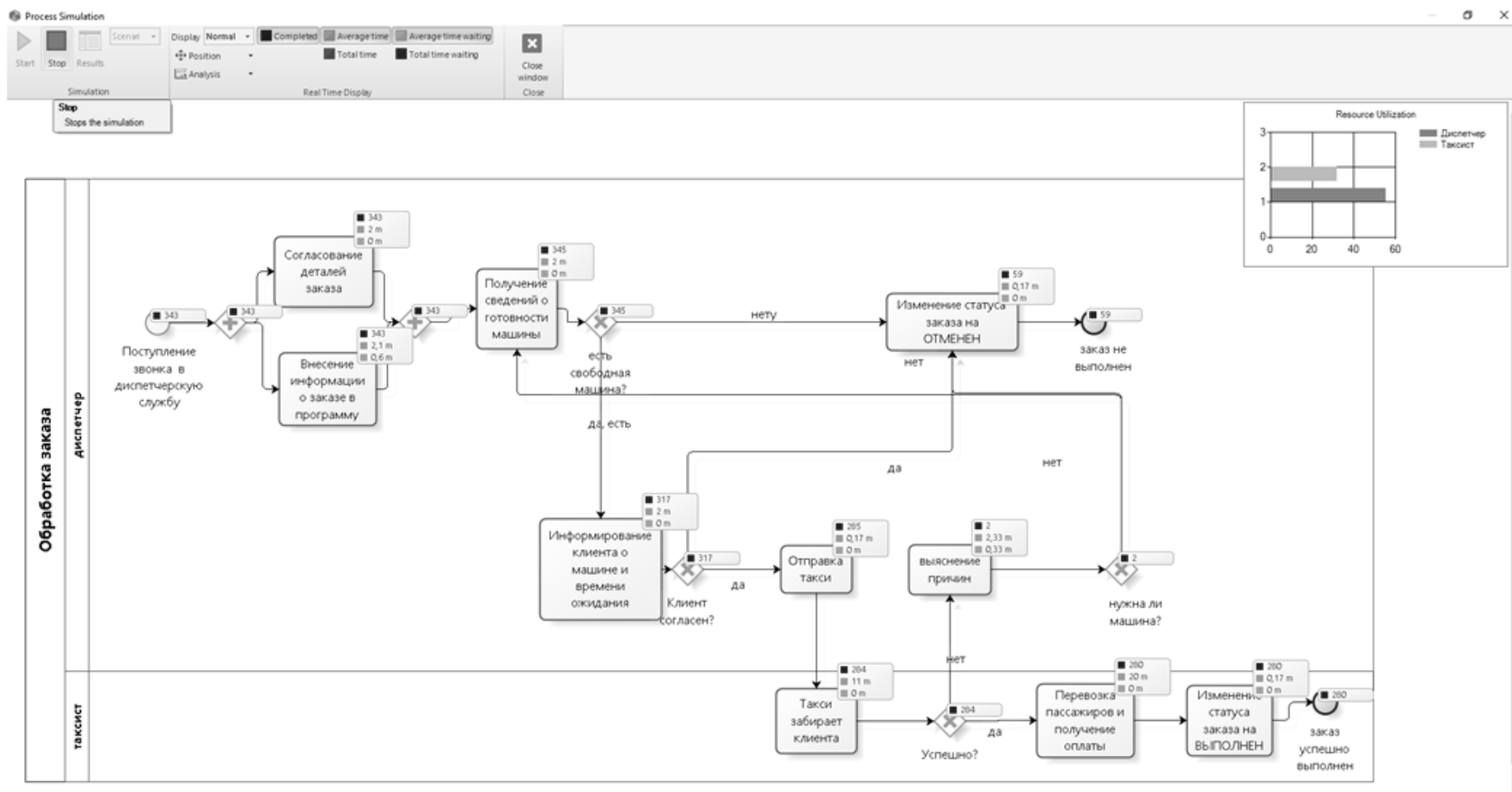


Рисунок 5. Осуществление имитации процесса
Figure5. The implementation of the simulation process

Как будут «обработаны» все поступившие звонки, имитация закончится. Ее результаты выдаются в следующей форме (рисунки 6, 7).

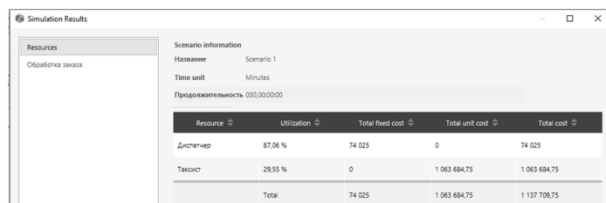


Рисунок 6. Результаты имитации

Figure 6. The results of the simulation

Используя полученные данные, можно рассчитать некоторые метрики бизнес-процесса и предполагаемый финансовый результат компании за месяц работы (таблица 1).

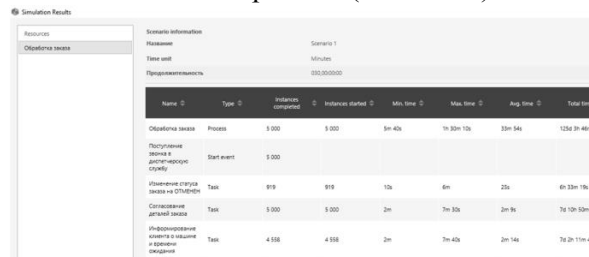


Рисунок 7. Результаты имитации (фрагмент)

Figure 7. The results of the simulation (fragment)

Результаты функционирования бизнес-процесса

Таблица 1.

The results of the operation of the business process

Table 1.

Метрика бизнес-процесса / Business Process Metrics	Значение
Общее количество заказов, шт. / The total number of orders, pcs.	5 000
Количество успешно выполненных заказов, шт. / Number of successfully completed orders, pcs.	4 081
Количество отмененных заказов, шт. / The number of canceled orders, pcs.	919
Количество диспетчеров, шт. / The number of air traffic controllers, psc.	3
Количество таксистов, шт. / The number of taxi drivers, pcs.	30
Заработная плата таксистов, р. / The salary taxi drivers RUR	1 063 684
Совокупная выручка, р. / Total revenues, RUR	212 736
	98 025
Заработная плата диспетчеров, р. оклад премиальные / Wages controllers RUR salary bonuses	74 025
Затраты на рекламу, р. / Expenses for advertising, RUR	30 000
Чистая прибыль, р. / Net profit, RUR.	84 711
Средний заработок таксиста, р. / Average earnings taxi driver RUR	35 456
Средний заработок диспетчера, р. / Middle Manager earnings RUR	32 675
Средняя длительность обработки одного заказа, мин. / The mean duration of treatment of the order, min.	32

Совокупная длительность ожидания ресурсов бизнес-процесса «Обработка заказа» составляет 3 дня и 20 часов, причем большая часть из них приходится на функцию «Внесение информации о заказе в программу», за выполнение которой отвечает диспетчер. Следовательно, для сокращения времени ожидания этого ресурса требуется нанять большее количество диспетчеров.

Исследуем, как отразится на финансовых результатах компании увеличение числа диспетчеров в каждую смену до двух. В результате аналогично произведенной имитации совокупное время ожидания ресурсов сократится до 13 минут, загруженность диспетчеров снизится до 43,5%. В таблице 2 произведен подсчет основных метрик бизнес-процесса.

Таблица 2.

Результаты функционирования бизнес-процесса при увеличении числа диспетчеров вдвое

Table 2.

The results of the operation of the business process by increasing the number of managers by half

Метрика бизнес-процесса / Business Process Metrics	Значение
Общее количество заказов, шт. / The total number of orders, pcs.	5000
Количество успешно выполненных заказов, шт. / Number of successfully completed orders, pcs.	4091
Количество отмененных заказов, шт. / The number of canceled orders, pcs.	919
Количество диспетчеров, шт. / The number of air traffic controllers, psc.	6
Количество таксистов, шт. / The number of taxi drivers, pcs.	30
Заработная плата таксистов, р. / The salary taxi drivers RUR	1 063 684
Совокупная выручка, р. / Total revenues, RUR	212 736
	122 025
Заработная плата диспетчеров, р. оклад премиальные / Wages controllers RUR salary bonuses	48 000
Затраты на рекламу, р. / Expenses for advertising, RUR	74 025
Чистая прибыль, р. / Net profit, RUR.	30 000
Средний заработок таксиста, р. / Average earnings taxi driver RUR	60 711
Средний заработок диспетчера, р. / Middle Manager earnings RUR	35 456
Средняя длительность обработки одного заказа, мин. / The mean duration of treatment of the order, min.	20 337

Из таблицы 2 видно, что прибыль компании сократится с 84 711 до 60 711 р. Предположим, что для повышения общего количества заказов и прибыли руководство компании, увеличит затраты

на рекламу вдвое. Тогда общее количество заказов предположительно возрастет с 5000 до 6000, а интервалы между звонками сократятся до 7 минут. Получим следующие результаты (таблица 3).

Таблица 3.
Результаты функционирования бизнес-процесса при увеличении количества поступающих заявок, количества диспетчеров и бюджета на рекламу

Table 3.
The results of the operation of the business process by increasing the number of applications received, the number of dispatchers and the budget on advertising

Метрика бизнес-процесса / Business Process Metrics	Значение
Общее количество заказов, шт. / The total number of orders, pcs.	6 000
Количество успешно выполненных заказов, шт. / Number of successfully completed orders, pcs.	4 866
Количество отмененных заказов, шт. / The number of canceled orders, pcs.	1 134
Количество диспетчеров, шт. / The number of air traffic controllers, psc.	6
Количество таксистов, шт. / The number of taxi drivers, pcs.	30
Заработная плата таксистов, р. / The salary taxi drivers RUR	1 268 433
Совокупная выручка, р. / Total revenues, RUR	253 686
	136 794
	48 000
Заработная плата диспетчеров, р. оклад премиальные / Wages controllers RUR salary bonuses	88 794
Затраты на рекламу, р. / Expenses for advertising, RUR	60 000
Чистая прибыль, р. / Net profit, RUR.	76 794
Средний заработок таксиста, р. / Average earnings taxi driver RUR	42 281
Средний заработок диспетчера, р. / MiddleManagerearningsRUR	22 799
Средняя длительность обработки одного заказа, мин. / The mean duration of treatment of the order, min.	31

Таким образом, увеличение расходов на рекламу повлечет за собой повышение чистой прибыли компании на 16 083 р., средние заработные платы персонала повысятся, а длительность обработки одного заказа сократится.

Заключение

В рамках статьи продемонстрированы последствия выбора того или иного варианта управленческого решения для работы службы такси «Жара» города Оренбурга, хотя окончательный выбор зависит все же от бизнес-стратегии компании и приоритетов его руководства.

ЛИТЕРАТУРА

1 Интернет бизнес-центр URL: <http://delovoy-orenburg.ru>.

2 Mcivor R.T., Humphreys P.K., Mcaleer W.E. A strategic model for the formulation of an effective make or buy decision. Management desigion. 1997, № 2, С. 169–178.

3 Козлов, А.С. Проектирование и исследование бизнес-процессов. М.: Флинта, 2011. 268 с.

4 Силич, М.П. Моделирование и анализ бизнес-процессов. Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2009. 194 с.

5 Стандарт ISO 9000:200 Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь.

6 Репин, В.В. Бизнес-процессы. Моделирование, внедрение, управление. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2013. 512 с.

7 Елиферов В.Г., Репин, В.В. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2013. 544 с.

8 Chee Tahir A., Darton R.C. The process analysis method of selecting indicators to quantify the

sustainability performance of a business operation. Journal of cleaner production. 2010, no. 16-17, С. 1598-1607.

9 Valiris G., Glykas M. Business analysis metrics for business process redesign. Business process management journal. 2004, №. 4, С. 445-480.

10Businesscon sulting group URL: http://b-c-group.ru/?page_id=109

11Jurisch M.C., Palka W., Wolf P., Krcmar H. Which capabilities matter for successful business process change? Business process management journal. 2014, №. 1, С. 47-67.

12Vom Brocke J.Ч, Schmiedel T., Recker J., Trkman P., Mertens W., Viaene S. Ten principles of good business process management. Business process management journal. 2014, №. 4, С. 530-548.

13Business Process Management (BPM) solutions URL: <http://bizagi.com>

14Материалы википедии URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/BPMN>

15BPMN2.0 Метамодел и нотация бизнес-процессов URL: http://bpmb.de/images/BPMN2_0_Poster_RU.pdf

REFERENCES

- 1 Internet biznes centr [Internet Business Center], available at: <http://delovoy-orenburg.ru>
- 2 Mcivor R.T., Humphreys P.K., Mcaleer W.E. A strategic model for the formulation of an effective make or buy decision. *Management design*. 1997, no. 2, pp. 169-178.
- 3 Kozlov, A. (2011) "Proektirovanie i issledovanie biznes processov" [Design and study of business processes], Moscow, Flinta publ., 268 p.
- 4 Silich, M. "Modelirovanie i analizbiznes processov" [Modeling and analysis of business processes], Tomsk, Tomsk interuniversity center for distance education publ., 2009. 194 p.
- 5 ISO 9000 standard: 200, Quality management systems. Fundamentals and vocabulary (In Russ)
- 6 Repin, V. "Biznes process i modelirovanie bnedrenieupravlenie" [Business processes. Modeling, implementation, management], Moscow, Mann, Ivanov and Ferber publ., 2013, 512 p.
- 7 Repin, V. "Processnii podhod k upravleniu modelirovanie biznes processov" [Process approach to management. Modeling business processes], Moscow, Mann, Ivanov and Ferber publ., 2013. 544 p.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Роза М. Безбородникова к. э. н., доцент, кафедра математических методов и моделей в экономике, Оренбургский государственный университет, пр-т. Победы, 13, г. Оренбург, 460006, Россия, fiz.mme.rosa@rambler.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Роза М. Безбородникова полностью подготовила рукопись и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 08.11.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 30.11.2016

- 8 Chee Tahir A., Darton R.C. The process analysis method of selecting indicators to quantify the sustainability performance of a business operation. *Journal of cleaner production*. 2010, no. 16–17, pp. 1598–1607.

- 9 Valiris G., Glykas M. Business analysis metrics for business process redesign. *Business process management journal*. 2004, no. 4, pp. 445–480.

- 10 Business consulting group, available at: bpmb.de/images/BPMN2_0_Poster_RU.pdf

- 11 Jurisch M.C., Palka W., Wolf P., Krcmar H. Which capabilities matter for successful business process change? *Business process management journal*. 2014, no. 1, pp. 47–67.

- 12 Vom Brocke J., Schmiedel T., Recker J., Trkman P., Mertens W., Viaene S. Ten principles of good business process management. *Business process management journal*. 2014, no. 4, pp. 530–548.

- 13 Business Process Management (BPM) solutions. available at: <http://bizagi.com>

- 14 Materiali vikipedii [The Wikipedia], available at: <http://ru.wikipedia.org/wiki/BPMN>

- 15 BPMN2.0 metamodel inotacia biznes processov [BPMN2.0A metamodel and notation business process], available at: bpmb.de/images/BPMN2_0_Poster_RU.pdf

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Rosa M. Bezborodnikova candidate of economics, associate professor, mathematical methods and models in economics department, Orenburg State University, Pobedy av., 13, Orenburg, 460006, Russia, fiz.mme.rosa@rambler.ru

CONTRIBUTION

Rosa M. Bezborodnikova fully prepared the manuscript and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The author declare no conflict of interest.

RECEIVED 11.8.2016

ACCEPTED 11.30.2016

Проблемы и перспективы развития региональной экономики в санкционный период

Елена В. Кайгородова ¹	ke9999@mail.ru
Николай С. Ханченков ¹	khanchenkov2013@yandex.ru
Марина В. Фролова ¹	frolova-marina79@mail.ru

¹ кафедра бухгалтерского учета и финансов, Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт, ул. Марковцева, 5, г. Кемерово, 650003, Россия

Реферат. Анализ экономических и политических последствий введения санкций против России, анализ зависимости различных отраслей экономики нашей страны от импорта и возможность его замещения отечественной продукцией является актуальной задачей. В первую очередь применяемые санкции ограничивают доступ европейских и американских инвесторов к долгосрочным долговым инструментам. В связи с этим исследуется экономическая ситуация регионов Российской Федерации в условиях западных санкций по формированию импортозамещения. Импортозамещение на сегодняшний день – это двигатель технологического прогресса России, который находится в числе самых приоритетных направлений экономического развития в ближайшем будущем. Приводятся примеры отрицательного влияния санкций, как на экономику России, так и на страны Запада. Особое внимание уделено инновационному развитию России, которое во многом зависит от эффективного осуществления его инфраструктурного преобразования, путем создания системы для эффективного перераспределения финансовых ресурсов, в сторону инновационных программ, а также активного участия в этом кредитных организаций, инвестиционных компаний, венчурных фондов, обществ взаимного страхования. Своевременным является увязывание инновационной и региональной политики развития субъектов с использованием собственных ресурсов и инвесторов, привлекательных условий для иностранного инвестирования. Проблемы, касающиеся экономических санкций, приобретают особое значение в современных условиях, где взаимозависимость экономик различных стран связана с формированием экономического пространства. Определены направления противостояния санкциям, сформулированы возможные сценарии внутриэкономического развития. Рассмотрены вопросы импортозамещения на современном этапе, в том числе на этапе действия российских санкций, нужно применить для переориентации региональной экономики и восстановления разрушенного в 1990 годах производства.

Ключевые слова: экономический сектор, региональная экономика, экономическая ситуация импортозамещение, действия российских санкций

Problems and prospects of regional economy development in the period of sanctions

Elena V. Kaigorodova ¹	ke9999@mail.ru
Nicholay S. Ganenkov ¹	khanchenkov2013@yandex.ru
Marina V. Frolova ¹	frolova-marina79@mail.ru

¹ accounting and finance department, Kemerovo state agricultural institute, Markovtseva str., 5, Kemerovo, 650003, Russia

Summary. Analysis of economic and political consequences of the sanctions against Russia, analysis of the dependence of different economy sectors of this country on imports and the possibility of its substitution by domestic products is an important task. In this connection we study the economic situation of the regions of the Russian Federation under the conditions of Western sanctions on the formation import substitution. At present import substitution is the indicator of technological progress in Russia which is one of the priorities of economic development in the near future. The examples of the negative impact of sanctions on the economy of Russia and Western countries are presented. First of all, sanctions imposed limit access of European and American investors to long-term debt instruments. Special attention is given to innovative development of Russia which largely depends on the effective implementation of its infrastructure transformation by establishing a system for the efficient reallocation of financial resources towards innovation programs, as well as the active participation of the credit institutions, investment companies, venture capital funds, mutual insurance companies. The timely measure is linking of innovative and regional policy of the development of the subjects with their own resources and investors, an attractive environment for foreign investment. Directions of the confrontation to sanctions are determined. Issues relating to economic sanctions are of particular importance in the present conditions where the interdependence of national economies is associated with formation of the economic space. The possible scenarios of domestic economic development are formulated. The discussed issues of import substitution at the present stage, including at the stage of the actions of Russian sanctions, should be applied for the reorientation of the regional economy and the restoration of the destroyed production in the 1990s.

Keywords: economy sectors, regional economy, economic situation import substitution, actions of Russian sanctions

Для цитирования

Кайгородова Е. В., Ханченков Н. С., Фролова М. В. Проблемы и перспективы развития региональной экономики в санкционный период // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 330–333. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-330-333

For citation

Kaigorodova E. V., Ganenkov N. S., Frolova M. V. Problems and perspective development of regional economy in the sanctions period. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 330–333. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-330-333

Введение

Устойчивое финансовое состояние государства определяется уровнем развития его экономики. Вследствие этого вопросы, касающиеся экономических санкций, приобретают особое значение в современных условиях, где взаимозависимость экономик различных стран связана с формированием экономического пространства. Наряду с этим, отраслевая структура, обмен информацией и технологиями, география размещения производительных сил определяются с учётом международной политики, а экономические подъёмы и спады имеют колоссальные масштабы. Прекращение или ограничение экономических отношений может иметь существенные последствия, делая экономические и политические санкции мощным инструментом воздействия на страну.

1.1 Экономические последствия введения санкций

В Российской Федерации в условиях санкций со стороны Европейского союза и других государств актуальной становится проблема социально-экономического развития регионов. Обоюдные санкции повлияли на развитие как политических, так и экономических взаимоотношений России с другими государствами, что нашло отражение в развитии экономики страны и соответственно субъектов федерации. Введение санкций обусловили нарастание нестабильности и спад в экономике, выявили внутренние противоречия, которые накапливались последние десятилетия.

Экономический спад 2015 года, в условиях санкций, дешевой нефти и национальной валюты – благодаря им, в России появились реальные возможности реформирования экономики как в целом, так и отдельных ее отраслей, регионов.

Экономические последствия введения санкций в отношении России можно рассматривать двояко. С одной стороны, они обусловили нарастание макроэкономической нестабильности и спад национальной экономики. С другой стороны – обнажили внутренние противоречия, которые накапливались в течение 20 лет. При этом экономический кризис 2015 года, отличается от других кризисов в истории страны. Эти отличия дают основания утверждать, что даже в условиях экономических санкций и дешевой нефти, а точнее, благодаря им, у страны появился реальный шанс для реформирования экономики [2].

Санкции против России и её ответные санкционные действия наиболее ярко указали на проблему высокой зависимости региональной промышленности от импорта товаров и технологий. Всё это послужило толчком для более активного и широкого импортозамещения российскими производителями.

Наша экономика столкнулась с необходимостью в короткие сроки увеличить конкурентоспособность собственной продукции, а также в импортозамещении. Эти процессы ранее требовали многие годы [1].

Введение санкций имеет и положительный характер для отечественных производителей – открылись возможности увеличить своё присутствие на рынке за счет увеличивающихся рынков сбыта собственной продовольственной и промышленной продукции. Это способствует модернизации отраслей промышленности и увеличению объемов производства, потому что первостепенной причиной замедленного роста экономики РФ являлся низкий уровень технического и технологического обновления и маленькая конкурентоспособность нашей продукции на собственных и мировых рынках.

Развитие экономики страны в этот период невозможно без активного участия регионов в решении вопросов, касающихся их напрямую. Федеральный закон № 136 «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации» позволил руководителям регионов самостоятельно осуществлять управленческую деятельность относительно подотчетных территорий. Согласно федеральному закону регион имеет право перераспределить долю властных полномочий, закрепив их в региональном законе. Субъектам федерации запрещается передавать полномочия без финансового обеспечения муниципальным образованиям, а также могут перечислять средства из районов в поселения, для их самостоятельного решения хозяйственных вопросов.

Жители региона являются основополагающим фактором для принятия новых областных законов. Снижение зависимости от выплат из вышестоящего уровня бюджета, развитие экономики региона и улучшение качества жизни местных жителей – главные задачи регионов.

1.2 Меры по поддержке экономики в условиях санкций

Для поддержки и развития экономики России в период санкций Министерство экономического развития разработало целый комплекс мероприятий. Важным мероприятием является – разработка и реализация федеральных целевых программ развития отдельных отраслей производства.

Особое внимание уделяется развитию высокотехнологичных производств, предполагается государственное финансирование отраслей экономики, структурных изменений и становлению несырьевых секторов экономики, в том числе перерабатывающих производств. Сюда же возможно отнести льготные условия кредитования для производителей, исполняющих

техническую и научно-техническую модернизацию; государственные инвестиции в развитие инфраструктуры. В рамках нашей страны это развитие даст возможность решить логическую проблему, которая нередко становится преградой для расширения сбыта продукции и выхода на новые рынки. Налоговая политика и таможенно-тарифное регулирование остается одним из важнейших инструментов, при помощи которого правительство интенсивно оказывает влияние на финансовую обстановку.

В условиях санкций налоговая политика ориентирована на привлечения капитала в отечественную экономику, создаются разные налоговые льготы для инвесторов в зависимости от сектора экономики производства и финансовой зоны их работы. В целях импортозамещения были увеличены ставки таможенных пошлин на продукты, конкурентоспособные аналоги которых производятся в России [5–8].

Поддержка малого и среднего предпринимательства в условиях санкций и критериях наказаний, имеет большое значение, так как бизнес индивидуальных предпринимателей имеет наибольшее распространение в ряде секторов экономики производства, хотя вместе с этим считается и более уязвимым, и восприимчивым к переменам в экономике страны.

1.3 Стимулирующий механизм санкций

Сейчас мы видим конкретное негативное влияние санкций со стороны ЕС и США. Эту ситуацию нужно применить для переориентации региональной экономики и восстановления, разрушенного в 90-х годах, производства. Определенно на текущий момент у промышленных и сельскохозяйственных производителей имеется шанс захватить региональные рынки. Разработать направления по повышению

инвестиционной привлекательности и улучшению инвестиционного климата села, малых городов, которые выступают как локальные центры сельского развития [3].

Для достижения желаемого результата есть все: естественные природные и кадровые ресурсы, государственная поддержка на федеральном и региональном уровнях. Прежде предпринимателям предстоит несколько трудных, но выполнимых задач – это техническая и научно-техническая модернизация производства, совершенствование свойства и качества выпускаемой продукции, расширение объемов и перечня товаров.

При этом необходимо обратить внимание на инновационное развитие России, которое во многом зависит от эффективного осуществления его инфраструктурного преобразования, путем создания системы для эффективного перераспределения финансовых ресурсов, в сторону инновационных программ, а также активного участия в этом кредитных организаций, инвестиционных компаний, венчурных фондов, обществ взаимного страхования. Своевременным является увязывание инновационной и региональной политики развития субъектов с использованием собственных ресурсов и инвесторов, привлекательных условий для иностранного инвестирования [9–14].

Заключение

Возможность удержать собственные позиции на рынке с приходом новых торговых партнеров и при возвращении конкурентов из санкционного списка, региональная экономика должна быть серьезно структурно изменена. Для разрешения этой задачи необходимо сотрудничество малого и среднего бизнеса, федеральных, региональных и местных органов власти.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Думнова Н. А., Лазаренко А. Л., Солдатова М. А. Проблемы и перспективы развития региональной экономики в условиях санкций // Фундаментальные исследования. 2015. № 2. С. 2–13.
- 2 Иванова М. С. Проблемы и перспективы развития России в условиях санкций // Мир науки. 2015. № 1. С. 2–8.
- 3 Багирова Е. В. Современные проблемы развития сельских территорий в России // Успехи современной науки. 2016. № 8. С. 58–61.
- 4 Васильев К. А. Малый и средний бизнес в АПК региона // Экономика и предпринимательство. 2016. № 5 (70). С. 209–215.
- 5 Михина Я. В., Горковенко Е. В. Продовольственная безопасность России в период санкций: риски и угрозы // В мире науки и инноваций. Сборник статей Международной научно-практической конференции: в 3 х частях.. 2016. С. 129–132.

- 6 Хурчак В. С. Современное состояние и перспективы импортозамещения в сельском хозяйстве // Актуальные вопросы развития современного общества. Сборник научных статей VI Международной научно-практической конференции. 2016. С. 337–339.

- 7 Безунов Н. Д., Овчинникова И. В. Обострение проблемы экономической безопасности России в период экономического кризиса и санкциями со стороны стран запада // Теория и практика современной науки. 2016. № 4. С. 121–126.

- 8 Барковский А. Н., Алабян С. С., Морозенкова О. В. Последствия западных санкций и ответных санкций РФ. // Российский внешнеэкономический вестник. 2015. Т. 2. № 9. С. 3–9.

- 9 Комов И. В. Влияние западных санкций и ответных российских санкций на продовольственный рынок России // Территориальная организация общества и управления в регионах. Материалы X Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 2015. С. 24–26.

10 Bond, I., Odendahl, C., & Rankin, J. (2015). Frozen: The politics and economics of sanctions against Russia. Centre for European Reform. Retrieved April, 21, 2015.

11 Dolidze, Tatia. EU Sanctions Policy towards Russia: The Sanctioner-Sanctionee's Game of Thrones. CEPS Working Document No. 402/January 2015. 2015.

12 Nelson, R. M. (2015). US Sanctions on Russia: Economic Implications. Current Politics and Economics of Russia, Eastern and Central Europe, 30(1/2), 187.

13 Oxenstierna, S., & Olsson, P. (2015). The economic sanctions against Russia.

14 Dudzińska, Kinga Iwona, et al. Sanctions and Russia. Eds. Jarosław Ćwiek-Karpowicz, and Stanisław Secieru. Polski Instytut Spraw Międzynarodowych, 2015.

REFERENCES

1 Dumnova N. A., Lazarenko A. L., Soldatova M. A. Problems and prospects of development of regional economy under sanctions. *Fundamental'nye issledovaniya* [Basic research]. 2015. no. 2. pp. 2–13. (in Russian).

2 Ivanova M. S. Problems and prospects of development of Russia in conditions of sanctions. *Mir nauki* [The world of science]. 2015. no. 1. pp. 2–8. (in Russian).

3 Bagirova E. V. Modern problems of development of rural territories in Russia. *Uspekhi sovremennoi nauki* [The successes of modern science]. 2016. no. 8. pp. 58–61. (in Russian).

4 Vasil'ev K. A. Small and medium business in agriculture of the region. *Ekonomika i predprinimatel'stvo* [Economics and entrepreneurship]. 2016. no. 5 (70). pp. 209–215. (in Russian).

5 Mikhina Ya. V., Gorkovenko E. V. Food security of Russia in the period of sanctions: risks and threats. *V mire nauki i innovatsii. Sbornik statei Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii: v 3 chastyakh* [In the world of science and innovation. Collection of articles of International scientific-practical conference in 3 parts]. 2016. pp. 129–132. (in Russian).

6 Khurchak V. S. Modern state and prospects of import substitution in agriculture. *Aktual'nye voprosy razvitiya sovremennogo obshchestva. Sbornik nauchnykh statei VI Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Topical issues of development of modern society. Collection of scientific articles VI International scientific-practical conference]. 2016. pp. 337–339. (in Russian).

7 Bezunov N. D., Ovchinnikova I. V. The growing problem of economic security of Russia in the period of economic crisis and sanctions from Western countries. *Teoriya i praktika sovremennoi nauki* [Theory and practice of modern science]. 2016. no. 4. pp. 121–126. (in Russian).

8 Barkovskii A. N., Alabyan S. S., Morozenkova O. V. The effects of Western sanctions and Russian retaliatory sanctions. *Rossiiskii vneshneekonomicheskii vestnik* [Russian foreign economic proceedings]. 2015. V. 2. no. 9. pp. 3–9. (in Russian).

9 Komov I. V. The impact of Western sanctions and retaliatory Russian sanctions on food market of Russia. *Territorial'naya organizatsiya obshchestva i upravleniya v regionakh. Materialy X Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem* [Territorial organization of society and management in the regions. Materials of X all-Russian scientific-practical conference with international participation]. 2015. pp. 24–26. (in Russian).

10 Bond, I., Odendahl, C., & Rankin, J. (2015). Frozen: The politics and economics of sanctions against Russia. Centre for European Reform. Retrieved April, 21, 2015.

11 Dolidze, Tatia. EU Sanctions Policy towards Russia: The Sanctioner-Sanctionee's Game of Thrones. CEPS Working Document No. 402/January 2015. 2015.

12 Nelson, R. M. (2015). US Sanctions on Russia: Economic Implications. Current Politics and Economics of Russia, Eastern and Central Europe, 30(1/2), 187.

13 Oxenstierna, S., & Olsson, P. (2015). The economic sanctions against Russia.

14 Dudzińska, Kinga Iwona, et al. *Sanctions and Russia*. Eds. Jarosław Ćwiek-Karpowicz, and Stanisław Secieru. Polski Instytut Spraw Międzynarodowych, 2015.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Елена В. Кайгородова старший преподаватель, кафедра бухгалтерского учета и финансов, Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт, ул. Марковцева, 5, г. Кемерово, 650003, Россия, ke9999@mail.ru

Николай С. Ханченков к. м. н., доцент, кафедра бухгалтерского учета и финансов, Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт, ул. Марковцева, 5, г. Кемерово, 650003, Россия, khanchenkov2013@yandex.ru

Марина В. Фролова ассистент, кафедра бухгалтерского учета и финансов, Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт, ул. Марковцева, 5, г. Кемерово, 650003, Россия, frolova-marina79@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Елена В. Кайгородова консультация в ходе исследования

Николай С. Ханченков обзор литературных источников по исследуемой проблеме

Марина В. Фролова написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 08.11.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 29.11.2016

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Elena V. Kaigorodova senior lecturer, accounting and finance department, Kemerovo state agricultural institute, Markovtseva str., 5, Kemerovo, 650003, Russia, ke9999@mail.ru

Nicholay S. Ganenkov candidate of medical sciences, associate professor, accounting and finance department, Kemerovo state agricultural institute, Markovtseva str., 5, Kemerovo, 650003, Russia, khanchenkov2013@yandex.ru

Marina V. Frolova assistant, accounting and finance department, Kemerovo state agricultural institute, Markovtseva str., 5, Kemerovo, 650003, Russia, frolova-marina79@mail.ru

CONTRIBUTION

Elena V. Kaigorodova consultation during the study

Nicholay S. Ganenkov review of the literature on an investigated problem

Marina V. Frolova wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 11.8.2016

ACCEPTED 11.29.2016

Региональные особенности налога на доходы физических лиц

Любовь В. Демина,¹ 67280.lvd@mail.ru
Вера А. Семенова¹ Vera.moskalenko@inbox.ru

¹ кафедра финансов, бухгалтерского учета и налогообложения, «НИУ «МЭИ», 111250, ул. Красноказарменная, 14, г. Москва, Россия

Реферат. Налог на доходы физических лиц по способу установления относится к федеральным налогам, однако это установление имеет региональные особенности. В настоящее время, в соответствии с порядком распределения налогов между бюджетами, доля этого налога в региональных бюджетах напрямую зависит от уровня и размера доходов, получаемых населением, осуществляющим деятельность на определенной территории страны. В статье рассматриваются возможности влияния на обложение доходов различных категорий физических лиц со стороны регионов. Поскольку налог на доходы физических лиц имеет выраженную социальную направленность, в Налоговом Кодексе РФ предусмотрено право регионов на установление ряда льгот для отдельных категорий налогоплательщиков. В статье описаны возможности влияния на обложение доходов различных категорий физических лиц со стороны регионов путем установления льгот. Рассматриваются вопросы льготирования доходов владельцев личных подсобных хозяйств на примере Московской области. Важной социальной задачей государства, связанной с поддержкой семьи и увеличением рождаемости, которая реализуется в РФ в рамках налога на доходы физических лиц, является освобождение от НДФЛ средств регионального материнского (семейного) капитала. В региональном законодательстве прослеживается практически одинаковая позиция в вопросе определения количества детей, в случае рождения (усыновления) которых у жителей региона возникает право на дополнительные меры государственной поддержки и льготы по налогообложению. Представлены данные по результатам анализа размера регионального материнского капитала и срокам его предоставления. Описаны льготы, которые регионы получили возможность предоставлять с 2016 года физическим лицам – плательщикам НДФЛ по доходам от продажи недвижимости. Рассматриваются льготы, которые в настоящее время установлены или могут быть установлены законами субъектов федерации при налогообложении выплат в рамках привлечения трудовых ресурсов. Приводятся данные о размерах коэффициентов-дефляторов, установленных в регионах и влияющих на налогообложение доходов иностранных граждан, осуществляющих трудовую деятельность в России. Делается вывод о том, что, с одной стороны, перечень возможностей для предоставления льгот по налогу на доходы физических лиц для регионов в последнее время расширяется, но, с другой стороны, регионы имеют возможность и увеличивать размеры налоговых поступлений в бюджет за счет увеличения налоговой нагрузки на иностранных граждан, работающих в России

Ключевые слова: налог, физическое лицо, региональные особенности, законы субъектов, доход

Regional features of the individual income tax

Lubov V. Demina,¹ 67280.lvd@mail.ru
Vera A. Semenova¹ Vera.moskalenko@inbox.ru

¹ finance, accounting and taxation department, National Research University "MPEI", Krasnokazarmennaya str., 14, Moscow, 111250, Russia

Summary. Tax on income of physical persons according to the method of establishing refers to federal taxes, however, is the establishment of a regional peculiarities. Currently, in accordance with the distribution of taxes between the budgets of the order, the share of this tax in the regional budgets is directly dependent on the level and income level received by the population, to carry on activity in a particular area of the country. The article discusses the possibility of impact on the taxation of income of different categories of individuals from the regions. Since the tax on personal income has expressed toms-social orientation, in the Tax Code of the Russian Federation provided for the regions eligible for the establishment of a number of benefits for certain categories of taxpayers. This article describes the possible impact on the taxation of income of different categories of individuals from the regions by establishing incentives. The issues of granting tariff preferences income owners of private farms on the example of the Moscow region. An important social task of the state related to the support of family and birth rate increase, which is be implemented in the Russian Federation in the framework of the tax on personal income, is exemption from personal income tax funds regional maternal (family) capital. The regional legislation can be traced virtually the same position on the determination of the number of children in the case of birth (adoption) of which the inhabitants of the region there is a right to additional measures of state support and tax benefits. The data on the size of the analysis of the results of the regional maternity capital and the terms of its provision. We describe the benefits that the regions were able to provide 2016 individuals - payers of personal income tax on income from the sale of real estate. We consider the benefits that are currently install or may be establish by laws of subjects of federation in the taxation of payments under the attraction of labor resources. Data on factors deflator amounts established in the regions and affecting the tax-to moves of foreign nationals engaged in labor activities in Russia. The conclusion is that, on the one hand, the list of options for the provision of tax relief on personal income for the region in recent years, and incremental, but, on the other hand, regions have the capacity and increase the size of tax revenue due to the increase the tax burden on foreign nationals working in Russia

Keywords: tax, individual, regional characteristics, laws of subjects, income

Для цитирования

Демина Л.В., Семенова В. А. Региональные особенности налога на доходы физических лиц // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 334–338. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-334-338

For citation

Demina L.V., Semenova V.A., Regional features of the individual income tax. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 334–338. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-334-338

Введение

Налог на доходы физических лиц (НДФЛ) в настоящее время входит в список федеральных налогов (ст. 13 НК РФ) и устанавливается на территории страны 23 главой Налогового Кодекса РФ. Однако по способу зачисления этот налог, безусловно, относится к налогам региональным, поскольку в соответствии с Бюджетным Кодексом он подлежит зачислению в бюджеты субъектов Российской Федерации в общем случае по нормативу 85%.

НДФЛ, взимаемый с иностранных граждан в виде фиксированного авансового платежа при осуществлении ими на территории РФ трудовой деятельности на основе патента полностью зачисляется в региональный бюджет (ст. 56 п. 2 Бюджетного кодекса РФ). Доля НДФЛ в региональном бюджете напрямую зависит от уровня и размера дохода, получаемого населением, осуществляющим деятельность на определенной территории страны.

В настоящее время федеральное налоговое законодательство дает возможности регионам в ряде случаев регулировать суммы поступлений НДФЛ в бюджет региона. В основном возможности регулирования НДФЛ для законодателей на региональном уровне касаются вопросов льготирования доходов, увеличения сумм необлагаемых доходов физических лиц. При этом реализуется одна из важнейших социальных функций налога, обеспечивается выполнение принципа справедливости.

Одной из социально направленных налоговых льгот является льгота, предоставляемая пунктом 13.1 ст. 217 НК РФ. Согласно этому пункту освобождаются от налогообложения средства, полученные налогоплательщиком из бюджетов бюджетной системы РФ, при целевом использовании их на развитие личного подсобного хозяйства. В список расходов включается приобретение семян и посадочного материала, кормов, горючего, минеральных удобрений, средств защиты растений, молодняка скота и племенных животных, птицы, пчел и рыбы закладку многолетних насаждений и виноградников и уход за ними, содержание сельскохозяйственных животных (включая искусственное осеменение и ветеринарию, обработку животных, птицы и помещений для их содержания), покупку оборудования для строительства теплиц, хранения и переработки продукции, сельскохозяйственной техники, запасных частей и ремонтных материалов, страхование рисков утраты (гибели) или

частичной утраты сельскохозяйственной продукции. Однако средства, полученные из бюджетов на развитие личных подсобных хозяйств, освобождаются от налогообложения НДФЛ при одновременном соблюдении двух условий:

— общая площадь земельного участка (-ов), который (-ые) (одновременно) находится на праве собственности и/или ином праве физических лиц, не превышает максимального размера, установленного Федеральным законом № 112-ФЗ «О личном подсобном хозяйстве»;

— ведение налогоплательщиком личного подсобного хозяйства на этих участках осуществляется без привлечения наемных работников.

В настоящее время Федеральным законом № 112-ФЗ "О личном подсобном хозяйстве" установлено, что совокупная площадь личного подсобного хозяйства (подсобные и полевые участки) не должна превышать 0,5 га. Субъект РФ наделен правом увеличивать данную площадь земельных участков, освобождая от налогообложения НДФЛ владельцев личных подсобных хозяйств. Однако такое увеличение не может превышать пятикратного размера. Таким образом, максимальный размер земельного участка, находящегося в собственности или ином праве физических лиц, не может превышать 2,5 га и устанавливается он законом субъекта России.

Например, Законом Московской области от 17 июня 2003 г. № 63/2003-ОЗ «О предельных размерах земельных участков, предоставляемых гражданам в собственность на территории Московской области» установлены следующие минимальные и максимальные размеры земельных участков, предоставляемых гражданам в собственность из земель, находящихся в государственной или муниципальной собственности:

- крестьянского (фермерского) хозяйства от 2,0 га до 40,0 га;
- садоводства от 0,06 га до 0,15 га;
- огородничества от 0,04 га до 0,10 га;
- дачного строительства от 0,06 га до 0,25 га.

Важной социальной задачей государства, связанной с поддержкой семьи и увеличением рождаемости, реализуется в рамках налога на доходы физических лиц. Одной из таких мер является освобождение от НДФЛ средств материнского (семейного) капитала, которые по своей природе не являются обычными государственными пособиями, выплатами или компенсациями. Эти суммы обеспечивают реализацию дополнительных мер государственной поддержки семей, имеющих детей.

В 2012 году статья 217 НК РФ была дополнена пунктом 34, в котором освобождаются от налогообложения доходы, полученные налогоплательщиками при реализации дополнительных мер поддержки семей, имеющих детей, в случаях и в порядке, предусмотренных Федеральным законом от 29 декабря 2006 года № 256-ФЗ «О дополнительных мерах государственной поддержки семей, имеющих детей» и принятыми в соответствии с ним законами субъектов Российской Федерации, муниципальными правовыми актами. Органы государственной власти субъектов Российской Федерации и органы местного самоуправления Федеральным законом «О дополнительных мерах государственной поддержки семей, имеющих детей» от 29 декабря 2006 г. № 256-ФЗ наделены правом устанавливать дополнительные меры поддержки семей, имеющих детей, за счет средств соответствующих бюджетов субъектов РФ и местных бюджетов. При этом полученные средства освобождаются от налогообложения налогом на доходы физических лиц при использовании их по целевому назначению.

Единство подхода в регулировании дополнительной государственной поддержки семей, имеющих детей, выражается в определении круга лиц, имеющих право на дополнительные меры государственной поддержки. Перечень лиц во всех региональных законах одинаков и соответствует федеральному законодательству.

Единая позиция в региональном законодательстве прослеживается в вопросе определения количества детей, в случае рождения/усыновления которых у жителей региона возникает право на дополнительные меры государственной поддержки. Как правило, помощь оказывается в случае рождения третьего и последующих детей. На региональном уровне поддержка преимущественно оказывается многодетным семьям. Из общего правила есть исключение – Московская и Нижегородская области (помощь оказывается уже при рождении/усыновлении второго и последующих детей), Республика Марий-Эл (только при рождении/усыновлении четвертого ребенка).

Важным моментом осуществления государственной поддержки семей, имеющих детей, является территория проживания. Если согласно Федеральному закону № 256-ФЗ помощь оказывается гражданам Российской Федерации (мать и дети), то на региональном уровне существенное значение имеет факт регистрации на территории конкретного субъекта Российской Федерации. При получении

государственных региональных сертификатов на материнский (семейный) капитал должен быть подтвержден факт регистрации матери и детей на территории конкретного субъекта РФ.

В ряде субъектов Российской Федерации законодательно установлены четкие рамки действия во времени, т. е. законодательно установлена дата, с которой начинается государственная поддержка семей в субъекте Российской Федерации и дата ее прекращения. Так, в Магаданской области данный период составляет с 1 января 2007 г. по 31 декабря 2016 г., в Кировской – с 1 июля 2012 г. по 31 декабря 2014 г., в Московской – с 1 января 2011 г. по 31 декабря 2016 г.

Анализ регионального законодательства показал значительные различия в установлении размера регионального материнского (семейного) капитала. Так, во Владимирской, Брянской областях, Республике Башкортостан размер материнского (семейного) капитала составляет 50 тыс. р., в Иркутской, Московской областях, Пермском крае – 100 тыс. р., Кемеровской – 130 тыс. р., в Ненецком автономном округе – 352 265 р. и т. д.

Во многих случаях региональный законодатель устанавливает собственные направления для использования средств регионального материнского (семейного) капитала. Вариантов сложилось множество: в одних случаях направления ограничены (например, в Кемеровской области региональный материнский капитал может быть направлен только на улучшение жилищных условий), в других – перечень направлений весьма широк. В Калининградской области, например, средства могут быть направлены на улучшение жилищных условий, в том числе ремонт жилого помещения; приобретение предметов длительного пользования (автомобиля, мебели, бытовой техники); оплату обследования, лечение ребенка, матери.

С 2016 года в Налоговом Кодексе РФ действует статья 217.1, касающаяся освобождения от налогообложения доходов от продажи объектов недвижимого имущества. В ней установлено, что освобождение таких доходов производится в случаях, когда объект недвижимости находился у налогоплательщика в собственности не менее трех лет и соблюдено хотя бы одно из условий:

1) право собственности на недвижимость получено налогоплательщиком в порядке наследования или по договору дарения от физического лица, признаваемого близким родственником;

2) право собственности на недвижимость получено налогоплательщиком в результате приватизации;

3) право собственности на недвижимость получено налогоплательщиком – плательщиком ренты в результате передачи имущества по договору пожизненного содержания с иждивением.

Если ни одно из этих условий не соблюдается, минимальный предельный срок владения объектом недвижимости для получения льготы по НДФЛ в рамках статьи 217.1 составляет 5 лет и только когда срок владения превышает пятилетний, налогоплательщик имеет право на льготирование доходов. Однако законом субъекта РФ этот минимальный пятилетний срок может быть уменьшен вплоть до нуля для всех или отдельных категорий налогоплательщиков. До нуля может быть уменьшен размер понижающего коэффициента, применяемого к кадастровой стоимости объекта недвижимости в целях налогообложения доходов от продажи недвижимости, установленного в пункте 5 ст. 217.1.

Для улучшения ситуации на рынке труда и повышения мобильности трудовых ресурсов с января 2015 года были внесены изменения в Закон Российской Федерации № 1032-1 «О занятости населения». С начала 2015 г. статья 217 НК РФ дополнена пунктом 59: не подлежат обложению НДФЛ доходы физических лиц в денежной и натуральной формах в рамках мер поддержки (включая компенсации и иные выплаты), предоставляемых работодателем в пределах средств, предусмотренных сертификатом на привлечение трудовых ресурсов в те субъекты РФ которые включены в перечень субъектов РФ привлечение трудовых ресурсов в которые является приоритетным. Из льготированных выплат здесь исключены только выплаты на возмещение стоимости проживания. Работодателю предоставляется сертификат, который предусматривает компенсацию средств, которые он затрачивает на финансовую поддержку привлеченного работника. Эти средства, получаемые индивидуальным предпринимателем – работодателем в качестве финансовой поддержки должны быть учтены им по специальным правилам. В течение трех налоговых периодов учитывается получение сумм по сертификату, и одновременно отражаются фактически осуществленные из таких средств расходы. Если в итоге какая-то сумма остается недоиспользованной, то она должна быть включена в доходы индивидуального предпринимателя – работодателя, подлежащие налогообложению НДФЛ в третьем налоговом периоде (п. 5 ст. 223 НК РФ). В случае нарушения условий получения средств финансовой

поддержки, их сумма в полном объеме отражается в составе доходов налогового периода, в котором допущено нарушение.

Что касается налогообложения доходов иностранных граждан, работающих в России, то в соответствии со статьей 227.1 НК РФ они должны уплачивать фиксированный авансовый платеж по налогу на доходы физических лиц, если они осуществляют трудовую деятельность по найму у физических лиц, индивидуальных предпринимателей или в организациях. Этот фиксированный платеж подлежит индексации на коэффициент-дефлятор и коэффициент, отражающий региональные особенности рынка труда (региональный коэффициент).

Региональный коэффициент устанавливается законом субъекта РФ. Если коэффициент на очередной календарный год законом субъекта РФ не установлен, его значение принимается равным 1.

Размеры регионального коэффициента, установленного в настоящее время в различных регионах России, значительно различаются. Так, наиболее высокий он в Республике Саха (Якутия) (4,499) и Ямало-Ненецком автономном округе (4,08). В большинстве регионов значение этого коэффициента не превышает 2 (Кабардино-Балкарская Республика, Республика Башкортостан, Республика Коми, Республика Марий-Эл, Санкт-Петербург и др.), а в ряде регионов Республика Алтай, Республика Дагестан, Республика Ингушетия он не установлен и равен 1. В г. Москве значение регионального повышающего коэффициента составляет 2,3118.

Заключение

Таким образом, можно сделать вывод, что в настоящее время налог на доходы физических лиц имеет региональные особенности, которые, прежде всего, касаются различного рода льгот, предоставляемых отдельным группам налогоплательщиков: владельцам личных подсобных хозяйств, семьям, имеющим детей, индивидуальным предпринимателям, привлекающим наемных работников, физическим лицам, продающим принадлежащие им объекты недвижимости. Возможности для предоставления льгот по НДФЛ со стороны регионов с настоящее время расширяются. Наряду с предоставлением льгот, законодательством субъектов федерации могут быть предусмотрены меры, увеличивающие налоговую нагрузку на иностранных граждан, работающих в России.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Налоговый кодекс РФ (часть вторая) от 05.08.2000 № 117 ФЗ (ред. от 03.07.2016)
- 2 Бюджетный кодекс РФ от 31.07.1998 № 145 ФЗ (ред. от 03.07.2016).
- 3 Федеральный закон от 07.07.2003 № 112 ФЗ (ред. от 01.05.2016) «О личном подсобном хозяйстве»
- 4 Федеральный закон от 29.12.2006 № 256 ФЗ (ред. от 03.07.2016) «О дополнительных мерах поддержки семей, имеющих детей»
- 5 Закон РФ от 19.04.1991 № 1032–1 (ред. от 09.03.2016) «О занятости населения в Российской Федерации»
- 6 Дементьева О. А. Проблемы реализации конституционного принципа бюджетной самостоятельности местного самоуправления в Российской Федерации // Законодательство и экономика. 2016. № 9.
- 7 Мошкович М. Г. НДФЛ вычеты по имуществу: покупаем продаем // Главная книга. 2016. № 15.
- 8 Orlova M., Khafizova A. The tax component of innovative activity assessment in the Russian Federation // Life Science Journal. 2014. T. 11. № 11. C. 328–333.
- 9 Yew B., Milanov V. B., McGee R. W. An Analysis of Individual Tax Morale for Russia: Before and After Flat Tax Reform // International Business Research. 2015. T. 8. № 1. C. 60–80.

REFERENCES

- 1 Nalogovyi kodeks RF (chast' vtoraya) ot 05.08.2000 № 117 FZ (red. ot 03.07.2016) [The tax code of the Russian Federation (part second) from 05.08.2000 No. 117-FZ (as amended on 03.07.2016)] (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Любовь В. Демина, старший преподаватель, кафедра финансов, бухгалтерского учета и налогообложения, «НИУ «МЭИ», 111250, ул. Красноказарменная, 14, г. Москва, Россия, 67280.lvd@mail.ru

Вера А. Семенова ассистент, кафедра финансов, бухгалтерского учета и налогообложения, «НИУ «МЭИ», 111250, ул. Красноказарменная, 14, г. Москва, Россия, Vera.moskalenko@inbox.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Любовь В. Демина, консультация в ходе исследования, обзор действующего законодательства, написала рукопись
Вера А. Семенова обзор литературных источников по исследуемой проблеме, обзор действующего законодательства, скорректировала рукопись до подачи в редакцию, несет ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 09.11.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 24.11.2016

- 2 Byudzhetnyi kodeks RF ot 31.07.1998 № 145 FZ (red. ot 03.07.2016) [The budget code of the Russian Federation from 31.07.1998 № 145-FZ (ed. from 03.07.2016)] (in Russian).

- 3 Federal'nyi zakon ot 07.07.2003 № 112 FZ (red. ot 01.05.2016) O lichnom podsobnom khozyaistve [Federal law of 07.07.2003 No. 112-FZ (ed. from 01.05.2016) On personal farms] (in Russian).

- 4 Federal'nyi zakon ot 29.12.2006 № 256 FZ (red. ot 03.07.2016) O dopolnitel'nykh merakh podderzhki semei, imeyushchikh detei [Federal law of 29.12.2006 № 256-FZ (ed. from 03.07.2016) On additional measures to support families with children] (in Russian).

- 5 Zakon RF ot 19.04.1991 № 1032–1 (red. ot 09.03.2016) O zanyatosti naseleniya v Rossiiskoi Federatsii [The law of the Russian Federation dated 19.04.1991 No. 1032-1 (amended on 09.03.2016) On employment in the Russian Federation] (in Russian).

- 6 Dement'eva O. A. Problems of realization of constitutional principle the budgetary autonomy of local self-government in the Russian Federation. *Zakonodatel'stvo i ekonomika* [The legislation and economy]. 2016. no. 9. (in Russian).

- 7 Moshkovich M. G. Personal income tax deductions for property: buy sell. *Glavnaya kniga* [Ledger]. 2016. no. 15. (in Russian).

- 8 Orlova, Marina, and Ajgul Khafizova. The tax component of innovative activity assessment in the Russian Federation. *Life Science Journal* 11.11 (2014): 328–333.

- 9 Yew B, Valentin B. Milanov, and Robert W. McGee. An Analysis of Individual Tax Morale for Russia: Before and After Flat Tax Reform. *International Business Research* 8.1 (2015): 60–80.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Lubov V. Demina, Senior Lecturer, finance, accounting and taxation department, National Research University “MPEI”, Krasnokazarmennaya str., 14, Moscow, 111250, Russia, 67280.lvd@mail.ru

Vera A. Semenova assistant, finance, accounting and taxation department, National Research University “MPEI”, Krasnokazarmennaya str., 14, Moscow, 111250, Russia Vera.moskalenko@inbox.ru

CONTRIBUTION

Lubov V. Demina, consultation during the study, a review of current legislation, wrote the manuscript

Vera A. Semenova review of the literature on an investigated problem, review of current legislation, correct manuscript before filing in editing, is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 11.9.2016

ACCEPTED 11.24.2016

Моделирование рациональных экономических пропорций структуры баланса предприятий нефтехимического комплекса

Галина С. Цветкова¹ cvetkovaGS@volgatech.net
Ирина Г. Цветкова² irina_tsv@mail.ru

¹ кафедра менеджмента и бизнеса, Поволжский государственный технологический университет, Площадь Ленина, 3, Йошкар-Ола, Респ. Марий Эл, 424000, Россия

² департамент менеджмента, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Ленинградский пр., 49, г. Москва, 125993, Россия

Реферат. Представлена оценка структуры баланса конкурирующих предприятий нефтехимического комплекса Российской Федерации. В качестве основного методического инструментария выбран метод Дж. Обер-Крие. Практическая демонстрация метода предложена на примере предприятий нефтехимического бизнеса ПАО «Сибур», ПАО «Нижнекамскнефтехим» и ОАО «Стерлитамакский нефтехимический завод». Анализ балансов показал, что предприятия имеют элементы нерациональной структуры. «Сибур» отличается низкой долей собственного капитала и высокой долей заемных средств. Для «Нижнекамскнефтехим» характерна высокая доля собственного капитала, использование которого для целей развития предприятия является более дорогим по сравнению с заемными средствами. ОАО «Стерлитамакский нефтехимический завод» имеет избыточные значения коэффициентов ликвидности, что свидетельствует о накоплении денежных средств, их отвлечении в дебиторскую задолженность. При этом необходимость поддержки рациональной структуры баланса предприятий нефтехимического комплекса требуют процессы постоянного инвестирования в модернизацию оборудования и расширение мощностей. На примере ПАО «Нижнекамскнефтехим» проведено моделирование рациональной структуры баланса предприятия. Последовательность расчетов включала проведение диагностики структурного распределения оборотных активов и источников средств; определение структуры финансово-активных элементов предприятия; установление допустимых границ изменения базовых пропорций и соотношений по критерию платежеспособности и финансовой устойчивости. Моделирование структуры пассива баланса и оборотных средств на основе метода Дж. Обер-Крие показало возможность улучшения экономических показателей ПАО «Нижнекамскнефтехим». В дальнейшем определение области допустимых значений для составляющих элементов капитала и резервов, оборотных средств, позволит обеспечить сбалансированность экономических пропорций и финансовую устойчивость предприятия.

Ключевые слова: нефтехимический комплекс, рациональная структура баланса, метод Дж. Обер-Крие, ликвидность, платежеспособность предприятия.

Modelling of rational economic proportions of the balance sheet structure of the petrochemical enterprises

Galina S. Tsvetkova¹ cvetkovaGS@volgatech.net
Irina G. Tsvetkova² irina_tsv@mail.ru

¹ department of management and business, Volga region state technological university, Lenin Sq., 3., Yoshkar-Ola, Republic of Mari El, 424000, Russia

² departments of management, Financial University under the Government of the Russian Federation, Leningradsky av., 49, Moscow, 125993, GSP-3, Russia

Summary. The paper provides the assessment of the balance sheet structure of rival companies of a petrochemical complex of the Russian Federation. J. Aubert-Kriye's method is chosen as a main methodical tool. Practical demonstration of the method is offered on the example of the enterprises of petrochemical business of PJSC "Sibur", PJSC "Nizhnekamskneftekhim" and JSC "Sterlitamak Petrochemical Plant". The analysis of balance sheets showed that the enterprises have elements of irrational structure. "Sibur" differs in a low share of owner's equity and a high share of long-term liabilities. "Nizhnekamskneftekhim" is characterized by the high share of owner's equity which use for the purposes of development of the company and it is more expensive in comparison with liabilities. "Sterlitamak Petrochemical Plant" has excessive values of liquidity rates that demonstrates accumulation of a money, their derivation in receivables. At the same time, processes of ongoing investment in upgrade of the equipment and expansion of capacities require cause necessity of support of a rational balance sheet structure of the enterprises of a petrochemical complex. On the example of "Nizhnekamskneftekhim" modeling of a rational balance sheet structure of the company is carried out. The sequence of calculations included performing diagnostics of structural distribution of current assets and sources of means; determination of structure of financial and active elements of the entity; establishment of permissible limit of change of basic proportions and ratios by criterion of solvency and financial stability. Modeling of structure of a liability and current assets on the basis of the J. Aubert-Kriye's method showed a possibility of improvement of economic indicators of "Nizhnekamskneftekhim". Further determination of range of tolerance for elements of the liabilities and current assets will allow to provide balance of economic proportions and financial stability of the company.

Keywords: capital structure, balance, J. Aubert-Kriye's method, petrochemical complex

Для цитирования

Цветкова Г. С., Цветкова И. Г. Моделирование рациональных экономических пропорций структуры баланса предприятий нефтехимического комплекса // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 339–344. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-339-344

For citation

Tsvetkova G. S., Tsvetkova I. G. Modelling of rational economic proportions of the balance sheet structure of the petrochemical enterprises. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 339–344. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-339-344

Введение

Проблема достижения рациональных экономических пропорций функционирования предприятия, в том числе удовлетворительной структуры баланса относится к группе сложнейших вопросов финансового менеджмента – достижения компромисса (баланса) между развитием предприятия и его устойчивостью в процессе функционирования. Проблема заключается в том, что финансовые ресурсы предприятия должны «балансировать», удовлетворяя разнонаправленным целевым ориентирам стейкхолдеров. [1]. С позиций менеджмента рациональная структура баланса должна обеспечивать финансовую устойчивость предприятия, его платежеспособность, оптимальную стоимость привлечения инвестиционных ресурсов. При этом на формирование рациональной структуры баланса российских предприятий, влияют как внутренние, так и внешние факторы, в числе которых выделим масштаб бизнеса, рентабельность, долю основных средств в активах предприятия, состояние конъюнктуры отраслевого рынка [2, 3].

Современная теория и практика финансового менеджмента, с одной стороны, располагают богатым методическим инструментарием формирования рациональной структуры баланса предприятия. В зависимости от решаемых целей и задач могут быть выбраны методы финансового левериджа, реальных опционов, финансового риска, чистого приведенного дохода, волатильности прибыли и другие [4]. С другой стороны, исследователи отмечают, что современные статистические и динамические теории структуры капитала не являются универсальными, поэтому не могут стать основой для формирования рациональных пропорций баланса реального предприятия [5].

В рамках нашего исследования в качестве основного инструментария используем метод моделирования Дж. Обер–Крие, который позволяет проследить за изменениями структуры баланса предприятия и определить зону допустимых значений. В качестве достоинства этого метода отметим относительную простоту расчетов и высокую степень наглядности, возможность продемонстрировать структуру баланса в треугольной системе координат. Следует признать, что популяризация данного метода при решении задач финансового менеджмента, в том числе при решении вопросов рациональной структуры баланса, сбалансированного развития компании принадлежит научной школе Московского института электронной техники [6].

Объект и предмет исследования

В качестве объекта исследования выступают предприятия нефтехимического комплекса России. В настоящее время нефтехимический комплекс России подвержен неблагоприятным

экономическим и геополитическим факторам: шоковое снижение цен на нефть и нефтехимическую продукцию на внешних рынках; экономический спад в Российской Федерации; высокий уровень ключевой ставки Центрального Банка; экономические санкции, введенные рядом зарубежных стран против России. Кроме того, мировой рынок синтетических каучуков уже несколько лет находится в системном кризисе, который стал следствием значительного превышения мощностей над спросом.

Практическая демонстрация метода предложена на примере моделирования структуры баланса предприятий нефтехимического комплекса России ПАО «Сибур Холдинг», ПАО «Нижнекамскнефтехим» и ОАО «Стерлитамакский нефтехимический завод» (ОАО «СНХЗ»).

«Сибур» – крупнейшая газоперерабатывающая компания и лидер нефтехимического комплекса России. В рейтинге крупнейших предприятий России по объему реализации продукции эта компания занимает 30 место. В структуре общей выручки «Сибур» на доходы от нефтехимии приходится 46%, что по итогам 2015 г. составило 174,75 млрд. руб. Не смотря на «сжатие» внешних рынков, компания демонстрирует положительную динамику финансовых результатов деятельности, по итогам 2015 г. произошло увеличение выручки от продаж пластиков и прокутов оргсинтеза на 39,3%, выручки в группе базовых полимеров – на 32,6%; выручки в группе синтетических каучуков на 26%. Клиентский портфель компании формируется на территориях более чем семидесяти стран мира [7].

«Нижнекамскнефтехим» является лидером по производству синтетических каучуков и пластиков в Российской Федерации и одной из крупнейших нефтехимических компаний Европы. В рейтинге крупнейших предприятий России по объему реализации продукции эта компания занимает 71 место. На долю компании приходится 43% мирового рынка полиизопрена, она входит в четверку мировых компаний по производству бутил / галобутиловых и полибутадиеновых каучуков [8].

ОАО «Стерлитамакский нефтехимический завод» является единственным в России предприятием по выпуску фенольных антиоксидантов «Агидол», его продукция применяется практически во всех регионах России, во многих странах ближнего и дальнего зарубежья. По итогам 2015 г. выручка предприятия составила 7,4 млрд. руб., а чистая прибыль 80 млн. руб. [9].

«Сибур» и «СНХЗ» были включены в исследование как два конкурента ПАО «Нижнекамскнефтехим», один из которых является более сильным игроком, а другой уступает по показателям конкурентоспособности, но все участники нефтехимического бизнеса реализуют агрессивные стратегии продвижения.

Алгоритм и основные результаты исследования

Цель исследования заключается в моделировании рациональной структуры баланса предприятия нефтехимического комплекса.

В соответствии с методом Дж. Обер–Крие для диагностики рациональности структурного распределения активов и пассивов предприятия необходимо: нахождение структуры финансово-активных элементов предприятия; установление допустимых границ изменения базовых пропорций и соотношений по критерию финансовой устойчивости; определение допустимых изменений структуры баланса предприятия для целей планирования и управления.

Обобщенный алгоритм моделирования структуры баланса будет включать следующие шесть этапов:

1. определение удельного веса источников средств предприятия в общей структуре баланса;
2. расчет коэффициентов ликвидности и рентабельности используемого капитала при данной структуре;

3. определение соответствий полученных коэффициентов нормативным значениям;

4. моделирование соотношений источников средств с целью достижения коэффициентов ликвидности и рентабельности используемого капитала требуемым значениям;

5. на основе полученного интервала значений краткосрочных обязательств моделирование структуры оборотных средств, принимая во внимание ограничения коэффициентов ликвидности;

6. представление полученных результатов в треугольной системе координат, с отображением критических зон платежеспособности предприятия.

В качестве информационной базы исследования были использованы данные годовых отчетов нефтехимических предприятий за 2015 г. Отдельные результаты расчетов отразим в таблицах 1 и 2.

Для наглядности представим определившуюся структуру источников средств и оборотных активов нефтехимических предприятий на рисунках 1 и 2. Треугольная система координат позволяет наглядно продемонстрировать различия в структуре источников средств и оборотных активов трех предприятий нефтехимического комплекса.

Таблица 1.

Структура источников средств и коэффициенты ликвидности нефтехимических предприятий

Table 1.

Structure of sources of means and liquidity rates of the petrochemical enterprises

Предприятия / Enterprises	Собственный капитал / Owner's equity		Краткосрочные обязательства / Current liabilities		Долгосрочные Обязательства / Long-term liabilities		Экономические характеристики / Economic characteristics		
	%	тыс. руб. / thousand RUR	%	тыс. руб. / thousand RUR	%	тыс. руб. / thousand RUR	к тек. лик. / current ratio	к быст. лик. / quick ratio	к абс. лик. / cash ratio
							min 1 / 2–2,5	≥1	0,2–0,5
НКХХ / НКНН	82	79 652 868	15	14 572 932	3	2 929 573	02,52	1,45	0,65
СНХЗ / СПП	29	1 507 103	20	1 024 695	51	2 608 937	3,64	2,04	0,13
Сибур / Sibur	36	210 486 810	21	123 307 143	42	246 608 645	2,10	1,85	0,41

Таблица 2.

Структура оборотных средств нефтехимических предприятий

Table 2.

Structure of current assets of the petrochemical enterprises

Точка по активу / Point on an asset	Запасы (включая НДС и прочие оборотные активы) / Inventory (VAT, other current assets)		Дебиторская задолженность / Accounts receivables		Денежные средства и денежные эквиваленты / Cash and cash equivalents	
	%	тыс. руб. / thousand RUR	%	тыс. руб. / thousand RUR	%	тыс. руб. / thousand RUR
НКХХ / НКНН	44	16 078 873	31	11 275 972	26	9 436 953
СНХЗ / СПП	44	1 637 440	52	1 956 494,00	4	137 493
Сибур / Sibur	12	31 204 816	37	95 004 332	51	133 314 035

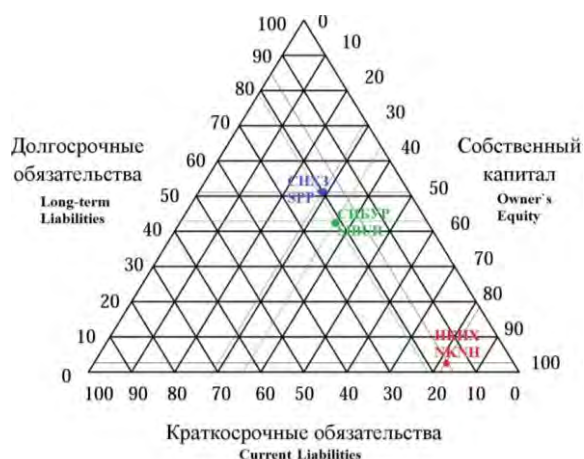


Рисунок 1. Структура источников средств предприятий
Figure 1. Structure of sources of means of the enterprises



Рисунок 2. Структура оборотных средств предприятий
Figure 2. Structure of current assets of the enterprises

Проведенные расчеты показали, что ПАО «Сибур» в отчетном периоде имеет преобладающую долю денежных средств среди других оборотных активов. Это сказывается на коэффициенте быстрой ликвидности и говорит о нерациональном использовании оборотных средств. Низкая доля собственного и высокая доля заемного капитала, также отрицательно влияет на показатели рентабельности этого предприятия.

ПАО «Нижнекамскнефтехим» отличается высокой долей собственного капитала, что с одной стороны говорит о его финансовой независимости. С другой стороны, использование собственного капитала для целей развития предприятия является более дорогим по сравнению с заемными средствами, за счет проявления эффекта налогового щита [10].

Дебиторская задолженность в структуре оборотных средств ОАО «Стерлитамакский нефтехимический завод» занимает наибольший удельный вес, это неблагоприятно сказывается на платежеспособности предприятия. Избыточные значения коэффициентов ликвидности свидетельствуют о накоплении денежных средств и их отвлечении в дебиторскую задолженность.

Таким образом, можно сделать вывод, что все три исследуемых баланса имеют элементы нерациональной структуры, что может спрогнозировать ухудшение финансовой устойчивости и платежеспособности предприятий особенно в условиях неблагоприятных геополитических факторов и «сжатия» внешних рынков. Кроме того, обеспечения рациональной структуры баланса предприятий нефтехимического комплекса требуют процессы постоянного инвестирования в модернизацию оборудования и расширение мощностей.

Далее представим оптимизацию структуры баланса ПАО «Нижнекамскнефтехим». Опираясь, на предыдущие расчеты определим область допустимых значений структурных соотношений собственных средств и обязательств предприятия. На рисунке 3 точка «П» характеризует фактическое соотношение статей пассива, точки 1, 2, 3, 4 обозначают границы допустимых значений.

Проведенные расчеты показали, что в точке «П» коэффициенты ликвидности не удовлетворяют оптимальным значениям.

Далее скорректируем структуру пассивов ПАО «Нижнекамскнефтехим», выдерживая ограничения коэффициентов ликвидности. Область допустимых значений собственного капитала и обязательств предприятия будет иметь следующий вид:

$63\% < \text{Собственный капитал} < 70\%$;

$18\% < \text{Краткосрочные обязательства} < 20\%$;

$12\% < \text{Долгосрочные обязательства} < 20\%$.

Выход выше допустимой зоны приводит к чрезмерному увеличению чистого оборотного капитала, что приведет к нерациональному использованию ресурсов предприятия и чрезмерному росту коэффициентов ликвидности и снижению рентабельности [11].



Рисунок 3. Область допустимых отклонений структурных соотношений собственных средств и обязательств ПАО «Нижнекамскнефтехим»

Figure 3. Area of acceptable deviations of structural ratios of equity and liabilities of PJSC "Nizhnekamskneftekhim"

В точке 1 коэффициент абсолютной ликвидности превышает рекомендуемое значение (0,57). Точка 2 по сравнению с точкой 1 характеризуется снижением величины чистого оборотного капитала, что снижает возможности для последующего темпа роста производства. Точки 3 и 4 обеспечивают одинаковые экономические показатели (избыточная текущая ликвидность 3,16), но точка 3 характеризуется более высоким удельным весом собственных оборотных средств.

На рисунке 4 представлены коэффициенты ликвидности до и после корректировки структуры пассива баланса компании.

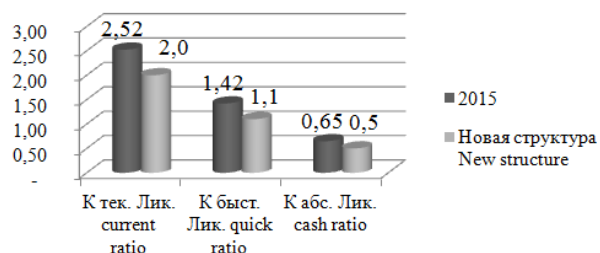


Рисунок 4. Зона платежеспособности ПАО «Нижнекамскнефтехим» по пассиву

Figure 4. Zone of solvency of PJSC "Nizhnekamskneftekhim" (passive)

Для демонстрации процесса моделирования рациональной структуры баланса построим треугольник, по сторонам которого отложены процентные доли элементов оборотных средств в общей совокупности оборотных средств (рисунок 5).



Рисунок 5. Зона платежеспособности ПАО «Нижнекамскнефтехим» по оборотным активам

Figure 5. Zone of solvency of PJSC "Nizhnekamskneftekhim" (current assets)

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Одинцов Б.Е., Романов А.Н. Моделирование процесса приведения предприятия в сбалансированное состояние // Управленческие науки. 2016. № 2. С. 101–112
- 2 Федорова Е.А., Муратов М.А. Влияние внутренних и внешних факторов на структуру капитала в российских компаниях: эмпирический анализ // Финансы и кредит. 2015. № 1. С. 9–18.

В точке А (фактическое состояние) предприятие испытывает трудности с платежеспособностью. Далее определим пределы возможных структурных соотношений:

- 25 % < Денежные средства < 28 %;
- 32 % < Дебиторская задолженность < 35 %;
- 38 % < Запасы + НДС + пр. об. активы < 41 %.

Значения коэффициентов ликвидности в точках 5, 6 и 7 существенно не различаются, но в точке 7 данные коэффициенты достигают верхней границы норматива. На рисунке 6 представлены результаты корректировки показателей платежеспособности.

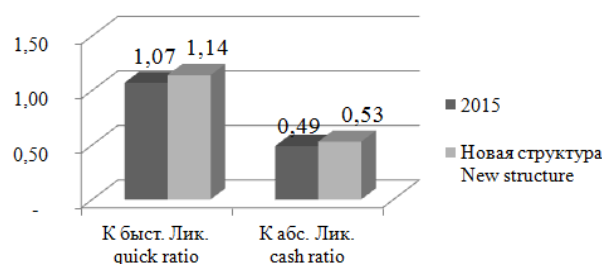


Рисунок 6. Динамика показателей платежеспособности при изменении структуры оборотных активов

Figure 6. Dynamics the solvency indicators in case of structure changing of current assets

Заключение

Проведенное исследование позволяет сделать следующие выводы:

Во-первых, метод может быть успешно использован в практике финансового менеджмента за счет простоты методического инструментария. Количество исходных показателей – шесть (собственный капитал, краткосрочные обязательства, долгосрочные обязательства и три показателя ликвидности).

Во-вторых, метод позволяет наглядно демонстрировать в треугольной системе координат структуру активов и пассивов баланса нескольких предприятий.

В-третьих, моделирование сбалансированности баланса ПАО «Нижнекамскнефтехим» показало возможность улучшения экономических показателей предприятия.

3 Александрин Ю.Н., Громов В.В. Методика оценки коэффициентов ликвидности с учетом размеров сельскохозяйственных предприятий // Финансовая аналитика: проблемы и решения. 2014. № 27(213). С. 21–29.

4 Федорович В.О. Критерий эффективности рациональной структуры капитала корпорации // Проблемы учёта и финансов. 2012. № 2(6). С. 17–25.

5 Задорожная А.Н. В поисках оптимальной структуры капитала компании // Финансы и кредит. 2014. № 5(581). С. 42–49.

6 Анискин, Ю.П. и др. Корпоративное управление деловой активности в неравновесных условиях: монография. М.: Издательство «Омега-Л», 2015. 299 с.

7 ПАО «Сибур». Годовой обзор 2015 : Создание ценности. Интеграция. Устойчивое развитие. 2016. 129 с. URL.: <http://investors.sibur.com/~media/Files/S/Sibur-IR/reports/sibur-ar-ru-2015.pdf> (дата обращения 15.08.2016)

8 ПАО «Нижнекамскнефтехим» Годовой отчет 2015. 2016. 102 с. URL.: https://www.nknh.ru/upload/iblock/61c/year_report_2015.pdf

9 Стерлитамакский нефтехимический завод: ОАО «СНХЗ». URL: <http://www.snhz.ru/?event=info&parameter=informatsiyaoaosnhz>

10 Жуков П.Е. Влияние налоговых щитов, риска дефолта и транзакционных издержек на средневзвешенную стоимость капитала // Финансовый журнал. 2015. № 6. С. 67–79

11 Яковлев А.С. Концепция планирования экономического роста предприятия на основе допустимых пороговых ограничений // Инновации и инвестиции. 2013. № 5. С. 76–79.

REFERENCES

1 Odintsov B.E., Romanov A.N. Company Balancing Process Modeling. *Upravlencheskie nauki* [Management Sciences] 2016, no. 2, pp. 101–112 (in Russian)

2 Fedorova E.A., Muratov M.A. The influence of internal and external factors on capital structure of Russian companies: an empirical analysis. *Finansy i kredit* [Finance and credit] 2015, no. 1, pp. 9–18. (in Russian)

3 Aleksandrin Yu.N., Gromov V.V. Method of evaluating the liquidity coefficients in terms of the size of agricultural enterprises. *Finansovaya analitika: problem i resheniya* [Financial analytics: science and experience] 2014, no. 27 (213), pp. 21–29. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Галина С. Цветкова кандидат экономических наук, профессор, кафедра менеджмента и бизнеса, Поволжский государственный технологический университет, Площадь Ленина, 3, Йошкар-Ола, Респ. Марий Эл, 424000, Россия, cvetkovaGS@volgatech.net

Ирина Г. Цветкова магистрант, департамент менеджмента, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Ленинградский пр., 49, г. Москва, 125993, Россия, irina_tsv@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Галина С. Цветкова анализ конкурентов, корректура рукописи и несёт ответственность за плагиат

Ирина Г. Цветкова аналитические расчеты, графическое оформление исследования

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 08.11.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 02.12.2016

4 Fedorovich V.O. Efficiency criterion of rational structure of the corporation capital. *Problemy ucheta i finansov* [Problems of accounting and finance] 2012, no. 2(6), pp. 17–25. (in Russian)

5 Zadorozhnyaya A.N. In search of an optimal capital structure of the company *Finansy i kredit* [Finance and credit] 2014, no. 5 (581), pp. 42–49. (in Russian)

6 Aniskin, Yu. P. et al. Korporativnoe upravlenie delovoi aktivnosti v neravnovesnykh usloviyakh [Corporate management of business activity in nonequilibrium conditions: the monograph] Moscow, Omega-L, 2015. 299 p. (in Russian)

7 PAO “Sibur”. Godovoi otchet 2015 [PJSC “Sibur”. Annual review 2015: Value creation. Integration. Sustainable development] 2016. 129 p. Available at: <http://investors.sibur.com/~media/Files/S/Sibur-IR/reports/sibur-ar-ru-2015.pdf> (accessed 15.08.2016) (in Russian)

8 PAO “Nizhnekamskneftekhim” [PJSC Nizhnekamskneftekhim Annual Report 2015] 2016. 102 p. Available at: https://www.nknh.ru/upload/iblock/61c/year_report_2015.pdf (in Russian)

9 ОАО “СНХЗ” [Sterlitamak petroleum chemical plant: JSC SNHZ] Available at: <http://www.snhz.ru/?event=info&parameter=informatsiyaoaosnhz> (in Russian)

10 Zhukov P.E. Influence of Tax Shields, Default Risk and Transaction Costs on the Average Cost of the Capital. *Finansovyy zhurnal* [Financial journal] 2015, no. 5, pp. 67–79 (in Russian)

11 Yakovlev A.S. The concept of planning of economic growth of the entity on the basis of admissible threshold restrictions. *Innovatsii i investitsii* [Scientific and analytical magazine "Innovations and Investments"] 2013, no. 5, pp. 76–79. (in Russian)

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Galina S. Tsvetkova candidate of economic science, professor, department of management and business, Volga region state technological university, Lenin Sq., 3., Yoshkar-Ola, Republic of Mari El, 424000, Russia, cvetkovaGS@volgatech.net

Irina G. Tsvetkova postgraduate student, departments of management, Financial University under the Government of the Russian Federation, Leningradsky av., 49, Moscow, 125993, GSP-3, Russia, irina_tsv@mail.ru

CONTRIBUTION

Galina S. Tsvetkova analyze competitors, consultation during the study correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Irina G. Tsvetkova analytical calculations, graphic design of research

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 11.8.2016

ACCEPTED 12.2.2016

Оригинальная статья/Original article

УДК 33.370.176

DOI: <http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-4-345-349>

Смена парадигмы управления инновационной деятельностью в условиях трансформации экономики

Оксана О. Лукина¹ oks.lukina@gmail.com

¹ кафедра бухгалтерского учета и бюджетирования, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия

Реферат. В статье рассмотрены подходы к развитию инновационного менеджмента как вида управления от традиционного управления, представленного Ф.Тейлором, А. Файолем, Г. Хэмелом и другими. Отмечена связь трансформации экономики и изменениями в управлении предприятиями, нацеленными на конкурентоспособность их на рынке. Под условиями трансформации экономики автор имеет в виду следующие факторы: экономику знаний или новую экономику, прогнозирование и стратегическое планирование на предприятии и в экономике в целом, массовый сбыт и развитие глобальных рынков, безостановочный процесс развития знаний, формирующих цели конкурентоспособной экономики. Под инновационной деятельностью автор понимает систему создания, распространения и использования нового вида продукции, деятельности или рынка, обеспечивающего конкурентоспособное состояние предприятия. Исследованы этапы управления инновационной деятельностью: классические теории, обосновывающие внедрение новых знаний в организации, преобразующих их в новые продукты, управление по целям, развитие технологий и снижение затрат, теория человеческого капитала, персонал-менеджмент, школа обучения. Особо выделены принципы школы обучения, такие как: сложность и непредсказуемость внешней среды, невозможность контроля планирования, поскольку его необходимо непрерывно обновлять, учиться необходимо всему коллективу, в том числе и руководителям как потенциальным стратегам, обучение предполагает ретроспективное мышление, позволяющее анализировать предыдущие действия организации. Исследованы виды знаний, необходимые в инновационной деятельности в условиях трансформации экономики: групповые, индивидуальные и другие, имплицитные в инновационный процесс. Кроме того, выделяются группы знаний в инновационной деятельности по типу обучения, по способу научной деятельности, а также по источникам получения информации.

Ключевые слова: инновации, трансформация экономики, виды знаний, конкуренция, экономика знаний

Changing the paradigm of management of innovative activity in the conditions of transformation of economy

Oksana O. Lukina¹ oks.lukina@gmail.com

¹ accounting and budgeting department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution av., 19, Voronezh, 394066, Russia

Summary. The article describes the approaches to the development of innovation management as a management type from the traditional management, represented by Taylor's, A. Fayolle, G. Hemelom and others. There was a connection transformation of the economy and changes in the management of enterprises, aimed at the competitiveness of the market. Under the terms of the transformation of the economy the author has in mind the following factors: the knowledge economy and the new economy, forecasting and strategic planning at the enterprise and the economy in general, mass marketing and the development of global markets, non-stop process of development of knowledge, forming goal of a competitive economy. Under the innovative activity of the author understands the system of creation, dissemination and use of new types of products, actively or market, providing competitive state of the enterprise. Abstract Innovational management stages: the classic theory justifying the application of new knowledge in organizations, transforming them into new products, management by objectives, technology development and cost reduction, human capital theory, management personnel training school. Emphasizes the principles of school education, such as the complexity and unpredictability of the environment, the impossibility of planning control, since it must be continuously updated study is necessary to all the staff, including managers as a potential strategy, learning involves retrospective thinking, allows us to analyze the previous steps organization. Abstract forms of knowledge are needed in innovation in the transformation of the economy: group, individual, and others, be implied in the innovation process. In addition, a group distinguished knowledge in the innovation of the type of training, according to the method of scientific activities, as well as sources of information.

Keywords: Innovation, transformation of the economy, types of knowledge, competitiveness, knowledge economy.

Для цитирования

Лукина О. О. Смена парадигмы управления инновационной деятельностью в условиях трансформации экономики // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 345–349. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-345-349

For citation

Lukina O. O. Changing the paradigm of management of innovative activity in the conditions of transformation of economy. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 345–349. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-345-349

Введение

Новизна — эволюция инновационного менеджмента как одного из видов управления инновационной деятельностью в условиях трансформации экономики, отличительными признаками которой является сложность и непредсказуемость внешней среды, невозможность контроля планирования, необходимость обновления и постоянного обучения работников, специалистов и менеджеров, способствующих конкурентоспособности организации.

В современной организации важным фактором ее развития является управление знаниями и компетенциями, нацеленными на эффективное развитие предприятий не только в настоящем, но и в будущем.

Решение проблемы инновационной деятельности является одним из условий обновления хозяйственных систем, Предметом исследования известных ученых в области управления «экономикой знаний» являются управленческие отношения, учитывающие условия их обновления в результате инновационной деятельности [1].

Основная часть. Появление термина «управление инновационной деятельностью» (или «инновационный менеджмент») в 50-х годах XX века связано с необходимостью изменений в обществе, трансформаций экономики и, зависимиыми от них, изменениями в управлении предприятиями, нацеленными на конкурентоспособность их на рынке. Переход от управления организацией к инновационному менеджменту в условиях трансформации экономики заключается в том, чтобы специалисты организации развивали новации, а затем и внедряли их на рынке. Проблема адаптации и развития предприятий на рынке в конкурентоспособной перспективе, ориентированных на инновационную деятельность, посвящены труды отечественных и зарубежных ученых (Ю. П. Анисимов, Ю. В. Журавлев [2] Т. И. Овчинникова [3], Г. Минцберг, Б. Альстренд, Дж. Лемпел [4], Г. Хэмел, К. К. Прахалад, Д. О. Нил [5] и др.). Впервые внимание исследователей на «экономику знаний» и «новую экономику» обратил внимание И. Нонакаи. Он выделил знания персонала как рыночные преимущества предприятий, и связал с ними развитие технологий и появление новых продуктов на рынке, показав, что преобразование технологий на базе новых знаний, создают конкурентные преимущества. Такую деятельность И. Нонакаи и его последователи называют инновационной, а управление в новых условиях развитых знаний, дающих конкурентные преимущества. В словарях термин «инновационная деятельность» определяют как «комплексный процесс создания, распространения и использования нового

практического средства (новшество), необходимого для удовлетворения человеческих потребностей, меняющихся под воздействием общества, а также сопряженные с этим новшеством изменения» [6]. В эти же годы инновационную деятельность определяют также как искусство управления, которое опирается на правильный прогноз [7].

В середине XX в. особо возрастает интерес не только ученых, но и многих практиков и руководителей компаний, функционирующих на рынке, к трансформациям, обоснованным условиями обновления хозяйствующих структур:

- изменениями в экономике отдельных стран (таких, как США, ЕС, Япония развивающих экономику технологий);

- необходимостью снижения затрат на выпуск продукции в конкурентных условиях как внутри стран, так на глобальных рынках.

Одним из условий, способствующих трансформации хозяйствующих систем, является предсказуемость в поведении потребителей в отношении новых видов продукции, а также учет рыночного поведения в планировании технологических разработок. Эти условия учитывались авторами классической теории, представленной А. Смитом, М. Вебером, Ф. Тейлором, Г. Фордом и др. [8].

Практические трансформации в поведении организаций, вызванные инновациями, определили прогнозирование и стратегии организаций.

Следующий этап в развитии инновационной деятельности, вызванный трансформацией систем, характеризуется «управлением по целям»; оно рассмотрено в трудах М. Портера, П. Друкера и др. (Management by Objectives, MBO [9]).

В дальнейшем, когда основным фактором трансформации хозяйственных систем стал фактор развития рынка или массовый сбыт, с одной стороны, а с другой — дефицит ресурсов, появилась теория «человеческого капитала» как носителя новаций. Вторая половина XX в. характеризуется категориями: «организационные знания» и «управление человеческими ресурсами», обосновывающими инновационный менеджмент. При этом в отдельно значимую функцию выделяется «персонал-менеджмент» (Г. Питерс, П. Сенге), когда к значимым результатам трансформации хозяйственных структур и международного бизнеса является развитие знаний как основа современной парадигмы управления инновационной деятельностью.

Результатом трансформации «экономики знаний» с практической точки зрения послужило технико-технологическое развитие в 80-е годы XX в. [10], усилившиеся в XXI в. [11]. Условия трансформации экономики представлены на рисунке 1.



Рисунок 1. Условия трансформации экономики и этапы развития инновационной деятельностью

Figure 1. Terms of the transformation of the economy and the stages of development of innovative activity

Основой современной парадигмы управления инновационной деятельностью являются организационные знания, поддерживаемые такой трансформацией в экономике, которая названа «школой обучения» (Management by Learning, MBL); ее представителями являются отечественные и зарубежные исследователи (С. А. Попов, М. И. Круглов, Г. Минцберг, Б. Альстренд, Дж. Лемпел, П. Дойль, Р. Холл [12]), трактующие категорию «школа обучения» как компетенции и квалификацию персонала, обосновывающие конкурентные преимущества высокоэффективных предприятий. Именно они доказали взаимосвязь между уровнем организационных знаний и эффективностью предприятия, а также непрерывность процесса развития знаний и компетенций.

Представители направления «Школа обучения» первыми обратили внимание на роль способностей и высокопрофессиональных навыков в функционировании организации и включили их в определяющие факторы управления инновационной деятельностью. Отечественный исследователь разработал алгоритм «управление–обучение» как непрерывный процесс [13].

Принципы, приемлемые в развитии направления «Школа обучения», следующие:

- сложность и непредсказуемость внешней среды;
- невозможность контроля планирования, поскольку его необходимо непрерывно обновлять;
- учиться необходимо всему коллективу, в том числе и руководителям как потенциальным стратегам;
- обучение предполагает ретроспективное мышление, позволяющее анализировать предыдущие действия организации.

Во избежание рисков, субъектам знаний и компетенций может быть лишь тот, кто имеет определенные задатки к обучению (чтобы случайная идея не легла в основу инновационной деятельности).

Роль руководителей в инновационной деятельности заключается в управлении процессом обучения там, где могут возникать новационные идеи. Механизм управления инновационной деятельностью в модели «Школа обучения» включает умение руководителя улавливать неявные связи между знаниями и действиями персонала; в трансформации из прошлой деятельности преобразующих планов, которые рассматриваются как направления совместной деятельности персонала и руководителей и учитывают влияние внешней и внутренней среды.

В основе дальнейших трансформаций экономики проявляются принципы:

- постоянный анализ механизма управления с учетом прошлого опыта;
- традиционные действия и привычные процедуры требуют корректировки (внедрение новых технологий, обновление знаний и практики);
- специалисты и менеджеры обмениваются знаниями и опытом; командная работа и открытость исполнителей и руководителей позволяют внедрять принцип партисипативности;
- ротация персонала, создание проектных и многофункциональных групп содействует инновационной деятельности организации;
- поиск информации во внутренней и внешней среде, поиск знаний и опыта и поставщиков, конкурентов, клиентов с дальнейшим их использованием.

Трансформация экономики предполагает развитие не только индивидуальных, но и групповых знаний, использование не всегда рациональных подходов, но и учет интуитивного мышления, имплицитного в инновационный процесс. Виды знаний, используемых в трансформационной экономике, показаны на рисунке 2.



Рисунок 2. Виды знаний, применяемые в инновационной деятельности

Figure 2. Types of knowledge used in innovative activities

Как видим из рисунка 2, деятельность по получению и развитию знаний – самая разнообразная: спонтанно возникающие знания, традиционно обдумываемые, развивающиеся. Однако знания в инновационной деятельности не являются самоцелью (поскольку это может быть новация, не воспринятая рынком), главным механизмом получения и расширения знаний становится рынок и потребитель. В конце XX в. основной характеристикой трансформации экономики стала ее неопределенность и трехсекторность [14]: сырьевой, крупный несырьевой и малый и средний несырьевой бизнес. Экономика второй группы рассматриваемых в настоящем исследовании предприятий (крупный несырьевой), по мнению авторов (Н. Акиндинова и др.), функционирующих не только на внутреннем, но и внешнем рынках, характеризуется техническим перевооружением в целях повышения конкурентоспособности, различными организационными формами (от особых экономических зон до государственно-частного партнерства), государственным инвестиционным обеспечением. Однако, учитывая современное состояние экономики, «оптимальными» становятся долгосрочные связи между региональными администрациями

и бизнесом, «социально ответственным» или «понимающим государственные задачи», когда власть заботится о защите рыночных позиций «близкого бизнеса».

Это означает, что инновационные процессы в организациях системно реагируют на запросы креативной экономики и обосновываются деятельностью институциональных органов, вузовской системой и производством.

Возникает направление – «обучающее управление» (Management by Teaching, MBT) (А. Маршалл), когда инновационная деятельность подчинена требованиям рынка, а инновационные преимущества продукта проявляются в динамичной и инициативной деятельности не только работников, но и руководителей и потребителей, опосредованно влияющих своим поведением на выбор товаров.

Этот подход основан на идее, свидетельствующей о том, что «одинаковых товаров нет», творческий труд – это самооценность организации, реагирующей на изменения рынка. При этом ценится профессионал, владеющий знаниями и опытом и реализующий их в целях организации (рисунок 3).



Рисунок 3. Цели управления инновационной деятельностью

Figure 3. Innovation management objectives

Миссия организации проявляется в том, что она – единственная в своем роде, ее авторитетный бренд является фактором влияния на потребителя.

Во внешней среде организация представляет «контактную аудиторию», проявляющуюся посредством конкретных преимуществ своей деятельности.

Внутренний механизм инновационного управления в условиях трансформации экономики требует оперативного реагирования управленцев и специалистов на происходящие изменения; деятельность работников становится более креативной, возрастает уровень компетенций.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Жанказиев А. Х. Экономика знаний: особенности и издержки познания // Креативная экономика. 2012. № 3. С. 100–105.
- 2 Анисимов Ю. П., Журавлев Ю. В. Стратегия инновационного развития предприятия Воронеж: ВГУИТ, 2016. 774 с.
- 3 Овчинникова Т. И., Коломыцева О. Ю., Колесникова Е. Ю. Устойчивое развитие на основе инноваций // Вестник ВГУИТ. 2016. № 1. С. 237–243.
- 4 Минцберг Г., Альстренд Б., Лемпел Дж. Школы стратегий. СПб: «Питер», 2000. 336 с.
- 5 Хэмел Г., Прахалад К., Нил Д.О. Стратегическая гибкость. Менеджмент в условиях нестабильности СПб. «Питер», 2005. 384 с.
- 6 Большой коммерческий словарь. М.: Война и мир, 1996.
- 7 Файоль А., Эмерсон Г., Тейлор Ф., Форд Г. Управление – это наука и искусство М.: Изд. «Республика», 1992. 350 с.
- 8 Виханский О. С. Стратегическое планирование Учебник М.: Тандем, 1998. 440 с.
- 9 Grosse, R. International Business / R. Grosse, D. Kujava. Boston, 1992. 733p.
- 10 Cullen, J. Multinational Management: A Strategic Approach. Washington State University. 2002. 664p.
- 11 Попов С. А. Стратегическое управление. Модуль 4 М.: «Инфра», 1998. 334 с.
- 12 Акиндинова Н., Кузьминов Я., Ясин Е. Экономика России: перед долгим переходом // Вопросы экономики. 2016. № 6. С. 16.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Оксана О. Лукина ассистент, кафедра бухгалтерского учета и бюджетирования, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия, oks.lukina@gmail.com

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Оксана О. Лукина написала рукопись и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 17.11.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 16.12.2016

Роль руководителя изменяется: он обучается сам, наставляет подчиненных на инициативную и самостоятельную работу.

Вывод

Изменения в парадигме управления инновационной деятельностью необходимо рассматривать в совокупности с трансформационными изменениями в экономике. Инновационная деятельность, реагируя на требования потребителя, базируется на развитии знаний и компетенций работников.

REFERENCES

- 1 Zhankaziev A. Kh. Economics of knowledge: characteristics and costs of knowledge. *Kreativnaya ekonomika* [Journal of creative economy]. 2012. no. 3. pp. 100–105. (in Russian).
- 2 Anisimov Yu. P., Zhuravlev Yu. V. Strategiya innovatsionnogo razvitiya predpriyatiya [The strategy of innovative development of the enterprise] Voronezh, VGUIT publ., 2016. 774 p. (in Russian).
- 3 Ovchinnikova T. I., Kolomytseva O. Yu., Kolesnikova E. Yu. Sustainable development based on innovation. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 2. no. 1. pp. 237–243. (in Russian).
- 4 Mintsberg G., Al'stend B., Lempel Dzh. Shkoly strategii [School strategies] St. Petersburg, "Piter" publ., 2000. 336 p. (in Russian).
- 5 Khemel G., Prakhala K., Nil D.O. Strategicheskaya gibkost' Menedzhment v usloviyakh nestabil'nosti [Strategic flexibility Management in conditions of instability] St. Petersburg, "Piter", 2005. 384 p. (in Russian).
- 6 Bol'shoi kommercheskii slovar' [Large commercial dictionary] Moscow, Voina i mir publ., 1996. (in Russian).
- 7 Faiol' A., Emerson G., Teilor F., Ford G. Upravlenie eto nauka i iskusstvo [Management is the art and science of] Moscow, Respublika publ., 1992. 350 p. (in Russian).
- 8 Vikhanskii O. S. Strategicheskoe planirovanie Uchebnik [Strategic planning Tutorial] Moscow, Tandem publ., 1998. 440 p. (in Russian).
- 9 Grosse, R. International Business / R. Grosse, D. Kujava. Boston, 1992. 733p.
- 10 Cullen, J. Multinational Management: A Strategic Approach. Washington State University. 2002. 664p.
- 11 Popov S. A. Strategicheskoe upravlenie Modul' 4 [Strategic management Module 4] Moscow, Infra publ., 1998. 334 p. (in Russian).
- 12 Akindinova N., Kuz'minov Ya., Yasin E. Russia's economy: prepare for a long transition *Voprosy ekonomiki* [Questions of economy]. 2016. no. 6. pp. 16. (in Russian).

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Oksana O. Lukina assistant, accounting and budgeting department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution av., 19, Voronezh, 394066, Russia, oks.lukina@gmail.com

CONTRIBUTION

Oksana O. Lukina wrote the manuscript and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 11.17.2016

ACCEPTED 12.16.2016

Совершенствование продовольственной безопасности на основе интеграционных процессов в агропромышленном комплексе региона

Оксана Г. Стукало	¹	stukalo_oksana@mail.ru
Ирина Е. Устюгова	¹	ystugova@yandex.ru
Юрий В. Негороженко	¹	negorozhenko2015@yandex.ru

¹ кафедра управления, организации производства и отраслевой экономики, Воронеж. гос. ун-т инж. технол., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия

Реферат. В статье рассмотрены пути совершенствования продовольственной безопасности региона. Производство продуктов питания, необходимо для существования человечества, а уровень и качество питания населения характеризуют степень ее социально-экономического развития, здоровья и продолжительность жизни человека. Чрезвычайная важность и нерешенность многих проблем, связанных с обеспечением продовольственной безопасности страны в мясном подкомплексе АПК делают весьма актуальным исследование вопросов, связанных с развитием интеграционных формирований. В тех регионах, где интегрированным хозяйственным структурам оказывается необходимая государственная материально – финансовая (стартовая) помощь, они функционируют более эффективно. Важно, чтобы органы управления при этом не выполняли функции хозяйственного управления, а содействовали ему в рамках собственной компетенции. В Воронежской области с целью стабильного обеспечения мясокомбинатов сырьем реализуется инвестиционный проект Создание племенного предприятия по разведению и откорму мясного скота на производственных площадках ООО Заречное, мощностью 30000 голов маточного поголовья. Ввод в эксплуатацию которого, позволил завершить создание в Воронежской области мясного кластера. Существующие интеграционные связи в мясном подкомплексе формируются пока не на взаимовыгодной основе и, как показывает практика, ущемляют экономические интересы сельскохозяйственных товаропроизводителей. В целях обеспечения дальнейшего развития и повышения эффективности деятельности специализированных и кооперативных формирований, а именно в производстве, переработке сырья и реализации мясoproductов целесообразно создать на региональном уровне агропромышленное формирование холдингового типа в Воронежской области. Особую актуальность проект приобретает в связи с создавшимся дефицитом животного белка, ростом импортного сырья и продукции и нацелен на развитие отечественного производства за счет максимального использования резервов местных ресурсов, способных к импортозамещающим технологиям.

Ключевые слова: продовольственная безопасность, мясная промышленность, регион

Improving food security on the basis of integration processes in the agroindustrial complex of the region

Oksana G. Stukalo	¹	stukalo_oksana@mail.ru
Irina E. Ustyugova	¹	ystugova@yandex.ru
Yuri V. Negorozhenko	¹	negorozhenko2015@yandex.ru

¹ management, production organization and branch economy department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Summary. The article considers ways of improving food security in the region. Food production, necessary for the existence of mankind, and the level and quality of nutrition characterize the degree of socio-economic development, health and life expectancy of the person. Extreme importance and many unresolved issues related to ensuring food security in the meat subcomplex are doing highly relevant research questions related to the development of integration formations. In regions where integrated economic entities it is necessary to state financial and material (starting) help them operate more efficiently. It is important that controls were not carried out functions of economic management and promoted it within its own competence. In the Voronezh region with the aim of providing stable meat raw material has been implemented the investment project creation of the tribal enterprise for the breeding and fattening of beef cattle at the production sites of Zarechnoe, OOO, with a capacity of 30,000 heads of cattle. Commissioning which made it possible to complete creation in the Voronezh region meat cluster. Existing integration ties in the meat sub-complex are formed is not yet on a mutually advantageous basis and, in practice, infringe on economic interests of agricultural producers. In order to ensure further development and improve the efficiency of specialized and cooperative groups, namely in production, processing and realization of meat products it is expedient to establish at the regional level, the formation of agricultural holding type in the Voronezh region. The particular relevance of the project becomes due to the current shortage of animal protein, growth in the import of raw materials and products and is aimed at the development of domestic production by maximizing the use of reserves local resources to import-substituting technologies.

Keywords: food safety, meat industry, region

Для цитирования

Стукало О. Г., Устюгова И. Е., Негороженко Ю. В. Совершенствование продовольственной безопасности на основе интеграционных процессов в агропромышленном комплексе региона // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 350–354. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-350-354

For citation

Stukalo O. G., Ustyugova I. E., Negorozhenko Yu. V. Improving food security on the basis of integration processes in the agroindustrial complex of the region. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 350–354. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-350-354

Введение

Одной из мировых проблем, которая никогда не теряет актуальность, является производство продуктов питания, необходимых для существования человечества. Указом Президента Российской Федерации от 30 января 2010 г. № 120 утверждена Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации. В отличие от первых вариантов документа, «безопасность» перестала быть синонимом «независимости от импорта». Понятие «независимости» в доктрине используется, но им не ограничивается. Фактически «Доктрина продовольственной безопасности» строится на трех смысловых основах: доля собственного производства по основным видам продовольствия, качество этого продовольствия и его доступность для населения. Деполитизация достигается за счет смещения фокуса проблемы от идеи внешней экспансии, от которой надо защищаться ростом собственного производства, к проблемам внутренним – не просто производить достаточно для продовольственной независимости, но уделять внимание качеству продуктов и их доступности. В свою очередь, доступность подразделяется на экономическую и физическую, т. е. территориальную [2].

Теоретические основы продовольственной проблемы России

Доктрина предполагает увеличение к 2020 году доли отечественного мяса на российском рынке как минимум до 85%. В целом же в России к 2020 году должно производиться не менее 80% от всех основных видов продуктов питания, потребляемых в стране [3]

Парадокс же продовольственной проблемы в России состоит в том, что при отсутствии дефицита продуктов питания снижается уровень потребления населения вследствие падения его покупательской способности и высоких цен на продовольствие. В условиях экономических санкций против России в целях обеспечения продовольственной безопасности страны необходимо форсировать развитие интеграционных формирований АПК, способных, как показывает, мировой опыт, послужить «толчком» развития сельскохозяйственной отрасли в целом, потребляя значительные объемы растениеводческой продукции [1].

Классификация интеграционных формирований АПК

Эффективность функционирования интеграционных формирований и их структурных подразделений, продуктовых подкомплексов зависит от рациональной системы экономических и организационных взаимоотношений в системе АПК. Мясной подкомплекс является важнейшей составной частью агропромышленного комплекса и наиболее крупным сегментом продовольственного рынка. Надежное обеспечение мясной продукцией – основного источника животного белка и других ценных компонентов в рационе населения – является одним из важнейших условий достижения стабильного уровня жизни и продовольственной безопасности государства.

Кроме того, развитие интеграционных процессов АПК на современном этапе обусловлено объективной необходимостью вывода его отраслей из кризисного состояния.

Важность и нерешенность многих проблем, связанных с обеспечением продовольственной безопасности страны в мясном подкомплексе АПК делают весьма актуальным исследование вопросов, связанных с развитием интеграционных формирований.

Интеграция – это углубление сотрудничества субъектов управления, их организационно-экономического взаимодействия с целью повышения эффективного, конкурентоспособного и устойчивого функционирования предприятия.

В специальной литературе можно встретить описание таких видов интеграции, как: вертикальная и горизонтальная интеграция, вертикальная интеграция «вперед» и «назад», конгломератная интеграция, квазиинтеграция, естественная и классическая интеграция, «мягкая» и «жесткая» интеграция, полная и неполная и другие виды.

Рассматривая классификацию интеграции по степени однородности производимой продукции, следует отметить, что, по нашему мнению, конгломератная интеграция представляется собой более высокий и сложный уровень образования производственно-хозяйственных объединений, и встречается сегодня чаще, чем чисто вертикальная или чисто горизонтальная интеграция [4].

Принципы деятельности интеграционных формирований отражены на рисунке 1

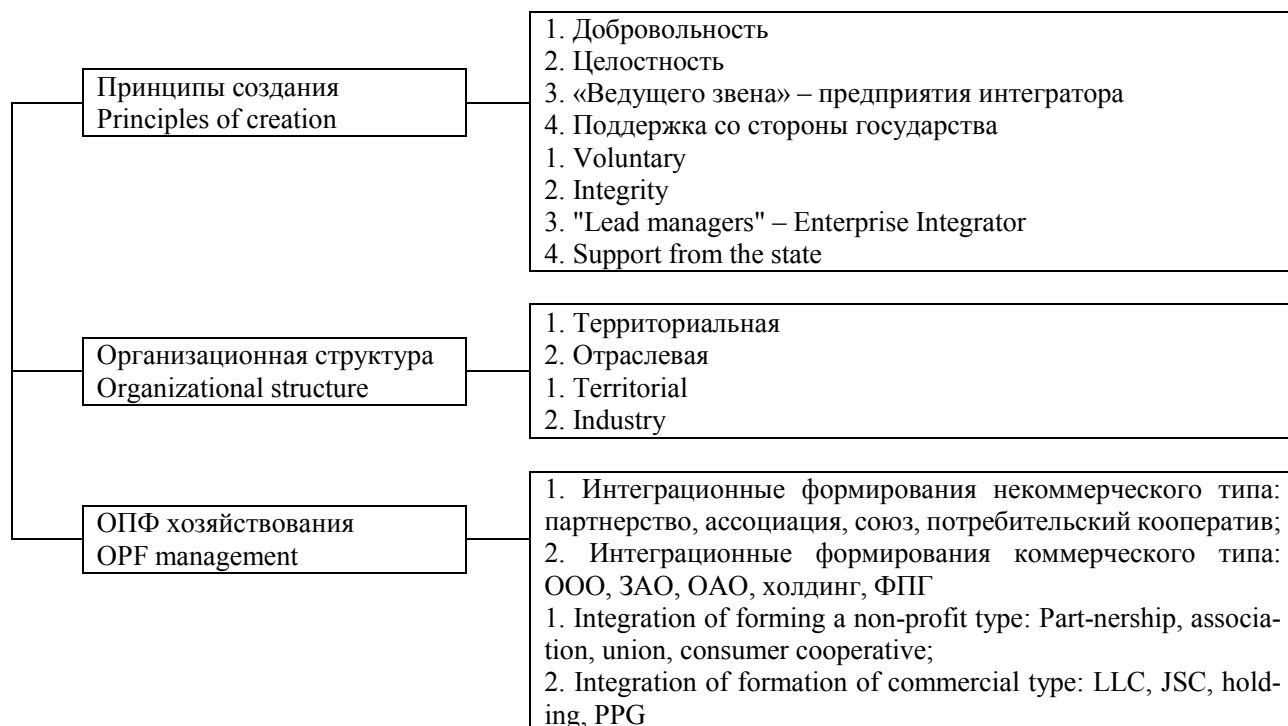


Рисунок 1. Классификация организационных моделей интеграционных формирований

Figure 1. Classification of organizational models of integration formations

Мониторинг функционирования интеграционных формирований Воронежской области

Практика показывает, что в тех регионах, где интегрированным хозяйственным структурам оказывается необходимая государственная материально – финансовая (стартовая) помощь, они функционируют более эффективно. Важно, чтобы органы управления при этом не выполняли функции хозяйственного управления, а содействовали ему в рамках собственной компетенции.

В Воронежской области с целью стабильного обеспечения мясокомбинатов сырьем реализуется инвестиционный проект Создание племенного предприятия по разведению и откорму мясного скота на производственных площадках ООО «Заречное», мощностью 30 тыс. голов маточного поголовья. Ввод в эксплуатацию которого, позволил завершить создание в Воронежской области мясного кластера.

Формирование мясного кластера в Воронежской области началось в 2010 году. На первом этапе инвестор построил генетический центр на 3 тыс. голов высокопродуктивного поголовья абердинангусской и герефордской породы. В 2013 году было получено и пересажено несколько тысяч эмбрионов. Приживаемость

составила от 40 до 50%. На втором этапе «Заречное» завезло поголовье племенного скота из США, Австралии, Германии, Венгрии, Франции и Швеции. На третьем этапе в кластере появился фидлот на 50 тыс. голов, открытая зона и несколько небольших открытых площадок от 100 до 2 тыс. голов. Мясохладобойня «Заречного» мощностью 50 голов в час открылась на четвертом этапе реализации проекта, а передача готовой продукции на продажу в июле 2014 года завершила пятую стадию формирования мясного кластера [2]. Однако существующие интеграционные связи в мясном подкомплексе формируются пока не на взаимовыгодной основе и, как показывает практика, ущемляют экономические интересы сельскохозяйственных товаропроизводителей. Не разработана пока нормативно-правовая база для продуктовых и не продуктовых подкомплексов АПК страны и региона. Этим объясняется низкая эффективность функционирования существующих интеграционных формирований [1].

Организационная структура и основные направления деятельности проектируемого интеграционного формирования представлены на рисунке 2.

Организационно-производственные Organizational and production	1. Создание холдинга на основе привлечения в его составе всех возможных участников, начиная от производства сырья до реализации продукции потребителям. Creation of the holding company on the basis of involvement in its composition of all possible participants, ranging from raw materials to the sale of products to consumers. 2. Разработка единого механизма функционирования всех структур. Development of a common mechanism of functioning of all the structures. 3. Создание единой ассортиментной политики. Creation of a single product line policy. 4. Разработка общей стратегии повышения конкурентоспособности. Develop an overall strategy to enhance competitiveness. 5. Организация единой дистрибьюторской сети. Organization of a single distribution network. 6. Предоставление франчайзы коммерческим фирмам. Provision of franchises to commercial companies.
Экономика-маркетинговые Economics and Marketing	1. Иновационно-инвестиционные. Innovative and investment. 2. Быстрое обновление основных фондов. Rapid replacement of fixed assets. 3. Осуществление инновационной деятельности. Implementation of innovation. 4. Компьютеризация производства. Computerization of production. 5. Использование взаимовыгодного механизма распределения дохода между предприятиями холдинга. Using mutually income distribution mechanism between the holding companies. 6. Разработка стратегии и тактики по выработке объемов продукции. Develop a strategy and tactics for the development of production volumes. 7. Оптимизация каналов товародвижения продукции. Optimize product distribution channel of products. 8. Ранжирование проблем по степени важности и сложности и их решение. Ranking issues in order of importance and complexity of their decision. 9. Концентрация ресурсов на основе единой политики. on the basis of a common policy resource concentration. 10. Внедрение достижений научно-технического прогресса. The introduction of scientific and technological progress.
Кредитно-финансовые Credit and financial	1. Разработка единых цен на ресурсы и готовую продукцию. Development of uniform prices for resources and finished products. 2. Кредитование всех предприятий из единого источника. Credit to all enterprises from a single source.
Социально-экономические Socio-economic	1. Разработка единой системы оплаты и стимулирования труда персонала. Development of a common payment system and stimulation of the personnel. 2. Создание единого фонда по улучшению условий труда и быта работающих во всех структурах холдинга. The creation of a single fund to improve the working and living conditions of workers in all of the holding structures. 3. Организация службы, обеспечивающей повышение квалификации их персонала и переподготовку. The service providing advanced training and retraining of their staff. 4. Улучшение экологической среды на всех участках холдинга. Improvement of environmental protection in all areas of the holding. 5. Установление единых нормативов по созданию интегрированного фонда накопления. The establishment of uniform standards for the creation of an integrated accumulation fund. 6. Распределение финансовых ресурсов между предприятиями в зависимости от доли вклада, создание систем контроллинга. Allocation of financial resources between businesses, depending on the degree of contribution, the establishment of controlling systems. 7. Учет всех ресурсов и контроль за их использованием. Taking into account all the resources and control over their use.

Рисунок 2. Основные направления организационно-экономического функционирования агрохолдинга

Figure 2. The main directions of organizational and economic functioning of the agricultural holding

Заключение

В целях обеспечения дальнейшего развития и повышения эффективности деятельности специализированных и кооперативных формирований, а именно в производстве, переработке сырья и реализации мясопродуктов целесообразно создать на региональном уровне агропромышленное формирование холдингового типа в Воронежской области.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Козляковская Е. Я., Гегечкори О. Н. К вопросу об экономической безопасности рыбной отрасли России // Балтийский экономический журнал № 2 2014 г. 2014. № 2.
- 2 Романенко Г. Вклад науки в реализацию государственных программ развития сельского хозяйства // Экономист. 2015.
- 3 Богомолова И. П., Стукало О. Г., Устюгова И. Е. Методические подходы к оценке эффективности функционирования интеграционных формирований // Вестник ВГУИТ. 2014. № 1 (59).
- 4 Богомолова И. П., Стукало О. Г., Устюгова И. Е. Богомолова. Мониторинг современного состояния сырьевой базы мясной промышленности // Экономика и предпринимательство. 2013. № 11 (40).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Оксана Г. Стукало к.э.н., доцент, кафедра управления, организация производства и отраслевой экономики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, stukalo_oksana@mail.ru

Ирина Е. Устюгова ст. преподаватель, кафедра управления, организация производства и отраслевой экономики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, ystugova@yandex.ru

Юрий В. Негороженко магистр, кафедра управления, организация производства и отраслевой экономики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, negorozhenko2015@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Оксана Г. Стукало консультация в ходе исследования
Ирина Е. Устюгова обзор литературных источников по исследуемой проблеме

Юрий В. Негороженко написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 11.09.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 22.11.2016

Особую актуальность проект приобретает в связи с создавшимся дефицитом животного белка, ростом импортного сырья и продукции и нацелен на развитие отечественного производства за счет максимального использования резервов местных ресурсов, способных к импортозамещающим технологиям.

REFERENCES

- 1 Kozlyakovskaya E. Ya., Gegechkori O. N. To the question of economic security the fishing industry of Russia. *Baltiiskii ekonomicheskii zhurnal* [Baltic economy magazine]. 2014. no. 2. (in Russian).
- 2 Romanenko G. The contribution of science in the implementation of state programs of development of agriculture. *Ekonomist* [The economist]. 2015. (in Russian).
- 3 Bogomolova I. P., Stukalo O. G., Ustyugova I. E. Methodical approaches to assessment of efficiency of functioning of integration structures. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2014. no. 1 (59). (in Russian).
- 4 Bogomolova I. P., Stukalo O. G., Ustyugova I. E. homologiering modern state of the resource base of the meat industry. *Ekonomika i predprinimatel'stvo* [Economics and entrepreneurship]. 2013. no. 11 (40). (in Russian).

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Oksana G. Stukalo candidate of economical sciences, associative professor, management, production organization and branch economy department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, stukalo_oksana@mail.ru

Irina E. Ustyugova candidate of technical sciences, engineer, management, production organization and branch economy department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, ystugova@yandex.ru

Yuri V. Negorozhenko master student, management, production organization and branch economy department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, negorozhenko2015@yandex.ru

CONTRIBUTION

Oksana G. Stukalo consultation during the study
Irina E. Ustyugova review of the literature on an investigated problem

Yuri V. Negorozhenko wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 9.11.2016

ACCEPTED 11.22.2016

Стратегические альтернативы развития торгового сетевого бизнеса в контексте маркетингового управления

Алексей В. Казанцев¹ alexei.v.kazantsev@gmail.com
Эвелина А. Гомонко² gevelina@mail.ru

¹отделение национальной экономики экономического факультета, Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ, пр-т Вернадского, 81, стр. 1, г. Москва, 119571, Россия

²кафедра экономики, Белгородский ун-т. кооперации, экономики и права, ул. Садовая, 116а, г. Белгород, 308016, Россия

Реферат. Разработка стратегии развития торгового сетевого бизнеса является актуальной и наиболее трудоемкой задачей, решаемой в контексте маркетингового управления сетевым структурами. Недостаточная теоретическая и методическая база сдерживает разработку стратегических направлений развития сетевого бизнеса в торговле. В связи с этим дано понятие стратегии и определена ее роль в маркетинговом управлении сетевым бизнесом. Основой формирования стратегии развития сетевого бизнеса в розничной торговле является установление взаимоотношений с поставщиками, покупателями и внутри сети, эффективность которых определяется результативностью выбранных с этой целью приемов, маневров и принципов поведения. По мнению авторов, одним из направлений реализации стратегии в сложившейся ситуации должно стать установление контроля над действиями контрагентов в рамках стратегии горизонтальной и вертикальной кооперации. Определено, что общим направлением действий в случае реализации стратегии горизонтальной кооперации является заключение стратегических альянсов и развитие франчайзинга. При реализации стратегии вертикальной кооперации – установление устойчивых связей с поставщиками и покупателями. Для оценки взаимоотношений между поставщиком и ритейлером предлагается методика расчета показателя силы взаимоотношений между ними. В основу этой методики положена балльная оценка уровня удовлетворенности в рамках предъявляемых друг к другу требований, с последующим взвешиванием и усреднением этих показателей. Предложенная методика может быть использована при формировании портфеля поставщиков. Управление взаимоотношениями с поставщиками в рамках модели SCM, а также оценка уровня приверженности позволит своевременно приспособиться к изменениям, связанным со структурой поставщиков.

Ключевые слова: маркетинговое управление, стратегия, торговый сетевой бизнес, ритейл, стратегия вертикальной кооперации, стратегия горизонтальной кооперации, сила взаимоотношений с поставщиками

Strategic choices for retail development in the context of marketing management

Alexei V. Kazantsev¹ alexei.v.kazantsev@gmail.com
Evelina A. Gomonko² gevelina@mail.ru

¹national economy department the faculty of economics, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Prospect Vernadskogo, 81/1, Moscow, 119571, Russia

²economy department, Belgorod university of cooperation, economy and law, Sadovay Str., 116A Belgorod, 308016, Russia

Summary. Working out the retail development strategy is a crucial and the most time-consuming task to be solved by retailers in the context of marketing management. The lack of theoretical and methodological frameworks constrains working out strategic directions for retail development. In this regard, the authors define the concept of the strategy and its role in marketing management in retailing. The basis for the retail development strategies is to establish relationships with suppliers, customers and within the network, the effectiveness of which is determined by the effectiveness of selected methods for this purpose, exercises and principles of conduct. In the authors' opinion, in the circumstances concerned one of the directions of the strategy realization should be establishing control over contractors' activities in the framework of horizontal and vertical co-operation strategies. The authors state that in case of the horizontal cooperation strategy realization general guidelines should be strategic alliances conclusion and franchising development. While implementing the vertical cooperation strategy suppliers and retailers should establish sustainable relationships. In order to evaluate the relationships between the supplier and the retailer the paper provides a procedure of calculating the interrelationship force indicator. The procedure is based on scoring a satisfaction level taking into account mutual requirements, followed by weighting and averaging these indicators. The proposed procedure can be used for configuring a suppliers' portfolio. Supplier Relationship Management within SCM models, as well as assessment of the level of commitment will allow time to adapt to the changes associated with the structure of suppliers.

Keywords: marketing management, a strategy, retailing, retail, a vertical cooperation strategy, a horizontal cooperation strategy, interrelationship force

Для цитирования

Казанцев А. В., Гомонко Э. А. Стратегические альтернативы развития торгового сетевого бизнеса в контексте маркетингового управления // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 355–362. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-355-362

For citation

Kazantsev A. V., Gomonko E. A. Strategic choices for retail development in the context of marketing management. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 355–362. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-355-362

Введение

Эффективное функционирование торгового сетевого бизнеса, обеспечение высоких темпов его развития и поддержание конкурентных преимуществ в значительной степени определяются уровнем маркетингового управления, которое позволяет уменьшить неопределенность во взаимоотношениях с поставщиками, покупателями и внутри сети, повысить готовность участников такого взаимодействия к непредвиденным ситуациям, обосновать приоритетные направления реализации стратегии развития сетевого бизнеса в розничной торговле и сконцентрировать на них усилия.

Экономический кризис показал, что сетевому бизнесу в розничной торговле необходимо внести корректировки в план стратегического развития. Торговые сети испытывают реальную потребность в разработке соответствующей сложившимся условиям хозяйствования стратегии развития в целях создания устойчивых конкурентных преимуществ и их реализации в маркетинговой среде. В связи с этим предлагаются конкретные стратегические направления развития сетевого бизнеса в торговле.

1.1 Материалы и методы исследования

1.1.1 Понятие стратегии и ее роль в маркетинговом управлении сетевым бизнесом

Общепринятой трактовки термина «стратегия» в экономической литературе до настоящего времени не существует.

Считается, что одним из первых критический обзор современных школ стратегического управления провел Г. Минцберг, по результатам которого он выделил пять понятий стратегии: стратегия – план, т. е. система последовательных действий; стратегия – позиция, предполагающая определение положения организации во внешней среде и относительно главных конкурентов; стратегия – «ловкий прием», «отвлекающий маневр», призванный заставить конкурентов потратить время и средства; стратегия – принцип поведения; стратегия – перспектива [4].

Восприятие стратегии в таком понимании Дж. Б. Куинн называет рациональным инкрементализмом, У. Астли и К. Формбрун – коллективной стратегией, направленной на установление сотрудничества между различными организациями, в том числе потенциальными конкурентами, В.С. Ефремов – стратегией кооперации, посредством которой происходит развитие прямой и обратной контрактации и, в конечном счете образуется совместное предпринимательство.

Многие экономисты по преимуществу склонны рассматривать стратегию как совокупность норм и правил, которые должны составлять основу выработки и принятия управленческих решений, но важно добавить, что только при условии установления эффективного взаимодействия с непосредственным окружением.

В таком контексте, прежде всего, усиливается значение расположения организации относительно внешней среды, в связи с чем предлагаются и совершенствуются маркетинговые инструменты, способствующие установлению взаимосвязей с поставщиками и покупателями, разрабатываются меры по укреплению системы этих отношений с целью получения конкурентных преимуществ и завоевания конкурентоспособных позиций на потребительском рынке.

Вместе с тем, если необходимо дать комплексную оценку эффективности маркетингового управления, то нужно взглянуть внутрь компании стратегия выступает как перспектива.

Г. Минцберг называет это явление идеологией организации, под которой понимается система ценностей, убеждений, воззрений по поводу организации, разделяемые всеми ее членами и отличающие ее от других образований [4]. Реализация совместных целей обеспечивает прочность и долгосрочность взаимоотношений, возможность получения уникального конкурентного преимущества.

Допустимо предположить, что стратегия – это общее направление действий, руководствуясь которым участники сетевого бизнеса в розничной торговле обеспечивают получение уникального конкурентного преимущества исходя из реальных возможностей, определяемых по результатам маркетингового мониторинга сложившихся отношений с поставщиками и покупателями (внешний маркетинговый мониторинг) и внутри сети (внутренний маркетинговый мониторинг).

Стратегия развития сетевого бизнеса в розничной торговле должна способствовать превращению изменений в окружении в уникальные конкурентные преимущества, приданию им предсказуемого характера.

Однако, ни стратегу, ни группе стратегического планирования не под силу разработать совершенную безошибочную стратегию в силу ее постоянной корректировки к изменяющейся окружающей среде.

В этом случае вступает в действие закон «адаптивного механизма», когда посредством всего инструментария стратегического управления достигается эффективность функционирования организации [9].

В контексте наших рассуждений можно остановиться и на исследованиях Р. Паскаля, утверждающего, что снижение результатов деятельности подталкивает организацию к экспериментам с новыми идеями, а профессионально легитимизированной практикой стало принятие и использование управленческих идей без глубокого усвоения лежащих в их основе положений и без принятия обязательств, необходимых для того, чтобы их поддерживать.

Мы считаем необходимым постоянно пересматривать и экономически обосновать основные направления реализации стратегии, регулярно проводить внутренний и внешний маркетинговый мониторинг, по итогам которого разрабатывать корректирующие мероприятия и вносить соответствующие изменения в стратегический план развития сетевого бизнеса в розничной торговле.

Основой стратегии развития сетевого бизнеса в розничной торговле должно стать эффективное взаимодействие с поставщиками, покупателями и внутри сети, результативность выбранных с этой целью приемов, маневров и принципов поведения.

Выполнение и строгое соблюдение этого требования позволяет рассматривать стратегию не только как жизнеспособную позицию, но и как перспективу, разделяемую участниками сетевого бизнеса в их намерениях и действиях.

Реализация стратегии позволяет уменьшить неопределенность внешней среды и повысить эффективность использования вовлеченных в сетевой бизнес-ресурсов. В случае, если развитие потребительского рынка идет по эволюционному пути, стратегия его участников должна быть нацелена на стабилизацию структуры рынка и правил взаимодействия, закрепления освоенных ниш и достигнутого положения в иерархии рыночных игроков.

В настоящее время структура российского потребительского рынка подвергается радикальным изменениям. Происходит постоянное вторжение на рынок новых, не менее «мощных», участников, которые поглощают одних и вытесняют других, заставляя их отступать в менее привилегированные ниши. Такие структурные изменения сопровождаются интенсивной институциональной динамикой, теснейшим образом связанной с усилением концентрации торгового бизнеса посредством слияния и поглощения.

Одним из направлений реализации стратегии в такой ситуации является установление контроля над действиями контрагентов в рамках стратегии горизонтальной и вертикальной кооперации.

1.2 Полученные результаты и их обсуждение

1.2.1 Стратегия горизонтальной кооперации

Общим направлением действий в случае реализации стратегии горизонтальной кооперации должно стать заключение стратегических альянсов при сохранении автономии их участников с точки зрения прав собственности.

Альянсы чаще всего образуются между розничными ритейлерами разного профиля, не являющимися прямыми конкурентами друг другу, но обслуживающие одну и ту же целевую группу потребителей. Наиболее популярны в настоящее время альянсы розничных сетей и девелоперов, результатом сотрудничества которых является строительство новых торговых центров.

Развитие сетевого бизнеса в розничной торговле также может осуществляться за счет франчайзинга – промежуточной формы между горизонтальной интеграцией и кооперацией.

Базовым условием для франчайзинга является внесение первоначального взноса и выполнение обязательств по реконструкции торговых помещений и приобретению оборудования. Взамен он получает возможность использования бренда, гарантированные поставки полного ассортимента товаров и более низкие закупочные цены.

Франчайзинговые соглашения в последнее время чаще всего используются крупными ритейлерами в качестве инструмента форсированного захвата территорий.

Действия по укреплению рыночных позиций в регионах присутствия и расширению географии сетей путем создания альянсов или подписания франчайзинговых соглашений с местными ритейлерами в современных условиях считается наиболее эффективными способами адаптации к институциональным особенностям потребительского рынка принимающего региона.

Указанные направления развития торгового сетевого бизнеса реализуются преимущественно экстенсивным путем, т. е. за счет увеличения числа сетевых магазинов. При этом значительная доля прироста количества новых магазинов обеспечивается региональной составляющей. Закрепление рыночных ниш в регионах является для сетевого бизнеса в розничной торговле одним из главных стратегических приоритетов.

Одновременно с решением задачи экстенсивного роста сетевого бизнеса в розничной торговле проникновение в регионы позволяет ему повысить конкурентный статус, постепенно укрепляя рыночные позиции и превращаясь в национальную компанию.

Наряду с расширением географии сетей, перед сетевым бизнесом в розничной торговле встает необходимость трансформации выбранной стратегии развития в направлении разработки и внедрения новых торговых форматов.

В продуктовом сегменте розничного потребительского рынка приоритетной тенденцией выступает стремление участников сетевого бизнеса к мультиформатности, продвигая сразу несколько торговых форматов: супермаркеты, гипермаркеты, дискаунтеры, «магазины у дома» или «удобные магазины», мелкооптовые магазины «Cash & Carry», бутики и магазины de luxe.

Диверсификация торговых форматов и целевых групп покупателей служит краткосрочным инструментом борьбы за нишу на потребительском рынке с западными операторами, большинство из которых мультиформатны, а также своеобразным средством защиты от риска неэффективности того или иного формата.

Именно поэтому «дженералистская» стратегия развития сетевого бизнеса в розничной торговле представляется вполне обоснованной, несмотря на то, что сопряжена с дополнительными управленческими расходами.

Стратегически важным направлением развития сетевого бизнеса в розничной торговле мы считаем активное использование систем дисконтных карт и программ лояльности, проведение кампаний скидок и подарочных акций, предоставление услуг потребительского кредитования.

В составе способов неявного воздействия на потребителя необходимо повышать гибкость ценовой политики, осваивать передовые методы мерчендайзинга, связанного с расположением товаров на полках и их презентацией покупателю, стимулировать практики импульсных (спонтанных) покупок.

Участникам сетевого бизнеса в розничной торговле не стоит забывать и о том, что постепенно повышается степень универсализации стратегии их развития в части применяемых набора торговых технологий.

Традиционная экономическая теория видит в этом элемент обычной экономической конкуренции, связанный с экономией издержек и извлечением прибыли от инноваций. В результате складывается новый механизм распространения организационных инноваций, когда их внедрение не подчинено только лишь калькуляции издержек, а связано с вынужденной «гонкой» за лидерами [5].

1.2.2 Стратегия вертикальной кооперации и архитектура SCM

Общим направлением действий при реализации стратегии вертикальной кооперации должно стать установление устойчивых связей с поставщиками и покупателями.

В качестве стратегического направления в этом случае следует выделить создание цепи поставок (модели SCM), позволяющей центральной фирме контролировать поведение субъектов сетевого бизнеса, находящихся на различных звеньях этой цепи.

Внедрение системы SCM требует проведения реинжиниринга бизнес-процессов.

Реинжиниринг бизнес-процессов является одним из наиболее мощных способов повышения эффективности взаимодействия с поставщиками и покупателями и оптимизации внутренних бизнес-процессов. При этом процесс функционирования сетевого бизнеса в розничной торговле выступает в качестве бизнес-системы, состоящей из множества бизнес-процессов, которые и призван перепроектировать реинжиниринг.

Понимание сетевого бизнеса в розничной торговле как единой бизнес-системы, нацеленной на максимальное удовлетворение дифференцированного потребительского спроса, сопровождается изменениями в мотивации и оценке деятельности персонала и управленческих структур.

В нашем случае новая модель разрабатывается на основе уже действующей модели функционирования торгового сетевого бизнеса, учитывающей его технологические особенности, в том числе специфику управленческих и социальных технологий.

Приоритетной задачей при проведении реинжиниринга бизнес-процессов является выявление критических факторов маркетингового управления, ключевых составляющих сетевого бизнеса в розничной торговле во взаимоотношениях с поставщиками, покупателями и внутри сети.

Критичность ключевых факторов маркетингового управления выявляется по результатам внешнего и внутреннего мониторинга бизнес-процессов, что позволяет выделить основные бизнес-процессы, которые в дальнейшем будут перепроектированы.

К настоящему времени разработано несколько методических подходов к проведению реинжиниринга бизнес-процессов, предлагаемых ведущими консалтинговыми фирмами, содержание которых обобщено в таблице 1.

Характеристика основных методических подходов к проведению реинжиниринга бизнес-процессов

Table 1.

Characteristics of the main methodological approaches to business process management

Методический подход / Methodological approaches	Краткая характеристика подхода / Brief description of the approach
CASE-технологии разработки информационных систем / CASE-technology development of information systems	Ориентирован на разработчиков информационных систем / It focuses on the development of information systems
Объектно-ориентированное моделирование / Object-oriented modeling	Основан на описании данных о бизнес-процессе и его развитии; обеспечивает создание прозрачных легко модифицируемых моделей и информационных систем, допускающих повторное использование отдельных компонентов / Based on the description of the data on the business process and its development; It provides a transparent and easily modified models of information systems which allow reuse of the individual components
Имитационное моделирование / Imitating modeling	Обеспечивает глубокое представление модели, полные средства их анализа. Модели создаются в виде потоковых диаграмм, где представлены основные рабочие процедуры, описано их поведение, информационные и материальные потоки между ними / Provides insight into the model, complete their analysis tools. Models are created in the form of flow diagrams, where the main operating procedures, described their behavior, information and material flows between them
Инженерия знаний / knowledge engineering	Позволяет представить в моделях плохо формализуемые знания менеджеров о бизнес-процессе, рабочих процедурах; решает проблему создания интеллектуального интерфейса конечного пользователя со сложными средствами анализа моделей / It lets imagine models poorly formalized knowledge management of the business process, working procedures; It solves the problem of creating end-user intelligent interface with sophisticated analysis tools models
Метод быстрой разбивки приложений / Method of rapid breakdown of applications	Позволяет сокращать время создания поддерживающих информационных систем / It allows you to reduce the creation of supporting information systems
Интегрированный подход (система ReThink) / The integrated approach (ReThink system)	Является проблемно-ориентированным приложением, позволяющим использовать специальные и универсальные средства моделирования бизнес-процессов; создавать наглядные модели, что упрощает освоение и использование системы непрограммирующими пользователями; обеспечивает создание иерархических моделей, позволяющих описывать бизнес-процессы с различной степенью детализации; позволяет проверять гипотезы типа «что если» с помощью механизма сценариев / It is the problem-oriented application that allows the use of special-purpose and business process modeling tools; create visual models, which simplifies the development and use of non-programming users of the system; It provides a hierarchical models to describe business processes with varying degrees of detail; It allows you to check the hypothesis of the "what if" scenarios with the help of the mechanism

Приемлемым решением для сетевого бизнеса в розничной торговле будет создание интегрированной системы ReThink, которая является проблемно-ориентированным приложением, позволяющим использовать специальные и универсальные средства моделирования бизнес-процессов, создавать наглядные модели, что значительно упрощает освоение и использование системы после ее внедрения в деятельности компании, обеспечивает создание иерархических моделей, описывающих бизнес-процессы в рамках модели SCM с различной степенью детализации, а также проверять гипотезы «что если» с помощью механизма типовых сценариев развития ситуации.

Установление долгосрочных дистанцированных отношений с поставщиками в рамках стратегии вертикальной кооперации также предполагает включение в стратегический план компании направления, связанного с формированием и эффективным использованием маркетинговых активов, по сути, являющихся своеобразным «доказательством приверженности», способного в значительной степени сократить риск проявления оппортунистического поведения со стороны поставщиков.

С одной стороны, маркетинговые активы, полученные благодаря особому сотрудничеству, генерируют добавленную стоимость для участников сетевого бизнеса в розничной торговле как в контексте дифференциации товарного предложения, так и снижения возможных затрат.

Однако, с другой стороны, создание таких активов требует соответствующих инвестиций во взаимоотношения с поставщиками.

Исследования М. Бенсао и Э. Андерсона показали, что чем больший объем инвестиций производит покупатель (под покупателем мы понимаем именно розничные сети) во взаимоотношения с поставщиками, тем в большей степени он начинает осознавать опасность, в результате оказываясь в невыгодной для себя конкурентной позиции, так как полезный эффект от подобных инвестиций в виде «человеческих ресурсов», знаний и навыков своего персонала, не может быть перенесен на взаимоотношения с другим поставщиком. Поэтому розничные ритейлеры должны стремиться максимально регулировать построение цепи поставок и контролировать поведение участников всех звеньев этой цепи.

В условиях конкуренции те поставщики, которые остаются в результате отбора в цепи поставок, вынуждены удовлетворять все более жестким условиям розничных сетей. Это может быть требование максимальных скидок, отсрочек платежей, строгого соблюдения графика поставок, обеспечивая поставщикам гарантированные, постоянные и крупные заказы. При этом такие требования распространяются как на дистрибьюторов, так и на производителей.

В качестве способа субординации последних может выступать использование собственной торговой марки (развитие продукции *private label*), что позволит не только сэкономить средства на закупку товаров (на 20–30%), но и продвинуть собственный бренд на рынке потребительских товаров, а в последующем транслировать его на все торговые точки.

Активное использование собственной торговой марки объясняется экспансией международных розничных торговых компаний и одновременно локальных ритейлеров, что придает им стратегический статус.

Это обстоятельство позволяет рассматривать создание продукции *private label* в качестве направления реализации стратегии сетевого бизнеса в розничной торговле. Определяя стратегию брендинга собственной торговой марки необходимо провести сегментацию рынка, по результатам которой выделить кросс-категорийные (зонтичные) и категорийные (нишевые) марки. В составе последней группы могут присутствовать продукты категорий, отличающихся высокой эмоциональной зависимостью, а также товары, связь которых с именем розничной торговой сети нежелательна.

Каждый сегмент имеет свое уникальное позиционирование, что должно отражаться в стратегии брендинга собственной торговой

марки, принципах ценообразования, выборе товара и его продвижении.

Товары, которые предполагается реализовать под собственной торговой маркой, должны обладать высокой оборачиваемостью, повседневным и стабильным спросом, или, наоборот, ярко выраженной сезонностью, высокой маржой, уникальными потребительскими характеристиками и новизной.

Выигрыш от осуществления маркетинговых инвестиций розничным ритейлером во взаимоотношения с поставщиками обеспечивается за счет возможности развития тесного взаимодействия в условиях ограниченности ресурсов, максимизации полезности благодаря уникальным компетенциям поставщика, а также формирования конкурентного преимущества.

Цепочка поставок (модель SCM) позволяет установить взаимосвязь между маркетинговой стратегией и действиями, направленными на развитие взаимоотношений с поставщиками через интересы конечных потребителей, отражая результативность взаимоотношений на рынке. Она начинается с определения функциональных маркетинговых стратегий, которые впоследствии приводят к тактическим маркетинговым действиям.

В свою очередь, тактические маркетинговые действия оказывают влияние на потребителей, формирующих в своей совокупности спрос на рынке, положение розничного ритейлера, которое определяет его финансовые показатели, ценность и инвестиционную привлекательность.

1.2.3 Методика расчета силы взаимоотношений между поставщиком и ритейлером

Рост силы взаимоотношений приводит к укреплению рыночной позиции компании, а, следовательно, содействует увеличению генерируемого денежного потока и норме прибыли на вложенный капитал.

Показатель силы взаимоотношений отражает средний уровень удовлетворенности обеих сторон: поставщика и ритейлера.

Количественно рассчитать силу взаимоотношений между поставщиком и ритейлером можно с помощью балльной оценки. На первом этапе поставщик и ритейлер, используя метод мозгового штурма, определяют перечень требований друг к другу и обсуждают степень их приоритетности, в итоге приходя к согласию относительно каждого требования. Далее, каждый из них определяет уровень удовлетворенности в отношении выполнения конкретного требования по шкале от 1 до 5, где 1 – наибольший уровень удовлетворенности, 5 – наименьший уровень удовлетворенности.

Для расчета среднего уровня удовлетворенности каждому требованию присваивается «вес», который рассчитывается по формуле:

$$W_i = 6 - \text{Удовл.}_i \quad (1)$$

где W_i – вес i -го требования; Удовл._i – уровень удовлетворенности в отношении исполнения i -го требования; i – требования со стороны поставщика или ритейлера, $i=1,2,3,\dots,n$.

Средний процент общей удовлетворенности по всем требованиям рассчитывается отдельно по поставщику и ритейлеру и определяется по средней арифметической взвешенной, отражая их ожидания в отношении принятых обязательств друг перед другом:

$$\overline{\text{Удовл.}} = \frac{\sum_{i=1}^n W_i \cdot \text{Удовл.}_i}{\sum W_i} \cdot 100 \quad (2)$$

где $\overline{\text{Удовл.}}$ – средний уровень удовлетворенности, %.

На последнем этапе по средней арифметической простой рассчитывается сила взаимоотношений, которая характеризует средний уровень удовлетворенности обеих сторон: чем выше сила взаимоотношений, тем выше уровень приверженности поставщика.

$$CB = 100 - \frac{\overline{\text{Удовл.}}_{\text{пост.}} + \overline{\text{Удовл.}}_{\text{ритейл.}}}{2} \quad (3)$$

где CB – сила взаимоотношений, %; $\overline{\text{Удовл.}}_{\text{пост.}}$ – средний уровень удовлетворенности компании поставщика, %; $\overline{\text{Удовл.}}_{\text{ритейл.}}$ – средний уровень удовлетворенности розничного ритейлера, %.

В целях управления долгосрочными дистанцированными отношениями с поставщиками по итогам оценки силы взаимоотношений формируется портфель поставщиков.

Однако, даже если сформирован портфель поставщиков, периодически должен проводиться поиск новых. Осуществляя пробные закупки у последних, отдел закупок и логистики должен постоянно следить за результатом выполнения ими контрактных обязательств и осуществлять входной контроль поставленной продукции.

В случае отсутствия рекламаций по итогам входного контроля, нарушения сроков и условий поставок «новый» поставщик переводится в более высокую по уровню удовлетворенности группу. Одновременно с этим другие поставщики могут быть переведены в более низкую группу по уровню удовлетворенности, если их компетенции уступают «новому» поставщику.

Управление взаимоотношениями с поставщиками в рамках модели SCM, а также оценка уровня приверженности позволит своевременно приспособиться к изменениям, связанным со структурой поставщиков.

Заключение

Основным предназначением стратегии развития сетевого бизнеса в розничной торговле является устранение неопределенности в непосредственном окружении и превращение этих знаний в уникальные конкурентные преимущества.

При этом стратегия рассматривается как позиция, предполагающая определение положения организации во внешней среде и относительно конкурентов. Дополняет определение стратегии как жизнеспособной позиции, ее восприятие в качестве перспективы, разделяемой непосредственными участниками сетевого бизнеса в розничной торговле: поставщиками, покупателями и персоналом компании.

Основой формирования стратегии развития сетевого бизнеса в розничной торговле является установление взаимоотношений с поставщиками, покупателями и внутри сети, эффективность которых определяется результативностью выбранных с этой целью приемов, маневров и принципов поведения.

Приоритетным направлением реализации стратегии развития сетевого бизнеса в розничной торговле должно стать установление контроля над действиями контрагентов в рамках стратегии горизонтальной и вертикальной кооперации.

Общим направлением действий в случае реализации стратегии горизонтальной кооперации являются действия по укреплению рыночных позиций в регионах присутствия и расширению географии сетей путем создания альянсов или подписания франчайзинговых соглашений.

Вполне обоснованной представляется «джераллистская» стратегия. Несмотря на то что она сопряжена с дополнительными управленческими расходами, она служит эффективным инструментом борьбы за нишу на потребительском рынке с международными мультиформатными сетями.

Общим направлением действий в случае реализации стратегии вертикальной кооперации является установление долгосрочных дистанцированных отношений с поставщиками. В этом случае в стратегический план развития сетевого бизнеса в розничной торговле должно быть включено направление, связанное с формированием и эффективным использованием специфических маркетинговых активов, что требует соответствующих инвестиций.

Розничные ритейлеры должны стремиться максимально регулировать построение цепи поставок, что позволит не только установить взаимосвязи между маркетинговыми стратегией и действиями, направленными на развитие взаимоотношений с поставщиками, но и с покупателями, на установление взаимоотношений, с которыми в процессе разработки стратегии должен делаться основной акцент.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Валько Д. В. Системный подход к маркетингу взаимоотношений // Управление в современных системах. 2013. № 1. С. 9-19.
- 2 Елизарьева М. С. Эффективные конкурентные стратегии: новая конкурентная стратегия на основе инновационного превосходства // Научный журнал. 2016. № 8. С. 42-43.
- 3 Казанцев А. В. Основные направления развития сетевого бизнеса в торговле // Менеджмент в России и за рубежом. 2011. № 4. С. 141-144.
- 4 Радаев В. В. Время покажет? Среднесрочные эффекты применения Закона о торговле // Экономическая политика. 2014. № 5. С. 75-90.
- 5 Радаев В. В. Формирование новых российских рыночных форм контроля и деловая этика // Journal of European Social Policy. 2016. Т. 26. № 3. С. 1-20.
- 6 Снитко Л. Т., Савенкова И. В. Система франчайзинга и его эффективность на конкурентном товарном рынке // Вестник Белгородского университета кооперации экономики и права. 2016. № 3 (59). С. 51-62.
- 7 Rolbina E.S., Kalenskaya N.V., Novenkova A.Z., Ukpere W.I. Marketing foundation for retail and office center's tenant mix // Problems and perspectives in management. 2016. Т. 14. №. 1. С. 228-234
- 8 McKenzie B., Dukeov I. Retail strategy and policy in Russia // Retailing in emerging markets: a policy and strategy perspective. 2014. С. 176-199

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Алексей В. Казанцев к. э. н., доцент, отделение национальной экономики экономического факультета, Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ, пр-т Вернадского, 81, стр. 1, г. Москва, 119571, Россия, alexei.v.kazantsev@gmail.com
Эвелина А. Гомонко к. э. н., доцент, кафедра экономики, Белгородский ун-т кооперации, экономики и права, ул. Садовая, 116а, г. Белгород, 308016, Россия, gevelina@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Алексей В. Казанцев провел обзор литературных источников по исследуемой проблеме, написал рукопись, разработал методику расчета силы взаимоотношений с поставщиками
Эвелина А. Гомонко осуществляла консультацию в ходе исследования, корректировала рукопись до подачи в редакцию и несет ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 22.10.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 18.11.2016

REFERENCES

- 1 Val'ko D. V. A systematic approach to relationship marketing. *Upravlenie v sovremennykh sistemakh* [Control in modern systems]. 2013. no. 1 pp. 9-19. (in Russian).
- 2 Elizar'eva M. S. Effective competitive strategies: a new competitive strategy based on innovation excellence. *Nauchnyi zhurnal* [The scientific journal]. 2016. no. 8. pp. 42-43. (in Russian).
- 3 Kazantsev A. V. The main directions of development of the network business and trade. *Menedzhment v Rossii i za rubezhom* [Management in Russia and abroad]. 2011. no. 4. pp. 141-144. (in Russian).
- 4 Radaev V. V. Time will tell? Medium-term effects of the application of the trade. *Law Ekonomicheskaya politika* [Economic policy]. 2014. no. 5. pp. 75-90. (in Russian).
- 5 Radaev V. V. Formation of new Russian markets forms of control and business ethics. *Journal of European Social Policy*. 2016. V. 2. no. 3. pp. 1-20. (in Russian).
- 6 Snitko L. T., Savenkova I. V. The system of franchising and its effectiveness in a competitive rental goods market. *Vestnik Belgorodskogo universiteta kooperatsii ekonomiki i prava* [Proceedings of Belgorod University of cooperation Economics and law]. 2016. no. 3 (59). pp. 51-62. (in Russian).
- 7 Rolbina E.S., Kalenskaya N.V., Novenkova A.Z., Ukpere W.I. Marketing foundation for retail and office center's tenant mix. Problems and perspectives in management. 2016. V. 14. no. 1. pp. 228-234
- 8 McKenzie B., Dukeov I. Retail strategy and policy in Russia. Retailing in emerging markets: a policy and strategy perspective. 2014. pp. 176-199

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Alexei V. Kazantsev candidate of economical sciences, assistant professor, national economy department the faculty of economics, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Prospect Vernadskogo, 81/1, Moscow, 119571, Russia, alexei.v.kazantsev@gmail.com
Evelina A. Gomonko candidate of economical sciences, assistant professor, economy department, Belgorod university of cooperation, economy and law, Sadovay Str., 116A Belgorod, 308016, Russia, gevelina@mail.ru

CONTRIBUTION

Alexei V. Kazantsev reviewed literature on the investigated problem, wrote the manuscript, and worked out the procedure of calculating the interrelationship force indicator
Evelina A. Gomonko conducted consultation during the course of the study and edited the manuscript before submitting it to the publisher and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 10.22.2016

ACCEPTED 11.18.2016

Трансформация оперативной отчетности компании на основе подхода Business Intelligence

Вячеслав М. Корнев		kornev@sseu.ru
Ольга В. Баканач	¹	bakanach@mail.ru
Юрий А. Токарев	¹	tokarev_ya@mail.ru
Дмитрий С. Данилин	¹	faberge-original@mail.ru

¹ кафедра статистики, Самарский государственный экономический университет, ул. Советской Армии, 141, г. Самара, 443090, Россия

Реферат. Концепция Business Intelligence (BI) в настоящее время является наиболее эффективным решением для оптимизации процессов подготовки аналитической отчетности в растущих компаниях. В основе технологии BI лежит организация доступа конечных пользователей и анализ структурированных количественных данных о бизнесе. Business Intelligence имеет широкий спектр пользователей на предприятии, включая руководителей, экономистов и аналитиков. В условиях непрерывного роста объемов бизнеса количество «мелких» отчетов растет, порождая множество ошибок и расхождений, вызванных конфликтами интересов отдельных подразделений. Одним из передовых подходов решения данной проблемы является концепция KPI, позволяющая определять цели компании в целом, а также её структурных подразделений на различные промежутки времени, быстро корректировать эти цели и перестраивать систему отчетности соответствующим образом. Ещё один важный момент в системе BI – средства доставки информации конечному пользователю. Они могут быть разработаны собственными силами, однако такой подход в современных реалиях узкой специализации неэффективен с точки зрения соотношения затрат и качества продукта. На рынке программного обеспечения существует несколько крупных производителей приложений Business Discovery, например – QlikTech и Tableau Software, предлагающих продукты, с помощью которых можно достаточно быстро разработать собственную систему визуализации. Стоимость этих продуктов окупится достаточно быстро, поскольку она существенно ниже затрат на собственную команду разработчиков или на приложения, специально разработанные для данной компании. Издержки, связанные с поддержкой приложения в случае использования платформы Business Discovery, будут также ниже, поскольку для обновления приложения достаточно одного обученного сотрудника в штате.

Ключевые слова: бизнес, отчётность, информатизация, экономические показатели, анализ

Transformation of the operational reporting the companies on the basis of approach Business Intelligence

Vyacheslav M. Kornev		kornev@sseu.ru
Olga V. Bakanach	¹	bakanach@mail.ru
Yury A. Tokarev	¹	tokarev_ya@mail.ru
Dmitriy S. Danilin	¹	faberge-original@mail.ru

¹ statistics department, Samara state university of economics, Soviet Army str., 141, Samara, 443090, Russia

Summary. The concept of Business Intelligence (BI) is the most effective decision for optimization of processes of preparation of the analytical reporting in the growing companies now. The organization of access for end users and the analysis of the structured quantitative data on business is the cornerstone of the BI technology. Business Intelligence has a wide range of users at the enterprise, including heads, economists and analysts. In the conditions of the continuous growth of volumes of business the number of "small" reports grows, generating a set of the mistakes and divergences caused by the conflicts of interests of separate divisions. One of the advanced approaches of the solution of this problem is the concept of KPI allowing to define the purposes of the company in general and also its structural divisions on various periods, quickly to correct these purposes and to reconstruct system of the reporting as appropriate. One more important point in BI system – information delivery systems to the end user. They can be developed by own forces, however such approach in modern realities of narrow specialization is inefficient from the point of view of a ratio of expenses and quality of a product. In the software market there are some large producers of the Business Discovery appendices, for example – Qlik Tech and Tableau Software offering products by means of which it is possible to develop own system of visualization quickly enough. The cost of these products will pay off quickly enough as it is significantly lower than costs of own team of developers or of the appendices which are specially developed for this company. The expenses connected with support of the appendix in case of use of the Business Discovery platform will be also lower as for updating of the application one trained employee in staff suffices.

Keywords: business, reporting, informatization, economic indicators, analysis

Для цитирования

Корнев В. М., Баканач О. В., Токарев Ю. А., Данилин Д. С. Трансформация оперативной отчетности компании на основе подхода Business Intelligence // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 363–369. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-363-369

For citation

Kornev V. M., Bakanach O. V., Tokarev Y. A., Danilin D. S. Transformation of the operational reporting the companies on the basis of approach Business Intelligence. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 363–369. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-363-369

Введение

Российский бизнес ускоренными темпами трансформируется в систему крупных корпораций по западному образцу. Это особенно хорошо прослеживается в нефтегазовой отрасли, розничной торговле, а также в финансовой сфере. Успешные бизнес-структуры непрерывно расширяются, захватывая новые регионы сбыта. В этих условиях методология оперативного управления бизнес-процессами, сложившаяся в растущей структуре, быстро устаревает и становится неэффективной.

Диверсификация бизнеса ведет к росту числа отслеживаемых показателей, что создает трудности в принятии управленческих решений руководством, поскольку происходит «информационная» перегрузка – ситуация, когда в огромных массивах информации уже не удастся отделить важное от несущественного. Решением этой проблемы занимаются, как правило, аналитические подразделения совместно со структурами, ответственными за подготовку оперативной отчетности по различным направлениям деятельности [1].

Наиболее перспективный путь повышения эффективности информации, которую готовят для руководства структурные (обеспечивающие) подразделения – трансформация оперативной отчетности в соответствии с принципами Business Intelligence (BI) – подхода, получившего мировое признание и принятого на вооружение большинством крупных корпораций экономически развитых стран [2, 3].

В широком смысле под термином BI подразумевают совокупность технологий, программного обеспечения и практик, направленных на достижение целей бизнеса [4]. Подход BI акцентируется на интеллектуальном управлении данными, что означает выделение наиболее существенных аспектов деятельности организации в данный момент времени и построение аналитической отчетности, ориентированной на эти аспекты. Этот процесс должен быть организован таким образом, чтобы скорость формирования отчетности была постоянной, вне зависимости от затрагивающих корпорацию изменений того или иного характера.

Алгоритм построения отчетности должен быть динамическим, изменения в организационной структуре, свойственные развивающейся компании, а также смещение фокусов деятельности, не должны существенно влиять на производительность работы обеспечивающих подразделений, поскольку в условиях жесткой конкуренции скорость принятия решений является одним из наиболее важных факторов успешной деятельности.

Существует множество подходов и требований к эффективности платформы BI. Так, А.М. Боржеш выделяет следующие требования к подобным системам [5].

1) BI должна интегрировать большое количество внутренних и внешних источников данных для анализа и прогнозирования.

2) BI должна обеспечивать оперативность анализа и прогнозирования бизнес-процессов. Актуализация данных в системе, даже с учетом структурных изменений, должна производиться максимально быстро.

3) Структура лиц, задействованных в подготовке управленческих решений, должна быть четко определена.

4) Гибкость формулирования запросов для анализа и прогнозирования.

5) Использование интегрированных информационных хранилищ, определяющих набор показателей для анализа, и др.

В рамках описания подхода BI нельзя не затронуть проблему формирования методологической основы оценки эффективности сложных организационных структур, которая служит своеобразным «фундаментом» для построения платформы BI. Одним из наиболее популярных решений в мировой практике является подход оценки ключевых показателей эффективности (KPI), описание которого приведено далее по тексту. Сочетание методологической и технологической основ Business Intelligence позволит решить большинство проблем, связанных с отражением результатов деятельности в условиях роста масштабов бизнеса и непрерывных структурных изменений.

В качестве основных проблем отчетности для обеспечивающего подразделения можно выделить ранее отмеченную «перегруженность» управленческой отчетности, а также проблему технической реализации построения больших сводных отчетов. Первая проблема требует от слаженной работы по выделению «зон внимания» по основным направлениям деятельности в текущем периоде. Такой подход получил развитие в популярной западной концепции оценки ключевых показателей эффективности бизнеса – KPI. Эта методика предполагает выделение определенного набора показателей, которые имеют приоритетное значение на текущий момент, а также привязку значений этих показателей к оплате труда руководителей и сотрудников компании [6].

Список KPI может устанавливаться на различные отчетные периоды, при этом допускается сочетание разных списков KPI по итогам месяца, квартала, года. В качестве

годовых показателей закрепляются верхнеуровневые КРП, которые отражают итоги деятельности компании, например – показатель ЕВІТ. Далее, показатели верхнего уровня детализируются по конкретным направлениям деятельности, закрепляемым в списке КРП за временной промежуток меньшей длительности – квартал или месяц.

Главным преимуществом методики, несомненно, является гибкость. Если приоритеты деятельности компании смещаются в сторону того или иного сектора деятельности, квартальные и месячные КРП всех подразделений могут быть пересмотрены, что позволяет оперативно переносить фокусы внимания в нужном направлении. Следует отметить возможность назначения совместного КРП для подразделений с целью интенсификации их взаимодействия между собой.

Согласно подходу КРП, управленческая отчетность должна быть построена вокруг списка ключевых показателей в разрезе подразделений (рисунок 1). В случае если тот или иной КРП сам по себе является агрегированным (например – выручка от продажи алкогольной продукции региональной торговой сети), его можно детализировать более конкретными показателями, например – долей искомой продукции в средней потребительской корзине, средними остатками продукции того или иного производителя на складе и т. д.

Детализирующие показатели являются «драйверами» основных КРП и располагаются в отчетности на уровень ниже основного списка «точек внимания».

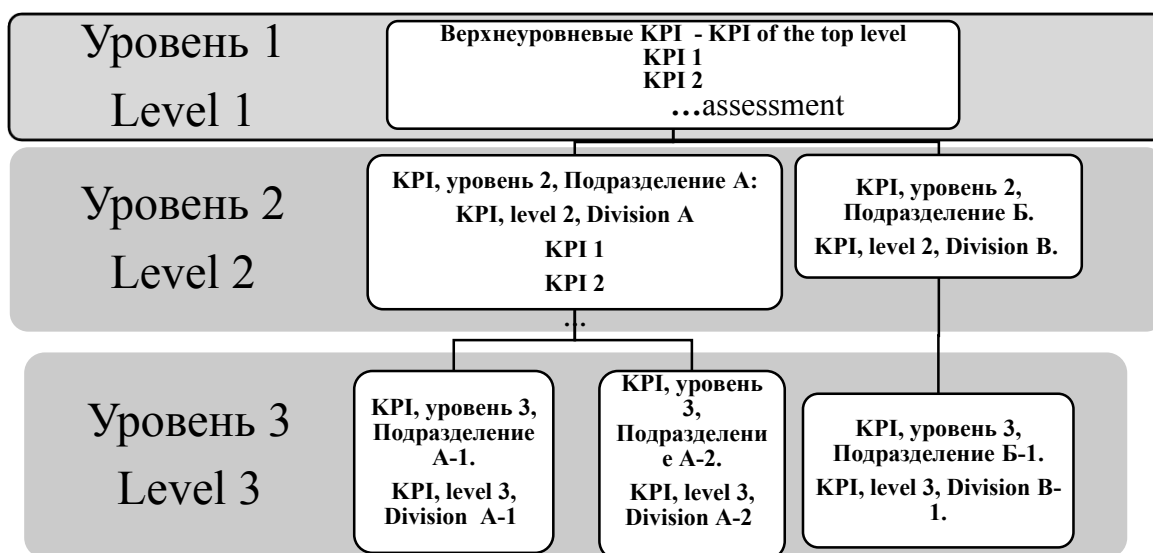


Рисунок 1. Пример структуры отчета КРП, включающей три управленческих уровня

Figure 1. An example of structure of the report of KPI including three administrative levels

Третьей компонентой наполнения такого «комплексного» отчета может стать информация о положении компании на рынке, а также общедоступная статистика, более полно раскрывающая динамику КРП и драйверов. Таким образом, руководитель «верхнего уровня» может отслеживать результаты деятельности подчиненных ему управлений в агрегированном виде, а также получить детализацию нужного уровня по «зонам роста».

Когда концепция отчета готова, перед обеспечивающим подразделением возникает проблема её технической реализации. Если за расчет показателей из списка КРП отвечают разные подразделения, возникает проблема расхождения мнений этих подразделений в сроках актуализации, методиках прогнозирования и т. п. Прогнозы разных

подразделений могут существенно расходиться, что порождает проблему согласования итоговой информации и ведет к существенным потерям рабочего времени среди руководства подразделений, а также рядовых сотрудников. Хотя эта проблема может быть решена путем четкого разграничения зон ответственности по подготовке отчетности, сам процесс консолидации объемных отчетов в сжатые сроки ведет к большому количеству ошибок и проблем, поскольку отработка процесса до мелочей в организации с непрерывно изменяющейся структурой невозможна. Использование стандартных средств подготовки отчетности, например, средствами MS Office, не позволяет гибко реагировать на изменения, так как возможности быстрого «перекраивания» структуры данных здесь весьма ограничены.

Кроме того, когда исходная информация поступает в отчет из нескольких десятков источников, велика вероятность ошибки по причине технического сбоя или простой перегруженности исполнителя. MS Excel отлично подходит для формирования простых отчетов, однако, по мере того, как объем публикуемой информации возрастает, а пользователи предъявляют все более комплексные требования к глубине отчетной формы, возможности этого программного обеспечения (ПО) исчерпываются. Объем файла с отчетом становится слишком громоздким, что затрудняет его редактирование и просмотр. Ввиду длительной загрузки файла, исправление ошибки в отчете может занять продолжительное время, что является довольно критичным фактором для принятия верных управленческих решений руководством.

Система BI позволяет решить значительную часть из вышеуказанных проблем, так как одним из принципов её построения является возможность многократного роста объемов данных, которые необходимо будет обрабатывать. Для того чтобы такое масштабирование аналитической системы было возможно, в архитектуре BI системы используются следующие основные компоненты.

1) Интегрированная в бизнес-процессы система инструментов ETL (Extract, Transform, Load) и хранилищ данных, на которую будет возложена функция сбора, организации и хранения информации.

2) Инструменты Data Mining, обеспечивающие возможность поиска новых закономерностей в данных, которые ранее не были обнаружены.

3) Средства доставки аналитики конечному пользователю, включая инструменты формирования отчетных форм и продвинутой визуализации.

Одним из наиболее ярких примеров ETL является система SAP, представляющая собой программную среду, объединяющую огромный набор приложений для работы бизнес-структур корпорации, финансовых служб и HR-подразделений. SAP в первую очередь служит для сбора, организации и хранения данных. Зачастую структура данных в SAP, отвечающая всем требованиям компании с точки зрения надежности и актуальности данных, совершенно не пригодна для построения сложных аналитических отчетов. Для решения этой проблемы бизнес-информация в несколько измененном виде хранится в базе данных, организованной средствами Microsoft-SQL Server Integration Services (SSIS) или Oracle Warehouse Builder, из которой может быть загружена

в специализированное ПО и транслирована конечному пользователю.

Использование средств SQL существенно упрощает процедуру обращения к данным, поскольку этот язык, с учетом расширений конкретного производителя базы данных (БД), предоставляет разработчику довольно гибкий инструментарий управления потоками информации. Наличие централизованного источника информации в виде единого хранилища данных существенно облегчает проблему взаимодействия различных подразделений в процессе подготовки отчетности.

Для большей гибкости управления массивами, наряду с типовыми базами данных, используются OLAP-кубы, которые позволяют организовать информацию в виде сложной многомерной структуры. Такой подход удобен тем, что позволяет конечному пользователю, не обладающему навыками написания запросов к БД, организовывать структуру выгрузки в любом удобном виде, оперируя измерениями куба. Средством доставки в таких случаях может служить обычный файл MS Excel, подключенный к OLAP. Продвинутый пользователь, которому требуется трансляция данных из куба в другие источники, может автоматизировать процесс загрузки данных посредством MDX-запросов (Multidimensional Expressions) – своеобразного аналога языка SQL для многомерных массивов.

Инструменты Data Mining в системе BI обеспечивают поиск оптимальных драйверов для управления ключевыми KPI, а также способствуют выявлению новых приоритетных KPI к будущим отчетным периодам. Сложность аналитических методов, которые применяются в этих инструментах, требует серьезной теоретической и практической подготовки аналитика. На этапе Data Mining, как правило, нет четко поставленных задач, имеется лишь общее направление, в котором нужно двигаться. Зачастую достаточный набор инструментов Data Mining можно обнаружить в самих ETL – приложениях. Так, среда Microsoft SQL Server Analysis Service (SSAS), включает широкий инструментарий построения математических моделей путем встраивания алгоритмов расчета в OLAP-кубы. Существует большое количество платформ для реализации сложного статистического анализа, наподобие Eviews, SPSS, SAS или STATISTICA. Наилучшей гибкостью обладают открытые платформы, например, R или Python, поскольку они имеют практически неиссякаемый источник новых идей и модификаций – сообщество пользователей и разработчиков платформ.

Список средств доставки BI системы конечному пользователю также достаточно широк. Если для мелких задач можно использовать «подручные средства» – модуль сводных таблиц Excel для трансляции кубов OLAP, более масштабные проекты потребуют разработки собственных платформ, специфицированных под конкретные нужды пользователя. Однако, поскольку собственный штат разработчиков есть далеко не у каждой компании, а полноценный цикл разработки приложения зачастую не согласуется со сроками подготовки отчетности, всё большую популярность получают так называемые приложения для «легкого» анализа данных – data discovery, которые выполняют роль «конструктора» отчетов на основе готовой модели данных. Приложения такого типа сохраняют агрегированную информацию в оперативной памяти, что позволяет быстро переключаться между секциями отчета.

«Первопроходцем» в разработке платформ Data Discovery является компания QlikTech, основные продукты которой – Qlikview и QlikSense – получили широкое признание во множестве крупных международных компаний. Как отмечает Г. Нанеишвили (директор по развитию партнерской сети Qlik Russia), внедрение платформы Qlik позволяет вдвое сократить время на поиск нужной информации, а также сократить потребности в кадрах на 25% [7]. Аналогом Qlikview является платформа Tableau компании Tableau Software, предлагающая схожий с Qlik инструментарий.

В российских компаниях данные программные продукты пока не получили должного распространения, о чем свидетельствует практически полное отсутствие вакансий по данному направлению на рынке труда Москвы и Санкт-Петербурга, отмеченное П. А. Дмитриевым и В. Н. Наумовым [8]. В целом можно сказать, что приложение подобного типа может послужить отличной оболочкой BI системы для построения разнообразной аналитической отчетности.

Создание «витрины» отчета на платформе Business Discovery.

Разработка приложения для доставки аналитики конечному пользователю является едва ли не самым важным этапом построения BI системы. Низкокачественное проектирование инструмента визуализации может свести на нет все усилия разработчиков «фундамента» платформы, поскольку какой бы качественной ни была система, она не будет пользоваться

спросом, будучи неудобной в использовании. Поэтому логика построения визуализации должна быть четкой, а общая концепция отчета – достаточно простой, чтобы руководитель любого уровня имел возможность быстро получить нужную информацию, не углубляясь в технические детали.

Одним из простых подходов к построению подобных отчетов является методика D-A-R (Dashboard-Analytics-Report), описанная в курсе разработчиков Qlik от компании QlikTech. Три компонента отчета подразумевают различные уровни погружения в бизнес-процессы. Dashboard (Дэшборд) позволяет оценить общее состояние компании или подразделения (в зависимости от уровня, для которого предназначен отчет). Наполнение дэшборда может быть любым, в зависимости от предпочтений заказчика.

Группа вкладок Analytics предоставляет пользователю более глубокие инструменты анализа показателей мониторинга бизнес-процессов. Здесь размещается набор таблиц и диаграмм, которые позволяют ответить на вопрос, почему процесс идет тем или иным образом. Элементы визуализации в данном разделе имеют высокий уровень интерактивности, предоставляя возможность спускаться вниз по иерархии подразделения простым нажатием кнопки, причем прочие элементы вкладки будут следовать за управляемым объектом. Здесь же размещаются инструменты анализа «Что, если?», которые дают возможность строить различные сценарии развития бизнеса – в зависимости от заданного набора параметров. Так, изменяя структуру ассортимента продукции в отчете, можно (на основе статистики предыдущих периодов) посмотреть, как это может сказаться на выручке. Такой подход позволяет учесть возможные риски бизнес-процессов; он достаточно распространен на этапах формирования бизнес-плана.

На вкладках раздела Analytics также размещаются все расчетные величины, элементы статистического анализа: можно увидеть объемы продаж по подразделениям в разрезе клиентов, стран, продуктов, сгруппированных по временной шкале в диапазоне от месяца до квартала и проч.

Вкладки раздела Report представляют собой детальную отчетность вплоть до отдельных сотрудников, представленную в виде более традиционных таблиц с необходимыми фильтрами и срезами, а также группировками по руководителям подразделений. Этот раздел предназначен для принятия управленческих решений по конкретным сотрудникам, что, как правило,

является полем деятельности их непосредственных руководителей.

Концепция D-A-R хорошо накладывается на методику оценки KPI подразделений. На вкладке Dashboard можно разместить непосредственно KPI, затем детализировать их на аналитических листах, связать с основными драйверами, показать структуру и динамику в требуемом разрезе, а также добавить элементы статистического анализа. Вкладки группы Report могут содержать плановые и фактические данные по отдельным сотрудникам и руководителям, которые можно использовать для планирования мероприятий, направленных на достижение намеченных показателей.

Логика отчета D-A-R в комплексе с подходом KPI удобна тем, что каждый руководитель может не только отслеживать свои конкретные целевые ориентиры, но и увидеть, какой вклад его подразделение вносит в общий результат.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Pawar B.S., Sharda R. Obtaining Business Intelligence on the internet // Long range planning. 1997. № 30 (1). С. 110–121.
- 2 Токарев Ю. А., Воронкова С. М. Анализ развития отрасли телекоммуникаций в Самарской области // Вестник Самарского государственного университета путей сообщения. 2014. № 1. С. 25–33.
- 3 Токарев Ю. А., Перстенева Н. П. Динамика уровня информатизации экономики Самарской области Научные изыскания. Вып. 5. Традиции и новации. Самара: Ас Гард, 2010. 238 с., С.136–144
- 4 Салмин А. А. Применение технологии Business Intelligence для управления бизнес-процессами предприятия // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 3. С. 83–86.
- 5 Боржеш А. М. Повышение эффективности решений менеджеров на основе системы BI (Business Intelligence) // Новый взгляд. 2016. № 13. С. 72–81.
- 6 Akmaeva R. I., Mineva O. K., Lunev A. P. Mineva O.K.Lunev A.P. Peculiarities of staff performance appraisal with the use of balanced scorecard in the area of public and corporate management // Asian social science. 2015. № 11. С. 160–164.
- 7 Нанеишвили Г. Qlikview – бизнес-аналитика нового поколения: Возможности Business Discovery, оптимальные решения и преимущества для бизнеса. URL: http://mobility-day.it.ru/images/pdf/16_qlik.pdf
- 8 Дмитриев П. А., Наумов В. Н. Средства «легкой бизнес-аналитики» // Государство и бизнес. Современные проблемы экономики: Материалы 8 Международной научно-практической конференции. Том 1. Санкт-Петербург. 2016. С. 66–71.

Заключение

Внедрение Business Intelligence (BI) подхода позволяет централизовать процесс подготовки отчетности и создать общее информационное поле компании, что приведет к получению более качественных данных с большей скоростью. Однако для этого недостаточно традиционной системы BI, поскольку эта платформа будет работать только на крепком «фундаменте» – правильно организованной системе показателей, подходящей для конкретной компании.

BI подход в российских компаниях пока только зарождается, что связано как с общим отставанием от развитых стран в технологическом плане, так и в психологическом – в российских корпорациях еще долгое время сохранится проблема эффективного взаимодействия подразделений на различных уровнях управленческой иерархии. На текущий момент это направление бизнес-анализа является наиболее перспективным.

REFERENCES

- 1 Pawar B.S., Sharda R. Obtaining Business Intelligence on the internet. Long range planning. 1997. no. 30 (1). pp. 110–121.
- 2 Tokarev Yu. A., Voronkova S. M. Analysis of the development of the telecommunications industry in the Samara region. *Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo universiteta putei soobshcheniya* [Vestnik of Samara state University of Railways]. 2014. no. 1. pp. 25–33. (in Russian).
- 3 Tokarev Yu. A., Persteneva N. P. Dinamika urovnya informatizatsii ekonomiki Samarskoi oblasti [Dynamics of the level of Informatization of Economics of the Samara region] Samara, As Gard publ., 2010. 238 p. (in Russian).
- 4 Salmin A. A. Application of technology Business Intelligence to manage business processes of an enterprise. *Aktual'nye problemy gumanitarnykh i estestvennykh nauk* [Actual problems of humanitarian and natural Sciences]. 2016. no. 3. pp. 83–86. (in Russian).
- 5 Borzhesh A. M. Improving the effectiveness of decisions managers based on the system BI (Business Intelligence). *Novyi vzglyad* [New look]. 2016. no. 13. pp. 72–81. (in Russian).
- 6 Akmaeva R. I., Mineva O. K., Lunev A. P. Mineva O.K.Lunev A.P. Peculiarities of staff performance appraisal with the use of balanced scorecard in the area of public and corporate management // Asian social science. 2015. № 11. С. 160–164.
- 7 Naneishvili G. Qlikview – business intelligence next-generation Business Discovery Capabilities optimum solutions and benefits for business Available at: http://mobility-day.it.ru/images/pdf/16_qlik.pdf (in Russian).
- 8 Dmitriev P. A., Naumov V. N. Gosudarstvo i biznes. Sovremennye problemy ekonomiki: Materialy 8 Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii [The government and business. Current issues in Economics: proceedings of the 8th International scientific-practical conference]. Saint-Petersburg, Volume 1. 2016. pp. 66–71. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Вячеслав М. Корнев д. э. н., профессор, проректор по заочному и дополнительному образованию, Самарский государственный экономический университет, ул. Советской Армии, 141, г. Самара, 443090, Россия, kornev@sseu.ru

Ольга В. Баканач к. э. н., доцент, кафедра статистики, Самарский государственный экономический университет, ул. Советской Армии, 141, г. Самара, 443090, Россия, bakanach@mail.ru

Юрий А. Токарев к. э. н., доцент, кафедра статистики, Самарский государственный экономический университет, ул. Советской Армии, 141, г. Самара, 443090, Россия, tokarev_ya@mail.ru

Дмитрий С. Данилин магистрант, кафедра статистики, Самарский государственный экономический университет, ул. Советской Армии, 141, г. Самара, 443090, Россия, faberge-original@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Вячеслав М. Корнев предложил методику проведения исследования

Ольга В. Баканач консультация в ходе исследования

Юрий А. Токарев обзор литературных источников по исследуемой проблеме

Дмитрий С. Данилин написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 13.11.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 02.12.2016

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Vyacheslav M. Kornev doctor of economical sciences, professor, vice-chancellor of extramural and additional education, Samara state university of economics, Soviet Army str., 141, Samara, 443090, Russia, kornev@sseu.ru

Olga V. Bakanach candidate of economical sciences, assistant professor, statistics department, Samara state university of economics, Soviet Army str., 141, Samara, 443090, Russia, bakanach@mail.ru

Yury A. Tokarev candidate of economical sciences, assistant professor, statistics department, Samara state university of economics, Soviet Army str., 141, Samara, 443090, Russia, tokarev_ya@mail.ru

Dmitriy S. Danilin master student, statistics department, Samara state university of economics, Soviet Army str., 141, Samara, 443090, Russia, faberge-original@mail.ru

CONTRIBUTION

Vyacheslav M. Kornev proposed a scheme of the study

Olga V. Bakanach consultation during the study

Yury A. Tokarev review of the literature on an investigated problem

Dmitriy S. Danilin wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 11.13.2016

ACCEPTED 12.2.2016

Инновационная стратегия управления развитием предприятия

Андрей Б. Власов	¹	and33509087@yandex.ru
Юлия В. Пахомова	²	yulia198007@mail.ru
Наталья Н. Кудрявцева	¹	konnat@mail.ru
Юлия Н. Дуванова	³	dyvanova@mail.ru

¹ кафедра управления материально-техническим обеспечением ВВС, Военный учебно-научный центр ВВС, Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина, ул. Старых Большевиков, 54а, г. Воронеж, Россия

² кафедра инженерной экономики, Воронежский государственный технический университет, ул. Московский проспект, 14, г. Воронеж, Россия

³ кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, 394036, г. Воронеж, Россия

Реферат. Современный этап в развитии общественной жизни характеризуется применением информационного ресурса с использованием информационных средств. На данный момент отсутствуют эффективные методики и модели управления рынком услуг, представляющим собой совокупность отношений экономических субъектов, предполагающих предоставление, потребление продукта. Каждое предприятие, в том числе и предприятие услуг, для обеспечения стабильной работы в будущем, должно иметь четко определенные цели. Наиболее эффективной системой менеджмента является система стратегического менеджмента, которая требует от руководителей понимания сущности стратегии, использования приемов и методов стратегического менеджмента, разработки стратегических планов. Отсюда, стратегия должна изменяться и приспосабливаться к изменению условий, как внешней, так и внутренней среды. Поэтому, актуальной является проблема управления рынком услуг. Анализ указанных проблем показал отсутствие эффективного управления предприятиями на рынке. В настоящее время не существует эффективных методик и моделей управления предприятием, представляющих собой отношения экономического субъекта, предполагающего взаимосвязь в предоставлении и потреблении товаров и услуг. В данной статье рассмотрены основные аспекты государственного влияния на деятельность рынка услуг. Регуляторами рыночной деятельности не создаются условия, способствующие развитию сферы услуг. Поэтому, предложена модель, позволяющая регулировать отношения предприятия на основе инновационной стратегии управления предприятием, расширяющей возможности и пути повышения эффективности управления как рынком сферы услуг, так и сектором экономики в целом. В статье дана оценка конкурентоспособности рынка услуг, определен экономический потенциал регионального рынка услуг, представлен алгоритм разработки стратегии менеджмента, предложена модель развития регионального рынка услуг.

Ключевые слова: управление, предприятие, стратегия, модель, экономика

Innovative strategy of management of development of the enterprise

Andrey B. Vlasov	¹	and33509087@yandex.ru
Yulia W. Pakhomova	²	yulia198007@mail.ru
Natalya N. Kudryavtseva	¹	konnat@mail.ru
Yulia N. Duvanova	³	dyvanova@mail.ru

¹ logistics management software department, Air Force, Military Training and Research Center of the Air Force, Air Force Academy named after Professor N. E. Zhukovskiy and Y. A. Gagarin, Starich Bolshevnikov str., 54a, Voronezh, Russia

² engineering economics department, Voronezh state technical university, Moskovsky Prospect str., 14, Voronezh, Russia

³ economic security and the federal monitoring department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution av., 19, 394036, Voronezh, Russia

Summary. The present stage in development of public life is characterized by application of information resource with use of information means. At the moment there are no effective techniques and management models the market of services representing set of the relations of the economic actors assuming provision, consumption of a product. Therefore, the problem of management of the market of services is urgent. The analysis of the specified problems showed lack of effective management of the entities in the market. Now there are no effective techniques and management models the entity representing the relations of the economic actor assuming interrelation in provision and consumption of goods and services. In this article the main aspects of the state influence on activities of the market of services are considered. Regulators of market activities don't create the conditions promoting service trade development. Therefore, the model allowing to govern the relations of the entity on the basis of the innovative strategy of enterprise management expanding opportunities and ways of increase in management efficiency with both the service trade market, and economy sector in general is offered. In article an assessment of competitiveness of the market of services is given, the economic potential of the regional market of services is determined, the algorithm of development of strategy of management is provided, the model of development of the regional market of services is offered.

Keywords: management, enterprise, strategy, model, economy

Для цитирования

Власов А.Б., Пахомова Ю.В., Кудрявцева Н.Н., Дуванова Ю.Н. Инновационная стратегия управления развитием предприятия // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 370–375. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-370-375

For citation

Vlasov A.B., Pakhomov Yu.W., Kudryavtseva N.N., Duvanova Yu.N. The innovative development of enterprise management strategy. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no.4. pp. 370–375. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-370-375

Введение

В настоящее время определяющее воздействие на развитие рынка услуг оказывает применение законодательного регулирования. Законодательное регулирование рынка услуг содержит несколько факторов, определяющих риск развития бизнеса:

- противоречия положений местного, регионального и федерального нормативного характера;
- неполный учет результата судебных практик с применением правовых норм по вопросу, рассмотренному судом;
- неполная интерпретация судей в соответствии с новыми принятыми правилами;
- возможность государства воздействовать на решение, принимаемое судом;
- неполная проработка этапов, описывающих разорение предприятия.

1.1 Рынок услуг

Подзаконные нормативные акты, а также законы становятся действующими с задержкой, что является существенными пробелами в их применении.

Указанный недочет имеет неблагоприятное отражение на реализации лицензий и контрактов, но и является необходимой защитой при предъявлении претензии.

Основной проблемой в развитии рынка услуг служит многоступенчатая и непрозрачная процедура при получении лицензии.

Вышеизложенное свидетельствует, что техническая политика создает административный барьер в виде дискриминирующих условий, снижая оценку инвестиционной привлекательности рынка услуг. Потребитель лишается использования современной технологии, предоставляющей дополнительные услуги.

Рыночный риск предприятия находится на низком уровне и обуславливается его позицией. Стабильный спрос на продукцию является гарантией постоянного минимального уровня дохода, на который не оказывают влияние экономические условия и политическая ситуация страны.

Существенное влияние государственных органов управления формирует политические риски предприятий.

Сферу рынка услуг определяют экономические, правовые и организационные отношения продажи, информационные данные [7].

Рынок услуг формируется экономическими отношениями, связанными с формированием спроса, предложения, цены посредством обмена товара или услуги [8].

С учетом национальной специфики рынок услуг характеризуется отношениями экономических субъектов, предполагающих осуществление взаимодействия в предоставлении и потреблении продукта, регулируемого органами государственной власти [6].

1.2 Инвестиционная привлекательность рынка услуг

Инвестиционная привлекательность на рынке услуг характеризуется объемом инвестиционной деятельности, ценами товаров и услуг, объемом потребления, издержками предприятия, динамикой привлечения денежных средств [8].

Инвестиционная привлекательность отраслевого сегмента оценивается следующим образом [9]:

- определение возможности появления конкурирующих предприятий, предоставляющих товары и услуги;
- определение наличия внутриотраслевой конкуренции;
- определение влияния потребителей предприятий, воздействия макроэкономических условий развития.

Региональное развитие зависит от конкурентоспособности и инвестиционной привлекательности предприятий, служит определяющим показателем, так как повышение конкурентоспособности и инвестиционной привлекательности влечет за собой увеличение межрегиональных и межгосударственных конкурентных преимуществ.

Потребителей интересует качественный продукт, имеющий минимальную цену. В то же время предприятия планируют осуществить продажу продукта по высоким ценам, обеспечивающим доходность и увеличение платежеспособного спроса [2].

Регулирование управленческой деятельности рынка услуг

Table 1.

Regulation management services market activity

Принцип / Principle	Инструменты принципа / Tools principle
Целостность / Integrity	Исследование системы как единого организма, учитывая проявление свойства, внутренней связи элементов и внешней связи других объектов. / The research system as a single organism, given the manifestation of the properties of elements of internal communication and external communication of other objects.
Иерархическая упорядоченность / Hierarchical ordering	Различный иерархический уровень каждого элемента системы / Different hierarchical level of each element of the system
Целевая направленность / Targeting	Функционирование элементов в системе в виде единого целого / Operation of the elements in the system as a whole
Необходимое разнообразие / Requisite variety	Разнообразные элементы системы, ограниченные минимумом и максимумом / Various elements of the system, limited to the minimum and maximum
Эмергентность / Emerzhent	Не совпадение критериев в отдельных элементах, таких как глобальная цель и системные составляющие Do not match the criteria in separate elements& such as a global goal and system components
Обратная связь / Feedback	Взаимодействие взаимосвязанных элементов в системе / The interaction of interrelated elements in the system
Альтернативность / Alternativity	Варианты возможного решения проблем / Options for possible solutions to problems

Современное демократическое государство может эффективно развиваться при наличии открытого, информированного общества, которому способствует развитая информационная, телекоммуникационная инфраструктура.

Общественной информированностью определяется общественный интеллект, социальная воля, целенаправленность.

Рост информации, знаний, информационных услуг, всех отраслей, связанных с производственной деятельностью (телекоммуникационной, компьютерной, телевизионной) является доминирующим фактором экономического развития [1].

Информационные технологии имеют всепроникающий характер и скорость

проникновения на предприятия, в каждый сектор промышленности, государственного управления [3, 7].

Внутренними факторами системы, учитывающими привлекательность экономики региона и предприятий в регионе, являются:

- показатели уровня развития экономики региона и емкости рынка;
- многообразие регионального ресурса;
- инфраструктура рынка;
- доступность информации;
- другой спектр социально-экономических факторов.

Поэтому необходимо создавать субъективные и объективные элементы, формирующие управленческую культуру, включающую стили и стратегии управления [4, 5, 8] (рисунок 1–2).

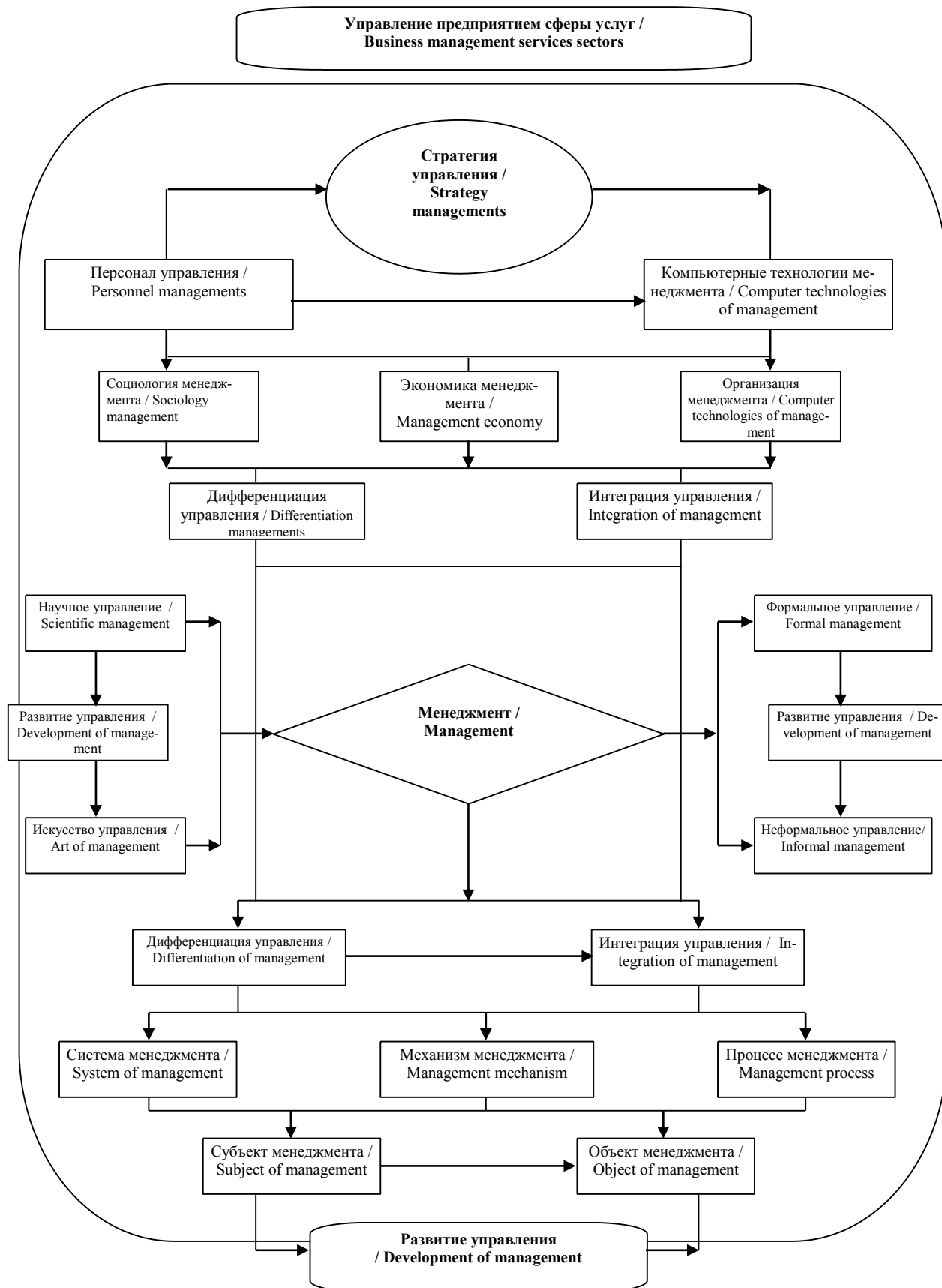


Рисунок 1. Управление предприятием услуг

Figure 1. Business management of services

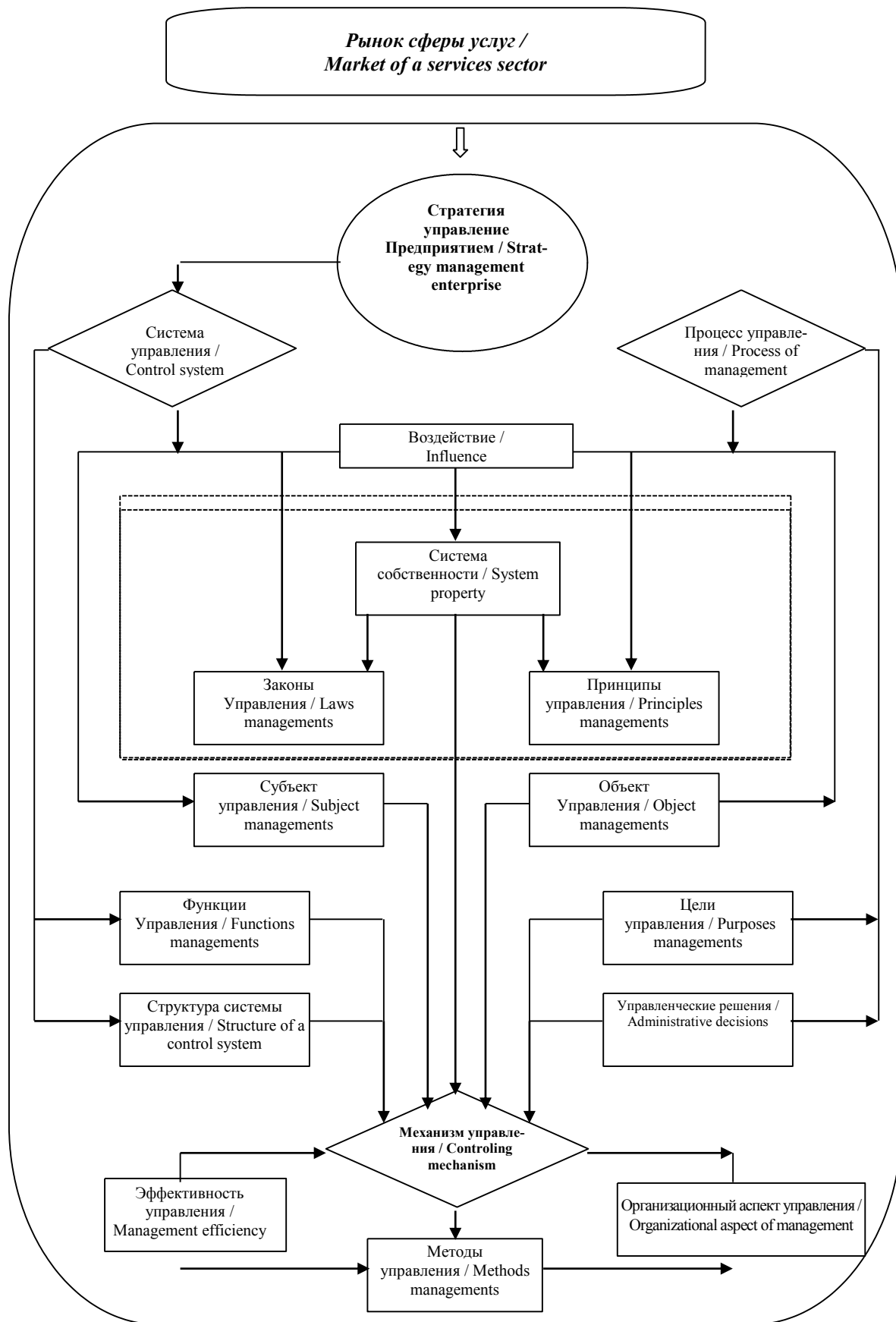


Рисунок 2. Стратегия управления

Figure 2. Strategy of management

Спрос и предложение, конъюнктура, организация сбытовых операций являются составляющими анализа и прогноза развития предприятий рынка услуг, с учетом факторов внешней и внутренней среды.

Рыночная деятельность является многоплановым экономическим понятием, объективным явлением экономики политики, включающим людей, осуществляющих покупку с учетом происходящих изменений, затрагивающих всех участников рынка. Сферу услуг составляет купля-продажа товара или услуги, удовлетворяющей требованиям отдельного лица или организации.

Финансовые, материальные ресурсы, складывающаяся экономическая обстановка

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Кудрявцева Н. Н., Артеменко В. Б., Лапыгина С. А. Информационное обеспечение инновационного развития предприятия на основе использования инструментов контроллинга бизнес-процессов // Экономика и предпринимательство. 2013. № 12 (ч. 4). С. 704–712.
- 2 Кудрявцева Н. Н. Реализация сбалансированной системы показателей на предприятии // Инновационный Вестник Регион. 2012. № 2. С. 27–34.
- 3 Пахомова Ю. В., Кудрявцева Н. Н. Стратегии менеджмента в управлении предприятием рынка услуг // Материалы IV междунар. науч.-практ. конф. Саратов. 2014. С. 73–74.
- 4 Балашов А.П. Основы менеджмента: Учебное пособие, 2-е изд., перераб. и доп. М.: Вузский учебник: НИЦ ИНФРА-М, 2014. 288 с.
- 5 Kihn M. House of lies: how management consultants steal your watch and then tell you the time. 2012. С. 21–25.
- 6 Senor D. Start-up Nation, 2016. 198p.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Андрей Б. Власов к. геогр. н., доцент, кафедра управления материально-техническим обеспечением ВВС, Военный учебно-научный центр ВВС, Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина, ул. Старых Большевиков, 54а, г. Воронеж, Россия, and33509087@yandex.ru

Юлия В. Пахомова к. э. н., доцент, кафедра инженерной экономики, Воронежский государственный технический университет, ул. Московский проспект, 14, г. Воронеж, Россия, yulia198007@mail.ru

Наталья Н. Кудрявцева к. э. н., доцент, кафедра управления материально-техническим обеспечением ВВС, Военный учебно-научный центр ВВС, Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина, ул. Старых Большевиков, 54а, г. Воронеж, Россия, konnat@mail.ru

Юлия Н. Дуванова д. э. н., доцент, кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, 394036, г. Воронеж, Россия, dyvanova@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Андрей Б. Власов провёл обзор литературы по исследуемой проблеме, провел эксперимент, выполнил расчеты

Юлия В. Пахомова обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провёл эксперимент, выполнил расчёты

Наталья Н. Кудрявцева консультация в ходе исследования

Юлия Н. Дуванова написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 12.10.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 01.12.2016

в регионе оказывают влияние на разработку стратегий менеджмента, что является результатом этого этапа. Исходя из этого, отдается предпочтение стратегии менеджмента, и рассматриваются планы по реализации стратегии.

Заключение

На основе анализа и контроля, показывающих эффективность применения стратегии, и позволяющих определить тенденции и перспективы развития предприятий рынка услуг, можно определить насколько соответствует проводимая политика запланированным целям.

REFERENCES

- 1 Kudryavtseva N.N., Artemenko V.B., Lapygina S. A. Information support of innovative development of enterprise on the basis of use of the tools of controlling of business processes. *Ekonomika i predprinimatel'stvo* [Economics and entrepreneurship]. 2013. no. 12 (p. 4). pp. 704–712. (in Russian).
- 2 Kudryavtseva N. N. Implementation of the balanced scorecard at the enterprise. *Innovatsionnyi Vestnik Region* [Innovative Region Proceedings]. 2012. no. 2. pp. 27–34. (in Russian).
- 3 Pakhomova Yu. V., Kudryavtseva N. N. The strategy of the management in enterprise management services market. *Materialy IV mezhdun. nauch.-prakt. konf.* [Proceedings of the IV international. scientific-practical conference]. Saratov, 2014. pp. 73–74. (in Russian).
- 4 Balashov A.P. Osnovy menedzhmenta [Fundamentals of management: textbook, 2nd ed, extended and extras]. Moscow, Vuzovskii uchebnik: NITs INFRA-M publ. 2014. 288 p. (in Russian).
- 5 Kihn Martin House of lies: how management consultants steal your watch and then tell you the time. 2012. pp. 21–25.
- 7 Senor Dan Start-up Nation, 2016. 198p.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Andrey B. Vlasov candidate of geographical sciences, assistant professor, logistics management software department, Air Force, Military Training and Research Center of the Air Force, Air Force Academy named after Professor N. E. Zhukovskiy and Y. A. Gagarin, Starich Bolshevikov str., 54a, Voronezh, Russia, and33509087@yandex.ru

Yulia W. Pakhomova candidate of economical sciences, assistant professor, engineering economics department, Voronezh state technical university, Moskovsky Prospect str., 14, Voronezh, Russia, yulia198007@mail.ru

Natalya N. Kudryavtseva candidate of economical sciences, assistant professor, logistics management software department, Air Force, Military Training and Research Center of the Air Force, Air Force Academy named after Professor N. E. Zhukovskiy and Y. A. Gagarin, Starich Bolshevikov str., 54a, Voronezh, Russia, konnat@mail.ru

Yulia N. Duvanova candidate of economical sciences, assistant professor, economic security and the federal monitoring department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution av., 19, 394036, Voronezh, Russia, dyvanova@mail.ru

CONTRIBUTION

Andrey B. Vlasov review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

Yulia W. Pakhomova review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

Natalya N. Kudryavtseva consultation during the study

Yulia N. Duvanova wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 10.12.2016

ACCEPTED 12.1.2016

Оригинальная статья/Original article

УДК 336

DOI: <http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-4-376-385>

Механизм оценки экономической эффективности системы менеджмента качества на предприятии

Александр И. Хорев¹ al.khorev@gmail.com

Марина И. Самогородская²

¹ кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

² Воронежский государственный технический университет, Московский пр-т 14, г. Воронеж, 394026, Россия

Реферат. Предлагается механизм оценки экономической эффективности системы менеджмента качества предприятия (СМК), построенный на базе метода калькуляции затрат на качество. Дается авторская трактовка механизма, приводится его структура, включающая: объект оценки; методологию оценки эффективности; критерии оценки эффективности функционирования СМК; способ измерения и сравнения показателей эффективности функционирования СМК с критериями эффективности; метод оценки и анализа полученных результатов; методику оценки; инструментарий оценки эффективности систем менеджмента. В соответствии с авторской позицией в отношении классификации затрат на качество, для оценки экономической эффективности системного управления качеством рассчитываются два уровня затрат: единовременные капитальные вложения (инвестиции) и текущие расходы, связанные с функционированием системы менеджмента качества. В работе представлена структура этих затрат и методики их расчета. Для решения проблемы вычленения из общего прироста результативного показателя той доли его изменения, которая вызвана достижениями в области качества предлагается увязать увеличение результативного показателя напрямую с изменением стоимости качества. Предложены методы и показатели оценки экономической эффективности системы менеджмента качества, сгруппированные по способу сопоставления затрат и результатов в две группы: статические и динамические.

Ключевые слова: система менеджмента качества, экономическая эффективность, механизм, стоимость качества, экономика качества

The mechanism of assessment of economic efficiency of quality management system at the enterprise

Alexander I. Khorev¹ al.khorev@gmail.com

Marina I. Samogorodskaya²

¹ economic security and financial monitoring department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia

² Voronezh state technical university, Moscow av. 14, Voronezh, 394026, Russia

Summary. Proposed mechanism of evaluating the economic efficiency of the quality management system of the enterprise, built on the basis of the method of calculating costs of quality. Yes, it is the author's interpretation of the mechanism is its structure, comprising: the object of evaluation; methodology of evaluation of effectiveness; evaluation criteria of efficiency of functioning of the QMS; way of measuring and comparing performance indicators of the QMS with the performance criteria; the method of evaluation and analysis of the obtained results is too; assessment methodology; tools for evaluating the effectiveness of management systems. In accordance with the author's position in relation to the classification of quality costs to assess the economic efficiency of the quality management system of the enterprise read two levels of costs: one-time capital investments (investment) and operating costs associated with the operation of the quality management system. The paper presents the structure of these costs and the methodology for their calculation. To solve the problem of isolation of the total increase in the effective index of the share of its change, which is caused by achievements in the quality area are encouraged to link the increase in the effective index directly with changes in the cost of quality. The proposed methods and indicators of evaluating the economic efficiency of the quality management system, grouped by method of comparison of costs and outcomes in two groups: static and dynamic.

Keywords: quality management system, economic efficiency, mechanism, cost, quality, economy quality

Для цитирования

Хорев А. И., Самогородская М. И. Механизм оценки экономической эффективности системы менеджмента качества на предприятии // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 376–385. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-376-385

For citation

Khorev A. I., Samogorodskaya M. I. The mechanism of assessment of economic efficiency of quality management system at the enterprise. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 376–385 (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-376-385

Введение

На сегодняшний день значимой проблемой российской экономики является недостаточный уровень качества и конкурентоспособности продукции (услуг), выпускаемой отечественными производителями. Проблема не решается на протяжении многих лет даже несмотря на то, что на многих предприятиях внедрены и сертифицированы системы менеджмента качества, предназначение которых как раз и заключается в создании условий для производства высококачественной продукции.

На наш взгляд, корни проблемы исходят из содержания самих стандартов ISO, регламентирующих внедрение системы менеджмента качества (СМК) на предприятиях. Экономическим аспектам менеджмента качества в международных и национальных стандартах отводится крайне незначительная роль. В стандарте ГОСТ Р ИСО 9004:2001 были даны рекомендации по улучшению деятельности субъектов хозяйствования за счет организации учёта, оценки и анализа затрат на качество [8]. В британском стандарте BS 6143 «Руководство по экономике качества» и техническом отчёте ГОСТ Р ИСО/ТО 10014 «Руководящие принципы управления экономикой качества» были определены направления развития и улучшения СМК в области повышения эффективности [1, 3]. Стандарт ГОСТ Р ИСО 1014–2008 акцентировал внимание «на оптимизации систем мониторинга процессов СМК и оценке эффективности результатов корректирующих и предупреждающих действий, с точки зрения, их адекватности «желаемым результатам», а также степени влияния на достижение бизнес-целей предприятия и совершенствование СМК» [4]. В стандарте ГОСТ Р ИСО 9001:2015 проблемы эффективности СМК также затронуты вскользь. В параграфе № 5 «Лидерство» отмечается, что высшее руководство должно принимать на себя ответственность за эффективность системы [7].

Однако проводимые на предприятии внутренние проверки качества, регламентированные стандартами, лишь подтверждают соответствие или выявляют несоответствия процессов, процедур, организационной структуры и ресурсов требованиям системы менеджмента качества предприятия. Они в малой степени могут оценить эффективность их функционирования или использования. Это объясняется тем, что внутренние проверки качества проводятся периодически, выборочно по отдельному элементу СМК или в каком-либо подразделении. Они никоим образом не могут обеспечить постоянной, системной оценки эффективности функционирования элементов СМК и всей системы в целом.

Целью настоящего исследования является разработка механизма оценки экономической эффективности системы менеджмента качества на предприятии.

Содержание механизма оценки экономической эффективности системы менеджмента качества

Вопрос о структуре механизма оценки экономической эффективности СМК на сегодняшний день остается дискуссионным, впрочем, как и проблематика экономики качества в целом. К этому выводу приводит анализ научной литературы по данной теме [10, 11, 14–16].

По нашему мнению, механизм оценки эффективности представляет собой совокупность методов, моделей, методик и инструментов, используемых для идентификации затрат и результатов внедрения и функционирования СМК с целью расчета показателей абсолютной, относительной и сравнительной эффективности.

В соответствии с авторской позицией в отношении классификации затрат на качество, для оценки экономической эффективности системного управления качеством затраты необходимо рассматривать в двух аспектах:

1) Как единовременные капитальные вложения (инвестиции), и позволяет использовать те же показатели для расчета, что и при оценке эффективности инвестиционных проектов: чистая текущая стоимость; внутренняя норма доходности; индексы доходности затрат и инвестиций; срок окупаемости; потребность в дополнительном финансировании и др.;

2) Как текущие расходы, связанные с функционированием системы менеджмента качества.

В качестве результатов могут использоваться разные показатели прироста:

- валового дохода (или оборота);
- валовой прибыли (разницы между валовым доходом и затратами на производство продукции);
- чистой прибыли (за вычетом налогов) и др.

Для определения прироста этих показателей необходимо рассчитать доходы от основной деятельности предприятия и себестоимость производимой продукции (стоимость услуг) до и после внедрения проекта СМК. При этом учитывается как увеличение объема реализации продукции (и соответственно, доходов предприятия), так и сокращение издержек производства, получаемое в результате реализации мероприятий в рамках СМК. Кроме того, возможно повышение цены на продукцию высшего качества.

Наиболее сложной задачей является вычленение из общего прироста результативного показателя той доли его изменения, которая вызвана достижениями в области качества. Прирост валового дохода и прибыли может возникнуть по причине увеличения спроса на продукцию в результате событий, не связанных с улучшением качества продукции (например, в результате грамотной рекламной кампании).

На наш взгляд, решить эту сложную проблему можно, если увязать увеличение результативного показателя напрямую с изменением стоимости качества. Логика в этом случае очевидна. Уменьшение стоимости качества в текущем году по сравнению с базовым годом в результате мероприятий, предусмотренных программой по улучшению качества, сказывается на снижении издержек производства в целом. В результате снижения общих издержек предприятие может получить дополнительную прибыль при неизменном уровне цен или дополнительную выручку за счет роста спроса на продукцию при неизменном уровне нормы прибыли. Таким образом, для определения экономического результата функционирования СМК необходимо определить коэффициент (или процент) изменения стоимости качества за плановый период, а затем скорректировать на этот коэффициент величину прироста прибыли или валового дохода [16].

Методика оценки инвестиционных вложений в систему менеджмента качества

Инвестиционные (капитальные) вложения в первую очередь связаны с необходимостью организации системы менеджмента качества на предприятии. По нашему мнению, их можно определить по формуле:

$$K = C_{\text{ПР}} + C_{\text{ОБ}} + C_{\text{СЕРТ}}, \quad (1)$$

где $C_{\text{ПР}}$ – сметная стоимость проекта (проектирование или привязка СМК к конкретному объекту), р.; $C_{\text{ОБ}}$ – стоимость приобретения, монтажа и наладки технических средств (метрологического оборудования, приспособлений, компьютеров, оргтехники и пр.) Стоимость оборудования включает в себя, кроме отпускной цены, также транспортные расходы и затраты на демонтаж, монтаж, техническую подготовку, наладку и освоение производства (5–20% от цены), р.; $C_{\text{СЕРТ}}$ – стоимость сертификации СМК (затраты на оплату услуг органов сертификации) (определяется на основании фактических данных – средней стоимости услуг органов сертификации), р.

Если внедрением СМК на предприятии занимается сторонняя организация (например – консалтинговое агентство), стоимость проекта

СМК по сути назначается разработчиком исходя из его затрат на выполнение проекта. Если разработка СМК осуществляется силами самого предприятия – сметная стоимость разработки проектного решения может определяться по следующим статьям расходов:

1. Материальные затраты – учитывается стоимость всех расходных материалов (приобретаемых стандартов и других документов, необходимых для работы; магнитных носителей информации, бумаги, канцелярских принадлежностей, картриджей для принтеров и пр.). Расчет осуществляется по нормам расхода материалов методом прямого счета:

2. Эксплуатация специального оборудования и оргтехники – включает затраты на амортизацию, профилактику оборудования для метрологических работ, испытаний, автоматизации разработки проекта, а также затраты на электроэнергию, расходуемую этим оборудованием.

3. Заработная плата исполнителей (с учетом доплат и страховых взносов) – рассчитывается для каждого исполнителя проекта исходя из его часовой ставки и времени, потраченного на разработку проекта:

4. Контрагентские расходы – включают стоимость работ и услуг, выполняемых сторонними организациями для данного проекта. Используется метод прямого счета. Целесообразность привлечения контрагентов определяется исходя из загрузки исполнителей и целевых ориентиров разработчика.

5. Накладные расходы – включают общехозяйственные расходы предприятия на управление и обслуживание работ по проекту СМК и определяются в процентах от основной заработной платы исполнителей проекта.

Сметная стоимость проекта оценивается по совокупности вышеозначенных статей затрат.

В последующие периоды для эффективного функционирования системы менеджмента качества на предприятии также могут потребоваться капитальные вложения, сопряженные с работой отдела технического контроля и службы метролога. В частности:

– на осуществление научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по созданию и совершенствованию техники и технологии контроля, внедрению новых прогрессивных методов и средств оценки качества изделий;

– изготовление или приобретение контрольно-испытательного оборудования и приборов, их доставку, монтаж и т. п.;

- изготовление или приобретение контрольно-измерительного инструмента и оснастки длительного пользования;

- строительство зданий и сооружений, необходимых для проведения контроля;

- капитальный ремонт и модернизацию технических средств контроля (в том числе капитальный ремонт зданий и сооружений, используемых для нужд контроля);

- на обучение персонала методам контроля и т. п.

Методика оценки текущих затрат на функционирование системы менеджмента качества

Текущие затраты, в отличие от капитальных затрат, возникают постоянно в результате функционирования системы менеджмента качества на предприятии. К ним относятся материально-энергетические и трудовые затраты, амортизация технических средств, накладные расходы и другие затраты, учитывающие все элементы производственных затрат, связанных с централизованным накоплением, систематизацией, хранением, тиражированием рабочей документации и носителей.

В соответствии с авторской позицией в отношении структуры стоимости качества, текущие затраты можно разделить на положительные и отрицательные.

Положительные текущие затраты, по сути, представляют собой совокупность превентивных затрат (затрат на предотвращение дефектов) как на поддержание требуемого уровня качества, так и на его повышение. Если рассматривать эти затраты в преломлении организационной структуры предприятия, то, на наш взгляд, они соответствуют затратам на функционирование службы качества (отдела управления качеством, отдел обеспечения качества и др.) и метрологической службы (отдела главного метролога).

Другими словами, положительные текущие затраты на качество можно определить по формуле:

$$Z_{КАЧ}^{+} = Z_{ТЕК}^{СК} + Z_{ТЕК}^{ОГМ}, \quad (2)$$

где $Z_{ТЕК}^{СК}$ – годовые текущие затраты на функционирование службы качества, р; $Z_{ТЕК}^{ОГМ}$ – годовые текущие затраты на функционирование службы главного метролога, р.

Разделение этих затраты по конкретным функциям, присущим специалистам службы качества и метрологической службы не всегда имеет смысл, поскольку это потребует значительных затрат времени и ресурсов на организацию

сложной системы учета. Для решения задачи оценки эффективности СМК достаточно рассчитать годовые затраты на содержание этих двух подразделений. В таблице приведен перечень статей расходов.

Отрицательные затраты на качество включают, с одной стороны – отрицательно необходимые затраты на контроль и гарантию качества, с другой стороны – потери от несоответствий.

При использовании этого метода должны быть оценены внутренние и внешние потери вследствие низкого качества. В системе производственного обслуживания оборудования с участием всего персонала (ТРМ) специалисты Японской ассоциации производственного обслуживания (JIPM) выделяют 16 основных видов потерь, снижающих эффективность производственных систем. Эти потери подразделяются на три группы потерь [9]:

1. Времени функционирования оборудования:

- 1.1. Потери, вызванные поломками машин и механизмов.

- 1.2. Из-за наладки оборудования.

- 1.3. Из-за замены режущего инструмента.

- 1.4. При запуске оборудования.

- 1.5. Из-за кратковременной остановки оборудования и его работы на холостом ходу.

- 1.6. Производительности.

- 1.7. Из-за дефектов и необходимости доработки продукции.

- 1.8. Из-за запланированных остановок оборудования.

2. Рабочего времени:

- 2.1. Из-за некачественного менеджмента.

- 2.2. Из-за нерациональной работы транспорта.

- 2.3. Из-за недостатков в организации работы производства.

- 2.4. Из-за низкого уровня автоматизации производства.

- 2.5. Из-за недостатков производственного мониторинга.

3. Энергии, сырья, материалов и времени из-за ремонта инвентаря:

- 3.1. Готовой продукции.

- 3.2. Энергии.

- 3.3. Из-за необходимости ремонта производственного инвентаря.

Что касается затрат на контроль и гарантию качества-то основное их содержание составляют, по нашему мнению, расходы, связанные с функционированием службы контроля качества (отдела технического контроля, измерительной лаборатории и др.).

Таким образом, отрицательные затраты на качество рассчитываются по формуле:

$$З_{КАЧ}^{-} = З_{ТЕК}^{ОТК} + П_{БР}, \quad (3)$$

где $З_{ТЕК}^{ОТК}$ – годовые текущие затраты на функционирование отдела технического контроля, р;
 $П_{БР}$ – годовые потери от несоответствий (брака), р

К текущим затратам на контроль и гарантию качества можно отнести следующие статьи расходов:

1. Заработная плата различных категорий работников контрольных служб (с отчислениями на социальное страхование и дополнительной заработной платой).

2. Надбавки к заработной плате рабочим, переведенным на самоконтроль; премирование работников, участвующих (прямо или косвенно) в проведении контроля качества изделий.

3. Амортизация контрольно-испытательного оборудования, измерительной аппаратуры, приборов и т. п.

4. Амортизация зданий и сооружений, используемых для нужд контроля.

5. Топливо и материалы, расходуемые в процессе технического контроля при эксплуатации соответствующего оборудования.

6. Электрическая и другие виды энергии, используемые для обеспечения процессов технического контроля.

7. Пробы сырья, материалов, полуфабрикатов, комплектующих изделий, заготовок, деталей, узлов и готовой продукции, используемые для проведения разрушающего контроля качества.

8. Двигательная энергия.

9. Приобретение контрольно-измерительного инструмента и оснастки недлительного пользования.

10. Текущий ремонт, проверка и наладка средств контроля.

11. Текущий ремонт зданий и сооружений, используемых для нужд контроля.

12. Оплата служебных командировок работникам технического контроля.

13. Расходы по ведению отчетности, переписки и другой документации

Общие текущие затраты на контроль и гарантию качества оцениваются по совокупности вышеперечисленных статей затрат.

Из предложенного перечня затрат выбираются реальные затраты, которые в настоящий момент несет предприятие в процессе текущего контроля качества продукции (работ, услуг). При этом необходимо помнить, что общая сумма расходов на контроль зависит от следующих факторов:

- выбранной технологии контроля;
- количества и номенклатуры используемых технических средств;
- численности работающих;
- уровня механизации и автоматизации труда персонала контрольных служб;
- масштабов внедрения самоконтроля и выборочных статистических методов оценки качества изделий и т. п.

Величина затрат предприятия на технический контроль в значительной мере зависит от следующих требований, устанавливаемых в том или том случае к результатам оценки качества изделий:

- безопасность получения исходной информации;
- своевременность предоставления информации;
- точность и достоверность данных контроля и др.

Оптимизация расходов на технический контроль далеко не всегда адекватна простому снижению затрат по всем статьям в результате ослабления или усиления действия определенных факторов, влияющих на затраты. Нередко наибольший эффект может быть достигнут в результате:

- изменения структуры расходов;
- правильного определения операций технологического процесса и параметров продукции, подвергаемых контролю;
- нормирования отдельных элементов затрат по оценке и регулированию качества изделий [2].

Для оптимизации расходов на технический контроль и повышение эффективности проверок за счет изменения технологии контроля необходимо выявить основные причины и места возникновения наиболее серьезных и часто повторяющихся дефектов продукции.

Методы и показатели оценки экономической эффективности системы менеджмента качества

По способу сопоставления затрат и результатов методы оценки эффективности СМК делятся на статические и динамические. Статические показатели отражают денежные потоки, которые возникают в разные моменты времени и оцениваются как равномерные. К статическим показателям можно отнести прибыль по качеству, т. е. разность между выгодами и затратами по управлению качеством; норму прибыли, выражаемую процентным отношением, прибыли к затратам, годовой экономический эффект и др.

При применении динамических показателей денежные потоки, которые вызваны реализацией мероприятий СМК, приводятся к единому периоду времени с помощью дисконтирования, обеспечивая сопоставимость разновременных затрат и результатов. Эффективность в общем виде – это соотношение полученного результата (эффекта) с произведенными затратами. Численно эффективность выражается отношением величины получаемого эффекта к сумме затрат, определивших возможность получения этого эффекта. Поскольку затраты и результаты разнесены во времени, то при определении и тех и других целесообразно учитывать это обстоятельство с помощью процедуры дисконтирования.

На практике выбор статических и динамических методов оценки эффективности проектов зависит от ряда условий, которые сложились в определенный момент времени. Такими условиями могут быть: потребность в быстрой и приближенной оценке эффективности; период, за который необходимо произвести оценку; наличие приближенных исходных данных по затратам на проекты и пр.

При оценке эффективности функционирования системы менеджмента качества на предприятии учитываются два вида ранее рассмотренных затрат: единовременные капитальные вложения (инвестиции) в мероприятия, предусмотренные СМК и годовые текущие расходы на содержание СМК.

Оценку эффективности функционирования СМК на предприятии целесообразно осуществлять по двум группам критериев:

1. Общие критерии эффективности зависят от многих технико-экономических и организационных факторов и выражают конечный экономический результат функционирования СМК. Они отражают стандартные показатели эффективности, применяемые для оценки эффективности капиталовложений (инвестиций), причем как статические, так и динамические. И это вполне логично, поскольку построение эффективной системы менеджмента качества на предприятии требует значительных инвестиций и достаточно длительного периода времени. Но поскольку процесс организации СМК на предприятии имеет характерные особенности, эта специфика должна быть отражена в показателях эффективности [12]. К группе таких показателей мы относим:

1.1. Годовой экономический эффект от реализации мероприятий по повышению качества продукции (работ, услуг) – определяемый по формуле:

$$\Delta G = (C_{\text{БАЗ}} - C_{\text{ПЛ}}) \cdot N_{\text{ПЛ}}, \quad (4)$$

где $C_{\text{БАЗ}}$ – приведенная стоимость качества в базовом периоде (в расчете на единицу продукции), р.; $C_{\text{ПЛ}}$ – приведенная стоимость качества в плановом периоде (в расчете на единицу продукции), р.; $N_{\text{ПЛ}}$ – количество произведенной продукции в плановом периоде, нат. ед.

Стоимость качества в этом случае называется приведенной по причине необходимости увязки в единое целое двух групп затрат, разнесенных во времени: текущих и капитальных. Приведенная стоимость качества, на наш взгляд, может быть рассчитана по традиционной методике оценки приведенных затрат:

$$C_i = Z_{\text{ТЕК}i} + E_H \cdot K_i, \quad (5)$$

где $Z_{\text{ТЕК}i}$ – текущая стоимость качества в расчете на единицу продукции; р.; K_i – удельные капитальные вложения в мероприятия по повышению качества продукции (работ, услуг), р. Рассчитываются путем деления капитальных вложений на объем произведенной продукции за год; E_H – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, $E_H = 0,15 - 0,25$.

$$\begin{aligned} Z_{\text{ТЕК}i} &= Z_{\text{КАЧ}i}^+ + Z_{\text{КАЧ}i}^- = \\ &= Z_{\text{ТЕК}i}^{\text{СК}} + Z_{\text{ТЕК}i}^{\text{СГМ}} + Z_{\text{ТЕК}i}^{\text{ОТК}} + \Pi_{\text{БР}i}. \end{aligned} \quad (6)$$

В формуле используются все показатели в расчете на единицу выпускаемой продукции (определяются путем деления годовых текущих затрат на объем производства).

1.2. Расчетный коэффициент экономической эффективности мероприятий по повышению качества продукции (работ, услуг) – показывает величину уменьшения текущей стоимости качества, образующуюся в результате повышения качества, приходящуюся на 1 рубль капитальных вложений:

$$E_p = \frac{\Delta Z_{\text{ТЕК}i}}{K}, \quad (7)$$

$$\Delta Z_{\text{ТЕК}i} = (Z_{\text{ТЕК}i}^{\text{БАЗ}} - Z_{\text{ТЕК}i}^{\text{ПЛ}}) \cdot N_{\text{ПЛ}}, \quad (8)$$

где K – капитальные вложения в мероприятия по повышению качества продукции (работ, услуг), р.; $Z_{\text{ТЕК}i}^{\text{БАЗ}}$, $Z_{\text{ТЕК}i}^{\text{ПЛ}}$ – текущая стоимость качества в расчете на единицу продукции соответственно в базовом и плановом периодах, р.

Расчетное значение коэффициента экономической эффективности сравнивается с нормативным значением. В случае если $E_p \geq E_H$ – проведенные мероприятия по повышению качества продукции (работ, услуг) эффективны с экономической точки зрения.

1.3. Чистая текущая стоимость – определяется как сумма текущих (годовых) эффектов за весь расчетный период, приведенных к начальному моменту за вычетом инвестиционных вложений:

$$NPV = \frac{\sum_{t=1}^{T_1} (P_t - 3_{TEKt})}{(1+k)^t} - \frac{\sum_{t=1}^{T_2} K_t}{(1+k)^t} = \sum_{t=1}^{T_1} (P_t - 3_{TEKt}) \cdot \alpha_t - \sum_{t=1}^{T_2} K_t \cdot \alpha_t, \quad (9)$$

где t – номер шага планирования (года) расчета ($t = 2, 3 \dots T$); T_1 – горизонт расчета (срок оценки эффективности реализации мероприятий по проекту СМК), лет; T_2 – период осуществления инвестиций, лет P_t – результаты от реализации мероприятий СМК в t -ом периоде, р. (в качестве результата принимается прирост чистой прибыли за счет мероприятий СМК); K_t – инвестиционные вложения в мероприятия, предусмотренные проектом СМК в t -ом периоде, р.; 3_{TEKt} – стоимость качества в t -ом периоде, р.; k – норматив для приведения разновременных затрат (норма дисконта – степень предпочтения доходов, полученных в настоящий момент, доходам, которые будут получены в будущем). Величина k соответствует ставке депозитного процента коммерческого банка, действующей на дату плановых расчетов; α_t – коэффициент дисконтирования t -го периода.

$$P_t = (P_t^q - P_{t-1}^q) \cdot k_{3текст}, \quad (10)$$

где P_t^q , P_{t-1}^q – чистая прибыль предприятия соответственно в текущем (плановом) и предыдущем (базовом) периодах, р;

$k_{3текст}$ – коэффициент изменения стоимости качества в текущем периоде по сравнению с предыдущим периодом:

$$k_{3текст} = \frac{3_{TEK\tau-1} - 3_{TEK\tau}}{3_{TEK\tau-1}}, \quad (11)$$

где 3_{TEKt-1} , 3_{TEKt} – стоимость качества соответственно в предыдущем и текущем периодах, р.

Если величина NPV имеет положительное значение, то внедрение мероприятий, предусмотренных проектом СМК, является целесообразным и эффективным. Чем больше NPV , тем эффективнее проект.

1.4. Индекс доходности инвестиций – представляет отношение суммы приведенных эффектов к величине приведенных инвестиций:

$$PI = \frac{\sum_{t=1}^{T_1} (P_t - 3_{TEKt})}{(1+k)^t} \div \frac{\sum_{t=1}^{T_2} K_t}{(1+k)^t} = \sum_{t=1}^{T_1} (P_t - 3_{TEKt}) \cdot \alpha_t \div \sum_{t=1}^{T_2} K_t \cdot \alpha_t. \quad (12)$$

Индекс доходности показывает относительную прибыльность инвестиционных вложений. Если $PI > 1$, внедрение мероприятий, предусмотренных проектом СМК, является целесообразным и эффективным.

1.5. Срок окупаемости инвестиций – представляет период от начала осуществления мероприятий СМК, до момента времени, когда нарастающий интегральный эффект полностью покрывает инвестиционные вложения:

$$PVP_j = t_{ок}, \text{ при котором } \sum_{t=1}^{t_{ок}} (P_t - 3_{TEKt}) \cdot \alpha_t = \sum_{t=1}^{T_2} K_t \cdot \alpha_t. \quad (13)$$

Рассчитанный срок окупаемости инвестиций сравнивается с нормативом срока окупаемости инвестиций, принятом на предприятии:

если $PVP_j \leq T_n$, то проект СМК считается эффективным;

если $PVP_j > T_n$, то проект СМК считается неэффективным.

2. Частные критерии эффективности – характеризуют эффективность функционирования СМК в результате влияния отдельных факторов:

2.1. Снижение норм расхода сырья и материалов.

2.2. Снижение потерь от брака.

2.3. Экономия в результате снижения количества рекламаций на продукцию предприятия.

2.4. Экономия от повышения уровня сдачи продукции с 1-го предъявления.

2.5. Экономия заработной платы в результате сокращения численности работников (например, контролеров).

2.6. Повышение производительности труда (например, за счет сокращения трудоемкости выполнения операций или потерь рабочего времени в результате внедрения мероприятий СМК).

2.7. Экономия материальных затрат при внедрении мероприятий СМК, обеспечивающих безбумажную технологию обработки информации и др.

Выводы

В результате исследования была сформирована структура механизма оценки экономической эффективности СМК на базе метода калькуляции затрат на качество продукции (услуг) (рисунки 1).

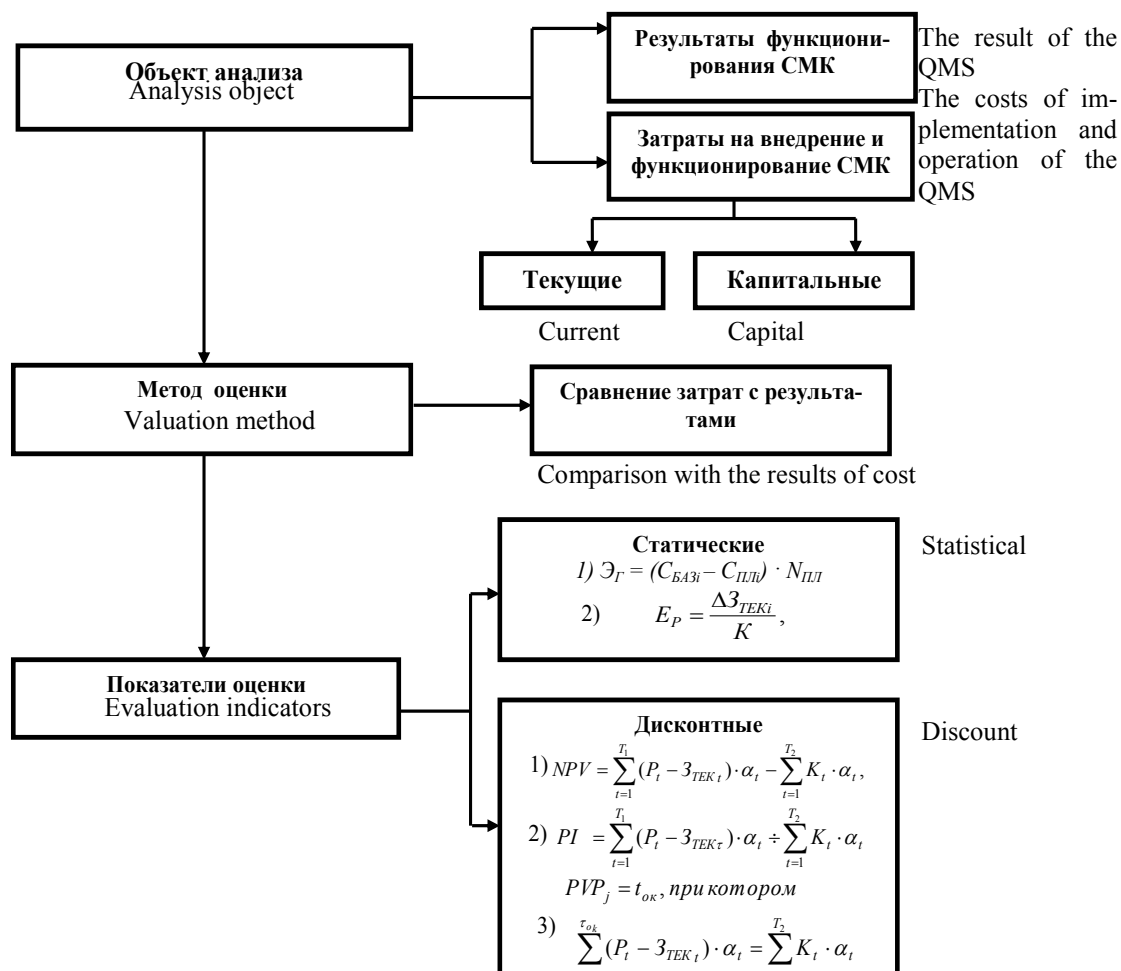


Рисунок 1. Механизм оценки экономической эффективности системы менеджмента качества на базе метода калькуляции затрат на качество продукции (услуг)

Figure 1. The mechanism of evaluation of the economic effectiveness of the quality management system based on the method of calculating the cost of the quality of products (services)

Установлено, что для решения задачи оценки эффективности СМК в рамках предприятия необходимо определить следующее:

— объект оценки (изделие, процедура, процесс, элемент СМК, система менеджмента качества в целом);

— методологию оценки эффективности – концепцию оценки, её условный образ (модель), отображающий существенные свойства системы с точки зрения её эффективности;

— критерии оценки эффективности функционирования СМК (цели непрерывного улучшения, к которым стремится предприятие);

— способ измерения и сравнения показателей эффективности функционирования СМК с критериями эффективности;

— метод оценки и анализа полученных результатов – общие правила, порядок, совокупность приёмов оценки эффективности;

— методику оценки – конкретизированный план действий на основе метода (инструкцию) и описание способа его осуществления (алгоритм);

— инструментарий оценки эффективности систем менеджмента – перечень показателей, программных продуктов [11].

Все вышеперечисленное и составляет, по сути, механизм оценки экономической эффективности СМК.

Объекты оценки выбираются исходя из задач предприятия в области качества, которые необходимо решить в первую очередь.

Количество и содержание критериев в оценке должно быть достаточным для определения того, насколько эффективно или неэффективно функционируют объекты оценки.

Выбор критериев оценки представляет собой сложную задачу и во многом зависит от профессионализма менеджеров. Способ измерения показателей эффективности функционирования объекта оценки и сравнения этих показателей с выбранными критериями зависит от объекта оценки (процедура, процесс, элемент СМК). Измерение показателей и их сравнение с критериями показывает, в какой мере достигнута эффективность функционирования объекта оценки соответствует установленным

критериям. Систематизация и статистический анализ результатов оценки эффективности функционирования объектов выявляет тенденции к улучшению или ухудшению, показывает стабильность или нестабильность процессов.

Заключение

Полагаем, что представленный механизм оценки экономической эффективности СМК может быть использован на отечественных предприятиях для соизмерения затрат и результатов вложений в управление качеством

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Брун М., Георги Д. Управление качеством: затраты и выгоды // URL: www.ptpu.ru/Issues/1_00/19_1_00.htm
- 2 ГОСТ Р ИСО/ТО 10014:2005. Руководство по управлению экономикой качества. Москва Стандартинформ, 2005. 8 с.
- 3 ГОСТ Р ИСО 10014-2008 Руководящие указания по достижению экономического эффекта в системе менеджмента качества. Москва Стандартинформ, 2009. 26 с.
- 4 ГОСТ Р ИСО 9000:2001 Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. Москва ИПК Изд-во стандартов, 2001. 26 с.
- 5 ГОСТ Р ИСО 9001:2001 Системы менеджмента качества. Требования Москва ИПК Изд-во стандартов, 2001. 21 с.
- 6 ГОСТ Р ИСО 9001-2015 Системы менеджмента качества. Требования. 2015
- 7 ГОСТ Р ИСО 9004:2001 Системы менеджмента качества. Рекомендации по улучшению деятельности 2001. Москва ИПК Изд-во стандартов, 46 с.
- 8 Исигава К. Японские методы управления качеством М.: Экономика, 1988. 215 с.
- 9 Карпиков В. Как оценить эффективность функционирования системы качества // URL: www.ptpu.ru/Issues/1_00/19_1_00.htm
- 10 Никитин В. А. Оценка результативности и эффективности корректирующих и предупреждающих действий // Методы менеджмента качества. 2003. № 7. С. 12–16.
- 11 Самогородская М. И. К вопросу оценки эффективности внедрения и функционирования системы менеджмента качества на предприятии // Организатор производства. 2008. № 3. С. 74–77.
- 12 Самогородская М. И. Оценка результативности и эффективности функционирования процессов системы менеджмента качества на предприятии // Организатор производства. 2009. № 1. С. 74–78.
- 13 Самогородская М. И. Экономика качества, стандартизации и сертификации: учеб. пособие Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2009. 220 с.
- 14 Скрипко Л. Е. Результативность и эффективность СМК на российских предприятиях // Известия СПбГУЭФ. 2008. № 1. С. 48–52.
- 15 Скипко Л. Е. Финансовый менеджмент в управлении качеством: учебное пособие СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2012. 214 с.
- 16 Швеиц В. Е. К вопросу определения результативности и эффективности СМК // Методы менеджмента качества. 2004. № 6. С. 44–48.

продукции (работ, услуг). В отличие от предлагаемых рядом авторов балльных механизмов оценки, несущих в себе определенные признаки субъективности, авторский механизм основывается на реальных финансовых показателях работы предприятия. Обращаем внимание на то, что этот механизм должен выстраиваться в соответствии с методом учета, оценки и анализа затрат на качество, который свою очередь определяется применяемой на предприятии методикой классификации затрат на качество.

REFERENCES

- 1 Brun M., Georgi D. Quality management: costs and benefits. Available at: www.ptpu.ru/Issues/1_00/19_1_00.htm (in Russian).
- 2 GOST R ISO/TO 10014:2005 [State standard GOST R ISO/TO 10014:2005] Moscow Standartinform publ., 2005. 8 p. (in Russian).
- 3 GOST R ISO 10014-2008. Rukovodyashchie ukazaniya po dostizheniyu ekonomicheskogo effekta v sisteme menedzhmenta kachestva [State standard RF ISO 10014-2008. Guidelines for achieving the economic effect in the quality management system] Moscow Standartinform publ., 2009. 26 p. (in Russian).
- 4 GOST R ISO 9000:2001 Sistemy menedzhmenta kachestva Osnovnye polozheniya i slovar' [State standard The quality management system fundamentals and vocabulary] Moscow IPK publ., 2001. 26 p. (in Russian).
- 5 GOST R ISO 9001:2001 Sistemy menedzhmenta kachestva Trebovaniya [State standard RF ISO 9001:2001 The quality management system Requirements] Moscow, IPK publ., 2001. 21 p. (in Russian).
- 6 GOST R ISO 9001-2015 Sistemy menedzhmenta kachestva Trebovaniya [State standard RF ISO 9001-2015 The quality management system Requirements] 2015 (in Russian).
- 7 GOST R ISO 9004:2001 Sistemy menedzhmenta kachestva Rekomendatsii po uluchsheniyu deyatelnosti [State standard RF ISO 9004:2001 The quality management system Recommendations for improvement activities] 2001. Moskva IPK publ. 46 p. (in Russian).
- 8 Isikava K. Yaponskie metody upravleniya kachestvom [Japanese quality management methods] Moscow, Ekonomika publ. 1988. 215 p. (in Russian).
- 9 Karpikov V. How to evaluate the effectiveness of quality system. Available at: www.ptpu.ru/Issues/1_00/19_1_00.htm (in Russian).
- 10 Nikitin V. A. Evaluation of the effectiveness and efficiency of corrective and preventive actions. *Metody menedzhmenta kachestva* [Methods of quality management]. 2003. no. 7. pp. 12–16. (in Russian).
- 11 Samogorodskaya M. I. To the question of assessing the effectiveness of implementation and functioning of quality management system at the enterprise. *Organizator proizvodstva* [Organizer of production]. 2008. no. 3. pp. 74–77. (in Russian).

12 Samogorodskaya M. I. The evaluation of the effectiveness and efficiency of the processes of the quality management system at the enterprise. *Organizator proizvodstva* [Organizer of production]. 2009. no. 1. pp. 74–78. (in Russian).

13 Samogorodskaya M. I. *Ekonomika kachestva, standartizatsii i sertifikatsii* [Economics of quality, standardization and certification: textbook allowance] Voronezh, VGTU Publ., 2009. 220 p. (in Russian).

14 Skripko L. E. The effectiveness and efficiency of QMS at the Russian enterprises. *Izvestiya SPbUEF* [News

Of SPbAEP]. 2008. no. 1. pp. 48–52. (in Russian).

15 Skripko L. E. *Finansovyi menedzhment v upravlenii kachestvom: uchebnoe posobie* [Financial management in quality management: a tutorial] St. Petersburg, SPbGUEF publ., 2012. 214 p. (in Russian).

16 Shvets V. E. K the determination of the efficiency and effectiveness of the QMS. *Metody menedzhmenta kachestva* [Methods of quality management]. 2004. no. 6. pp. 44–48. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Александр И. Хорев д. э. н., профессор, зав. кафедрой, кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, al.khorev@gmail.com

Марина И. Самогородская д. э. н., Воронежский государственный технический университет, Московский пр-т 14, г. Воронеж, 394026, Россия,

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Alexander I. Khorev doctor of economic sciences, professor, head of, economic security and financial monitoring department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia, al.khorev@gmail.com

Marina I. Samogorodskaya doctor of economical sciences, Voronezh state technical university, Moscow av. 14, Voronezh, 394026, Russia,

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Александр И. Хорев консультация в ходе исследования
Марина И. Самогородская написала рукопись, редактировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

CONTRIBUTION

Alexander I. Khorev consultation during the study
Marina I. Samogorodskaya wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

ПОСТУПИЛА 02.10.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 14.11.2016

RECEIVED 10.2.2016

ACCEPTED 11.14.2016

Методические аспекты транспарентизации финансовой отчетности строительных организаций

Ольга В. Рожнова¹ orozhnova@mail.ru

Дина А. Атажанова¹ dinochka8686@mail.ru

¹ департамент учета, анализа и аудита, Финансовый ун-т при Правительстве РФ, ул. Ленинградский пр-т, 49, Москва, 125993, Россия

Реферат. В современном обществе в условиях всеобщей информатизации и интеграции экономик информация на рынке является одним из главных товаров. В такой ситуации актуальной для предприятий становятся задача повышения прозрачности информации в финансовой отчетности и о компании в целом. Одной из наиболее сложных в области повышения транспарентности можно считать строительную отрасль, в силу стремления к конфиденциальности и высокой степени коррупции. В статье проанализированы возможные причины, снижающие уровень прозрачности компаний строительной отрасли. В ходе анализа выделены общие и частные причины, которые оказывают влияние на степень прозрачности финансовой отчетности строительных предприятий. Общие причины являются актуальными как для строительства, так и для предприятий любых отраслей, а частные демонстрируют особенности, присущие непосредственно строительству. Также проведен анализ различных методов повышения прозрачности, используемых компаниями различных отраслей во всем мире. В результате анализа выделены внутренние и внешние методы повышения транспарентности информации, представленной в финансовой отчетности и прозрачности строительных предприятий в целом. Внутренние методы осуществляются руководством и персоналом на уровне предприятия, обеспечивая прозрачность финансовой отчетности и нефинансовой информации о предприятии, имеющей интерес для стейкхолдеров. Внешние методы применяются на макроуровне как совместными силами предприятий строительной отрасли, объединяющихся в ассоциации, так и государством. В ходе анализа также рассмотрена возможность использования методов и преимущества и недостатки их применения компаниями российской строительной отрасли.

Ключевые слова: транспарентность, финансовой отчетности, строительство, методы повышения транспарентности,

Methodological aspects transparency financial statements of construction companies

Olga V Rozhnova¹ orozhnova@mail.ru

Dina A. Atazhanova¹ dinochka8686@mail.ru

¹ department of accounting, account analysis and audit, Financil university under the Government of the Russian Federation, 49 Leningradsky av., Moscow, 125993, Russia

Summary. In modern society, in terms of general information and integration of the economies, information is one of the main market products. There is becoming urgent task of improving financial statement transparency for enterprises in this situation. One of the most challenging in improving transparency can be considered the construction industry, because of the pursuit of privacy and a high degree of corruption. The paper analyzes the possible reasons for reducing the level of transparency in the construction industry companies. The paper highlighted the general and particular causes that affect the transparency of financial reporting of construction enterprises. Common causes are relevant for companies in any industry, and private causes show features characteristic of the construction itself. In addition, the paper analyzes the various methods of increasing the transparency used by companies all over the world. The analysis highlighted the internal and external methods for improving the transparency of financial statements and transparency of construction companies. Leadership and employees at the enterprise level providing transparency of financial reporting, and non-financial information about the company, having interest to stakeholders, carry out internal methods. External methods are applied at the macro level as the joint forces of the enterprises of the construction industry to form associations and the state. The analysis also considered the possibility of using these methods by the Russian construction companies and advantages and disadvantages of their application.

Keywords: transparency, financial report, construction, transparency improving methods

Введение

В современных условиях развития экономики актуальной становится задача повышения конкурентоспособности хозяйствующих субъектов за счет обеспечения их открытости, ведущей к возрастанию доверия к ним со стороны стейкхолдеров. Открытость достигается путем

транспарентизации как внешней, так и внутренней среды предприятия. Один из главных элементов этого процесса – транспарентизация финансовой отчетности, которая подразумевает под собой некую совокупность последовательных действий, направленных на формирование и доведение до сведения любых заинтересованных лиц информации, позволяющей

Для цитирования

Рожнова О. В., Атажанова Д. А., Методические аспекты транспарентизации финансовой отчетности строительных организаций // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 386–390. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-386-390

For citation

Rozhnova O. V., Atazhanova D. A., Methodological aspects transparency financial statements of construction companies. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 386–390. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-386-390

составить им полное и адекватное представление обо всех аспектах деятельности компании [1].

Наиболее сложным, по нашему мнению, можно считать осуществление процесса транспарентизации финансовой отчетности предприятий строительной отрасли. В то же время нельзя не согласиться с Т.С Изновой в отношении того, что постоянное повышение транспарентности отчетности необходимо экономическому субъекту для повышения эффективности управления своим репутационным риском [2]. Отметим, что транспарентность необходима организациям любых отраслей и видов деятельности. Например, исследуя транспарентность в банковской системе, А.Саркисянц приходит к выводу, что транспарентность представляет собой «важный нематериальный актив, позволяющий наиболее прозрачным банкам привлекать более дешевое финансирование на международных рынках капитала» [3].

Причины непрозрачности строительной отрасли

Для предприятий строительной отрасли это особенно важно. С одной стороны, она является «локомотивом» развития экономики» [4] и находится в центре внимания большого количества заинтересованных лиц, для которых она работает, а также тех, кто работает в ней, что изначально подразумевает представление прозрачной информации о компании для привлечения инвесторов и укрепления доверия клиентов. С другой стороны, строительство связано с большим количеством различных мошенничеств, совершенных строительными организациями, а также является одной из наименее информационно открытых секторов экономики, что подтверждают нам данные исследования корпоративной прозрачности РРС за 2015 год, по которым представители отечественной строительной отрасли составили 2,5% (18) из 729 исследуемых компаний¹.

Сложность транспарентизации отчетности строительных компаний, по нашему мнению, обусловлена не только очень низким уровнем прозрачности компаний, но в большей степени рядом следующих причин:

- ориентированность финансовой отчетности на требования законодательства и потребности налоговых органов;
- отсутствие в МСФО, РСБУ ясно описанного понятия прозрачности и принципов, на которых она может быть основана;

- отсутствие в России общепризнанных методик получения транспарентной информации, в том числе оценки ее уровня.

- присущая отрасли конфиденциальность (раскрытие информации воспринимается как проявление слабости или преднамеренный информационный вброс);

- длительность цикла получения готовой продукции и возможность изменений в экономике за этот период, в учете, прежде всего – многократное изменение бухгалтерских оценок;

- изменчивость рыночных показателей, присущая современной экономике в целом и строительной отрасли в частности;

- имеющаяся привычка к фальсификации отчетной информации и сокрытию экономической сущности операций в своих целях (например, для снижения налогового бремени, желания выиграть тендер) и приукрашивание отчетности для инвесторов, что отрицательно сказывается на эффективности фондового рынка;

- наличие большого количества бюрократических препятствий для получения разрешений на строительство, значительные затраты на «решение бюрократических вопросов»;

- затратность формирования отчетности в формате МСФО (являющейся более транспарентной), например, в связи с принятием МСФО 15 «Выручка по договорам с клиентами» возникает необходимость анализа больших объемов информации, вследствие чего, собственник вынужден либо брать на себя ответственность как составитель отчетности, либо пользоваться услугами сторонних организаций, которые являются в достаточной мере дорогостоящими;

- имеющаяся в отрасли коррупция, которая произрастает как из несовершенства федеральных законов, и муниципальных правил, регулирующих строительный бизнес, так и не в достаточной мере, приближенных к транспарентности российских стандартов. Так, в соответствии с Bribe Payers Index (индекс взяткодателей) за 2011 Россия по коррумпированности занимала одно из первых мест в мире. Такая проблема, конечно, имеется не только в России. Согласно отчету, Global Construction 2020 к 2020 году ожидаемые доходы от строительства в мире достигнут 12 триллионов долларов, что составит около 13% мирового ВВП, и около 10% отрасль теряет в расходах вследствие коррумпированности [5].

¹ URL: <http://transparency2015.downstream.ru/#/ru/1358>

Методы транспарентизации

Как было сказано выше, одной из причин сложности транспарентизации является отсутствие конкретных методик и способов транспарентизации, подходящих для отечественной строительной отрасли и учитывающих их специфику. Нами был проведен анализ существующих в различных источниках методов и способов обеспечения транспарентности финансовой

отчетности экономических субъектов, и выделены наиболее подходящие, по нашему мнению, для экономических субъектов строительной отрасли. Все методы можно подразделить по масштабу проведения: внутренние, которые используются на уровне предприятия, и внешние – воздействующие на прозрачность отрасли. Они представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Методы повышения транспарентности строительных компаний

Table 1.

Methods of transparency improving of construction companies

Внутренние методы Internal methods	Внешние методы External methods
Подготовка отчетности в соответствии с МСФО (в том числе МСФО для МСП) Preparation of statements in accordance with IFRS (including IFRS for SMEs)	Создание ассоциаций, регулирующих транспарентность организаций в различных аспектах их деятельности Establishment of associations for regulating organizations' transparency in various aspects of their activity
Использование раскрытий в рамках национальных стандартов Disclosures under the national standards	Участие в различных объединениях (Construction Sector Transparency Initiative (CoST)) Participation in various unions (Construction Sector Transparency Initiative (CoST))
Бенчмаркинг Benchmarking	Повышение прозрачности тендеров на строительство Increasing the transparency of tenders for the construction
Размещение всей доступной информации на сайте компаний и мониторинг доступности информации для стейкхолдеров Disposing on the company's website all available information and monitoring the availability of information to stakeholders	Снижение бюрократических барьеров Decreasing of the bureaucratic barriers
Изменение подхода к обмену информацией внутри компании (философия открытости) Change of approach to the exchange of information between employees (philosophy of transparency)	Борьба с коррупцией Anti-corruption drive
Использование IT-технологий для ведения строительного проекта в течение всего периода производства (enterprise project portfolio management (EPPM)) Using IT technologies for conducting construction projects during the entire production period (enterprise project portfolio management (EPPM))	Использование институциональных подходов на уровне государства (Seoul's Clean Construction System) Using of institutional approaches at the state level (Seoul's Clean Construction System)
Создание центра транспарентности на предприятии Development of transparency center in the company	

Одним из наиболее доступных способов повышения уровня транспарентности отчетности, безусловно, является подготовка отчетности в соответствии с МСФО, в том числе МСФО для МСП, которые ориентированы на принципы транспарентности. Однако, в силу высоких затрат на формирование отчетности – МСФО, не все компании строительной отрасли готовы использовать эти стандарты.

В таких случаях возможно использование раскрытий в рамках национальных стандартов, поскольку этот способ позволяет представлять пользователям дополнительную информацию, необходимую экономическому субъекту для повышения транспарентности без изменения системы учета и привлечения новых сотрудников.

Раскрытие информации должно иметь адресную основу, информация должна распространяться в соответствии с потребностями различных аудиторий.

В целях достижения высокой транспарентности своей отчетности компании могут использовать бенчмаркинг, т. е. ориентироваться на имеющиеся примеры транспарентной отчетности и наиболее транспарентные компании [1]. Этот метод сложен в применении по причине отсутствия в российской строительной отрасли высокотранспарентных компаний, низкой степени доступности информации, а также специфичности отрасли, вследствие чего компании других отраслей не могут служить примером.

Еще один способ повысить степень прозрачности предприятия заключается в размещении на сайте всей информации о компании, представляющей интерес для стейкхолдеров. Его достоинством в условиях всеобщей информатизации являются невысокие затраты на создание и ведение сайта компании, привлечение целевой аудитории, а также возможность интерактивного общения с заинтересованными лицами и осуществление мониторинга ситуации на рынке. Официальный сайт для отечественных компаний строительной отрасли является первым шагом для обеспечения открытости и доступности, однако, их стремление к конфиденциальности в значительной степени снижает положительный эффект от его наличия.

Эта ситуация подводит нас к еще одному методу, не требующему особых вложений, – изменению подхода к обмену информацией внутри компании, при котором руководству необходимо выстроить корпоративную культуру таким образом, чтобы ее неотъемлемой частью являлось стремление к прозрачности.

Использование IT-технологий и специализированных программ для автоматизации строительства также может оказать влияние на прозрачность строительной отрасли, так как программное обеспечение объединяет в себе всю информацию по строительному объекту начиная с создания проекта и заканчивая контролем ситуации непосредственно на объекте.

Как один из способов повышения прозрачности предприятия, руководство может создать такую управленческую структуру, как отдел (центр) транспарентизации, отвечающий за формирование актуальной для стейкхолдеров информации, отвечающей всем требованиям прозрачности. Безусловно, этот способ в большей степени подходит для крупных строительных компаний. Небольшие же компании могут делегировать отдельные функции отделу внутреннего контроля.

Для обеспечения прозрачности информации и предприятия в целом на микроуровне можно выделить еще множество методов, применение которых зависит от различных факторов и условий, в которых предприятие осуществляет свою деятельность. Однако, отечественной строительной отрасли, по нашему мнению, в обязательном порядке требуется вмешательство государства для осуществления процесса транспарентизации на отраслевом уровне.

На макроуровне строительные предприятия совместными силами могут создавать ассоциации для регулирования и контроля прозрачности организаций и контроля за соблюдением норм и принципов прозрачности. Возможно также участие в международных и многонациональных объединениях, таких как, например, Construction Sector Transparency Initiative (CoST), действующая в 15 странах мира и направленная на улучшение общественного доступа к информации по планированию, реализации и контролю за выполнением проектов строительства, а также на верификацию достоверности и полноты этой информации [6].

В свою очередь, со стороны государства меры по транспарентизации строительной отрасли должны включать: борьбу с коррупцией, снижение бюрократических барьеров, в частности, путем исключения дублирующих процедур в документообороте, обеспечение высокой степени прозрачности проводимых тендеров. Кроме того, на макроуровне возможно использование и адаптация для российской строительной отрасли новых технологических и институциональных подходов. Примером может служить система борьбы с коррупцией в строительном секторе, применяемая Республикой Корея – Seoul's Clean Construction System, который включает в себя единую информационную систему управления проектами (One-PMIS), обновляющуюся в реальном времени, а также систему раскрытия информации в строительстве («Allimi»), доступную для всех заинтересованных пользователей.

Заключение

Рассмотрев различные методы обеспечения прозрачности компаний в строительной отрасли, можно сделать вывод о возможности повышения прозрачности финансовой отчетности предприятия и отрасли в целом, используя как внутренние ресурсы компании, так и взаимодействуя с государством. Однако, этот процесс должен осуществляться предприятием постепенно, прежде всего руководству строительной компании необходимо сформировать собственную политику транспарентизации, положения и методы которой будут соответствовать ее целям стратегии развития на текущем этапе деятельности компании. Со стороны государства необходимо создание благоприятных условий для улучшения инвестиционного климата в строительстве, что, по нашему мнению, подразумевает создание плана транспарентизации отрасли и популяризации идеи прозрачности информации о строительных компаниях.

ЛИТЕРАТУРА

1 Рожнова О. В., Игумнов В. М. Методические аспекты формирования прозрачной финансовой отчетности организации // Известия МГТУ «МАМИ». 2013. Т. 5. № 1. С. 176–180.

2 Изнова Т. С. Направления повышения прозрачности корпоративной отчетности в целях управления репутационным риском в отношениях со стейкхолдерами компании // Аудитор. 2014. № 7 (233). С. 50–58.

3 Саркисянц А. Информационная открытость банков: современная практика // Бухгалтерия и банки. № 10. 2013.

4 Атажанова Д. А. Проблема взаимообусловленности прозрачности строительной отрасли и инвестиционного климата регионов // Научные труды вольного экономического общества России. 2016. Т. 198. С. 347–351.

5 Global Construction 2020 URL: <https://www.worldcement.com/the-america/25082011/global-construction-2020/>

6 Korea's 'Clean Construction System' for enhancing transparency in public construction shared with Ukraine URL : http://www.undp.org/content/seoul_policy_center/en/home/presscenter/articles/2016/06/23/korea-s-clean-construction-system-for-enhancing-transparency-in-public-construction-shared-with-ukraine-0.html

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Ольга В. Рожнова д.э.н., профессор, департамент учета, анализа и аудита, Финансовый ун-т при Правительстве РФ, ул. Ленинградский пр-т, 49, Москва, 125993, Россия, orozhnova@mail.ru

Дина А. Атажанова аспирант, департамент учета, анализа и аудита, Финансовый ун-т при Правительстве РФ, ул. Ленинградский пр-т, 49, Москва, 125993, Россия, dinochka8686@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Ольга В. Рожнова консультация в ходе исследования
Дина А. Атажанова написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 13.11.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 01.12.2016

REFERENCES

1 Rozhnova O. V., Igumnov V. M. Methodological aspects of forming the transparent financial reporting of the organization *Izvestiya MGTU "MAMI"* [Proceedings of the MSTU "MAMI"]. 2013. V. 5. no. 1. pp. 176–180. (in Russian).

2 Iznova T. S. Ways of increasing the transparency of corporate reporting in order to reputation risk management in relations with stakeholder's company *Auditor* [Auditor]. 2014. no. 7 (233). pp. 50–58. (in Russian).

3 Sarkisyants A. Information transparency of banks: modern practices. *Bukhgalteriya i banki* [Accounting and banking]. no. 10. 2013. (in Russian).

4 Atazhanova D. A. The problem of the interdependence of transparency of the construction industry and investment climate of the regions. *Nauchnye trudy vol'nogo ekonomicheskogo obshchestva Rossii* [Proceedings of the free economic society of Russia]. 2016. V. 198. pp. 347–351. (in Russian).

5 Global Construction 2020 Available at: <https://www.worldcement.com/the-america/25082011/global-construction-2020/>

6 Korea's 'Clean Construction System' for enhancing transparency in public construction shared with Ukraine Available at: http://www.undp.org/content/seoul_policy_center/en/home/presscenter/articles/2016/06/23/korea-s-clean-construction-system-for-enhancing-transparency-in-public-construction-shared-with-ukraine-0.html

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Olga V Rozhnova doctor of economic science, professor, department of accounting, account analysis and audit, Financial university under the Government of the Russian Federation, 49 Leningradsky av., Moscow, 125993, Russia, orozhnova@mail.ru

Dina A. Atazhanova graduate student, department of accounting, account analysis and audit, Financial university under the Government of the Russian Federation, 49 Leningradsky av., Moscow, 125993, Russia, dinochka8686@mail.ru

CONTRIBUTION

Olga V Rozhnova consultation during the study
Dina A. Atazhanova wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 11.13.2016

ACCEPTED 12.1.2016

Проблемы и возможности совершенствования концепции сбалансированного развития бизнес-организаций

Юрий А. Саликов¹ saural@rambler.ru

¹ кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия

Реферат. В настоящее время понятие «развитие», пройдя сложный путь своей эволюции, широко распространилось в научных кругах, сфере государственного управления, многочисленных международных организациях и политических объединениях. В силу этого выявление, изучение и обоснование ключевых свойств процесса организационного развития, по нашему мнению, носит фундаментальный характер и представляет собой одну из приоритетных задач научных исследований в области экономики и менеджмента. В соответствии с результатами, полученными при выполнении исследования, к числу важнейших атрибутов организационного развития следует отнести свойство сбалансированности, с помощью которого может быть обеспечен стабильный характер работы организации. В общем виде сбалансированность характеризует гармоничность и уравновешенность системы по всем её составляющим. При этом методологической основой сбалансированности как объекта научных исследований является диалектический характер дихотомических проявлений в развивающейся системе, что в свою очередь предполагает наличие принципиально важных противоречий. В статье изучены наиболее важные и распространенные в теории менеджмента дихотомические варианты, а также представлены практические примеры дихотомических противоречий, требующих сбалансированного подхода по приоритетным сферам деятельности промышленного предприятия. С помощью представленных примеров и на основе мнения известных специалистов доказано, что учёт требований к сбалансированности процессов и элементов организации как социально-экономической системы позволяет более адекватно отражать реальную ситуацию, сопоставлять альтернативные варианты и принимать качественные управленческие решения, обосновывать и формировать приоритеты бизнес-деятельности, минимизировать риски и противоречивость при формировании и реализации стратегических и тактических целей.

Ключевые слова: организационное развитие, сбалансированное развитие бизнес-организаций, свойства развития, дихотомические особенности развития, сбалансированность

Challenges and opportunities to improve the concept of the balanced development of business organizations

Yuri A. Salikov¹ saural@rambler.ru

¹ economic security and financial monitoring department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia

Summary. Currently, the concept of “development”, having passed a difficult way of evolution, is widely spread in scientific circles, government administration, numerous international organizations and political associations. The identification, study and justification of the key properties of the organizational development process, in our opinion, is fundamental and constitutes one of the priorities of scientific research in Economics and management. In accordance with the results obtained during the performed studies, the most important attributes of organizational development should include the property balance, which can be ensured stable operation of the organization. In General, the balance characterizes the harmony and balance system for all its constituents. Methodological basis of the balance as the object of research is the dialectical nature of dichotomous manifestations in the evolving system, which in turn implies the existence of fundamental contradictions. In this article, the most important and common in management theory binary options and also provides examples of dichotomous contradictions that require a balanced approach in the priority areas of activity of the industrial enterprise. With the use of examples and based on the opinion of renowned experts proved that the requirements to balance the processes and elements of the organization as a socio-economic system allows to more adequately reflect the real situation, to compare alternatives and make the appropriate management decisions, to justify and to shape the priorities of the business activities, to minimize risks and contradictions in the formation and implementation of strategic and tactical goals.

Keywords: organizational development, balanced development of business organizations, property development, dichotomous characteristics of development, balance

Введение

В настоящее время влияние категории «развитие» весьма велико в теоретическом и в практическом отношении. Пройдя сложный путь эволюции, понятие «развитие» широко распространилось в научных кругах, сфере государственного управления, многочисленных

международных организациях и политических объединениях, разных слоях общества. В силу своей необычайной значимости, объёмности и многогранности данная категория стала за последние 50–60 лет ключевой в научной, политической, социальной и экономической лексике.

Для цитирования

Саликов Ю. А. Проблемы и возможности совершенствования концепции сбалансированного развития бизнес-организаций // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 391–403. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-391-403

For citation

Salikov Yu. A. Challenges and opportunities to improve the concept of the balanced development of business organizations. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 391–403. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-391-403

Использование понятия "развитие" часто выступает в качестве своеобразного теста и косвенно свидетельствует о компетентности и знании современных реалий [14].

В сложных рыночных условиях деятельность бизнес-организаций предполагает не только стремление к выживанию, но, что не менее важно, постоянное внимание к вопросам своего дальнейшего эффективного развития. Специфика функционирования и высокая экономическая значимость бизнес-организаций обусловили необходимость методологических, методических и практических разработок в области организационного развития. Однако результаты анализа различных научных подходов, положений и концепций наглядно показывают, что до настоящего времени единую, стройную и логичную теорию развития бизнес-организаций, несмотря на множество предпринимаемых попыток, разработать не удалось, а среди специалистов в этой области научных исследований отсутствует единство мнений относительно характера и особенностей процесса организационного развития.

Таким образом, по мере возрастания рыночной конкуренции становится всё более актуальной проблема поиска и эффективного использования нового управленческого инструментария, учитывающего ситуативные особенности складывающейся реальности и способного повысить эффективность работы организаций без существенных дополнительных затрат. Одним из таких инструментов управления современным предприятием является подход, основанный на концепции «организационного развития» (Organisation Development – OD).

Зародившись лишь в начале второй половины XX века, концепция OD быстро распространилась в бизнес-сообществе. Уже к концу 70-х годов расходы американских компаний на программы организационного развития по оценкам специалистов составляли сотни миллионов долларов. В 80-е годы методы OD получили достаточно широкое распространение в корпоративной практике управления. В частности, организацией и проведением подобных программ были заняты свыше 9 тыс. специалистов. К 2000 г. их число примерно утроилось, и один специалист по OD приходился уже на 12 тысяч всех занятых.

Вместе с тем до настоящего времени, несмотря на длительное и постоянное использование, данная концепция не получила своего окончательного оформления и продолжает дополняться, углубляться и изменяться.

Все большее распространение данная концепция приобретает и в отечественной бизнес-практике. Таким образом, быстрое и масштабное распространение этого подхода не только свидетельствует о его высокой практической востребованности, но также требует анализа и дальнейшего совершенствования его научно-методического обеспечения.

Задачи и методика исследования

Основными задачами выполненного исследования состояния современных теоретических и прикладных разработок в области развития бизнес-организаций являлось:

1. проведение ретроспективного анализа научных разработок, которые внесли наиболее заметный вклад в формирование современных представлений о процессе развития организации, а также об управлении данным процессом;
2. изучение терминологических особенностей процесса организационного развития;
3. выявление факторов, способствующих и препятствующих процессам стабильного развития бизнес-организаций;
4. исследование концептуальных особенностей процесса развития бизнес-организаций;
5. обоснование и описание новых свойств и особенностей развития с помощью соответствующего методологического базиса;
6. формирование рекомендаций по дальнейшим исследованиям в конкретной научной области.

Основной рабочей гипотезой в настоящем исследовании являлось то, что до настоящего времени в современном менеджменте не создана в необходимом объёме соответствующая теоретическая база, поэтому при дальнейших научных изысканиях следует опираться на тот методологический фундамент, который носит объективный и диалектический характер и сформировался в других научных направлениях. К числу таких научных направлений, на наш взгляд, относятся философия, а также инженерные науки (включая информатику), где в достаточной мере наработаны важные научно-методические положения, связанные с устойчивым развитием технических и информационных систем. При этом диалектические основы, позволяющие рассматривать исследуемые проблемы в их постоянной взаимосвязи, движении и развитии, могут служить методологической и методической платформой для проведения научных исследований в области организационного развития и, в частности, при выявлении особенностей современного процесса управления развитием бизнес-организации.

Для выполнения поставленных задач исследования использовался комплексный научный инструментарий, который, в частности, включал в себя диалектические законы, гносеологические методы, метод научной абстракции. При получении научных результатов применялись следующие прикладные методы: экспертных оценок, анкетирования, аналитический, абстрактно-логический, обобщения и синтеза, расстановки приоритетов, сравнения, наблюдения. Теоретическую и методологическую основу исследования составили труды зарубежных и российских учёных в области стабильного и устойчивого развития бизнес-организаций, публикации в учебной литературе и периодических изданиях, материалы научно-практических конференций, сведения интернет.

Характеризуя современный методический и методологический комплекс исследований в области развития бизнес-организаций, следует отметить, что основная часть концептуальных положений сформулирована на эмпирическом базисе и практическом опыте и требует дальнейшего научного осмысления и обоснования. Данные положения соответствуют фундаментальным основам системного, ситуационного, процессного, функционального и других научных подходов, активно используемых в современных областях управления. Указанные научные подходы весьма положительно себя зарекомендовали в качестве приоритетного методического инструментария. Они позволили обеспечить существенное научное приращение опыта и знаний как в сфере управления организационными изменениями, так и в сфере организационного развития в целом. Однако авторский анализ особенностей и значимости данных подходов показал, что их методологический потенциал к настоящему времени во многом себя исчерпал и представляется достаточно ограниченным [15]. При этом, несомненно, остаётся актуальным применение методического арсенала, накопленного поколениями предшествующих исследователей в рамках системного подхода.

Таким образом, для методического и методологического обеспечения дальнейших перспективных научных исследований в области менеджмента в сложившихся условиях представляется целесообразным наряду с совершенствованием инструментального базиса научных подходов делать упор в проводимых исследованиях на диалектические и системные основы процессов, протекающих в рамках бизнес-организации.

Основная часть

С современных позиций развитие наиболее часто рассматривается как направленное и необратимое изменение объектов, основанное на существующих законах и закономерностях. Результатом развития является новое качественное состояние объекта изменений, предполагающих наличие научно обоснованного управления, способного вырабатывать адекватные цели развития и обеспечивать их реализацию. Организационное развитие в общем виде представляет собой совокупность целенаправленных процессов, с помощью которых человеческие ресурсы изучаются, идентифицируются, вовлекаются в различные сферы общественного производства и развиваются путями и способами, повышающими как в целом организационный потенциал социально-экономических субъектов, так и их способность планировать свою деятельность, самостоятельно видеть и разрешать, возникающие проблемы. Принципиальная идея концепции ОД состоит в том, чтобы добиться устойчивого позитивного роста предприятия не за счет отдельных импульсов и воздействий, а на основе продолжительной и систематически реализуемой стратегии. Такая стратегия должна строиться и реализовываться посредством сочетания внешних усилий (учет передового опыта развития и достижений науки, приглашение консультантов и др.) и внутренних ресурсов предприятия.

Однако, как показывает ретроспективный анализ библиографических источников, к такому пониманию объекта исследования специалисты пришли далеко не сразу. Классические научные положения, касающиеся сущности и особенностей процесса развития, изначально носили выраженный философский характер и разрабатывались, главным образом, применительно к проблемам макросубъектов, включая общество, государство, политику и экономику в целом. Лишь за несколько последних десятилетий существенно возросло внимание исследователей к вопросам развития на уровне бизнес-организации, в результате чего появилось новое это научное направление.

Принято считать, что первые работы по ОД относятся к концу 50-х годов, однако основные черты концепции были сформулированы в США лишь в 60–70 годы, при этом содержание ОД понималось достаточно узко, а первоначальной идеей концепции было стремление помочь людям сообща регулировать культуру организации так, чтобы достигать целей

и намерений организации и одновременно продвигать вперед человеческие ценности. Так, по мнению ряда авторов, включая Bennis W.G. (1969 г.), Miles R.E. (1975 г.), Huse E.F. (1980 г.) и др., OD предполагало определённую программу, стратегию или совокупность действий по осуществлению внутриорганизационных изменений, касающихся, прежде всего, поведенческих аспектов и направленных на повышение эффективности функционирования организации [19, 21, 22]. Более подробная характеристика представлений различных специалистов о содержании и целевой направленности организационного развития на этом этапе представлена в таблице 1.

Для последующего этапа формирования концепции стал характерен более широкий научный взгляд, в соответствии с которым исследователи стали обращать внимание на необходимость учёта не только поведенческих, но и других важных факторов развития организации. Например, в разработанном Международной ассоциацией консультантов (при участии Portsmouth Consulting Group) перечне принципов и ценностей процесса развития, указывается, что OD – это эффективный метод в демократическом обществе, включающий открытость; контроль своих действий; диалог между людьми, обладающими одинаковой властью и стремящимися к выработке решений и разработке новых направлений.

В то же время, многие авторы, в частности, Р. Бекхард (Beckhard R.A., 1989 г.), Дж. Поррас и Р. Силверс (Porras J.I. & Silvers R.C., 1991 г.), акцентировали внимание на важности организационных процессов, а исследователи Т. Дил и А. Кеннеди (Deal T.E. & Kennedy A.A., 1999 г.), Э. Шайн (Schein E.N., 1999 г.) и другие отводили решающую роль организационной культуре [18, 20, 23]. На необходимость достижения баланса и соответствия между такими факторами, как стратегия, структура, культура и организационные процессы, указывают в своих работах И. Адизес (Adizes I., 1988), П. Дракер (Drucker P.F., 2002), Т. Питерс и Р. Уотермен (Peters T.J. & Waterman R.H., 2004) и др. [1, 5, 12].

Таким образом, достигнутые значительные результаты дают достаточно развёрнутую и подробную картину процесса организационного развития. Однако сложность объекта изучения и отсутствие единства представлений среди авторитетных специалистов обуславливают необходимость совершенствования концепции

OD на основе поиска и обоснования других важных особенностей процесса развития бизнес-организаций в динамично изменяющейся внешней среде.

С точки зрения практической деятельности современной бизнес-организации процесс OD принято характеризовать как стратегию организации, базирующуюся не только на идеях, связанных с организационной культурой и групповой динамикой, но и на концептуальных положениях, связанных с планированием и осуществлением организационных изменений [3]. При реализации такой стратегии на практике возникает множество трудностей, препятствующих её осуществлению. Известный консультант по OD Вадим Галка выделяет 2 основных группы таких трудностей: проблемы управления общего организационного характера и проблемы, стоящие перед специалистами по OD. К первой группе, по мнению специалиста, относятся [2]:

- недостаточная приверженность изменениям менеджеров всех уровней и линейных менеджеров в особенности;

- неадекватное стратегическое планирование; где не учитывается, что OD является весьма долгосрочным процессом;

- высшее руководство стремится быстро навести порядок, но результаты ОР трудно выразить количественно;

- OD не согласовано с формальными системами развития человеческих ресурсов (например, премий, развития карьеры, обучения и т. д.);

- OD требует много времени на то, чтобы оценить и понять, как его следует осуществлять;

- OD сводится к комплексу сложных обучающих мероприятий, осуществляемых последовательно на всех уровнях организации.

Вторая группа проблем включает [2]:

- необходимость внесения ясности и достижение понимания того, что представляет собой ОР (даже сам этот термин может трактоваться неправильно, создавая впечатление о развитии структуры организации);

- необходимость предвидения вполне обоснованного сопротивления изменениям и разработка соответствующих мероприятий по его преодолению;

- необходимость совершенствования навыков управления изменениями путем обучения как в системах организации, так и вне ее;

- необходимость институционализации изменений в рамках эффективной и целостной стратегии развития человеческих ресурсов.

Таблица 1.

Table 1.

Анализ содержания и целевой направленности организационного развития

Analysis of the content and targeting of organizational development

Авторы подходов Authors of the approaches	Отличительные признаки Features	Целевая направленность Targeting	Средства реализации Means of implementation
Р. Бекхард	целенаправленная работа, осуществляемая высшим руководством purposeful work carried out by senior management	увеличение эффективности и жизнеспособности организации increase the efficiency and viability of the organization	планируемые изменения организационных процессов; «интервенции» или запланированные вмешательства в процессы организации; использование знаний и методов науки о поведении и науки управления planned changes in organizational processes; "Intervention" or planned interventions in the organization of processes; the use of knowledge and scien- tific methods of the behavior and management science
V. Беннис	ответ на изменения; комплекс- ная образовательная стратегия response to changes; comprehensive educational strategy	лучшая адаптация к новым технологиям, рынкам; возможность творчески генерировать форму изменений better adaptation to new technologies and mar- kets; the ability to generate creative shape changes	изменения верований, отношений, норм, ценностей; структурирование организации changes in beliefs, atti- tudes, norms and values; structuring of the organization
М. Бир	«пакет» теорий, ценностей, стратегий и техник "package" of theories, values, strat- egies and techniques	развитие и создание новых организационных решений; развитие способности организации к само- обновлению и самовозрождению development and creation of new organizational solutions; the develop- ment of the organization's ability to self-renew	достижение соответствия между оргструктурами, процессами, стратегией, людьми и культурой achieving consistency between the organizational structures, processes, strategy, people and culture
К. Боумен и Д. Эш	долгосрочная программа вме- шательства в социальные про- цессы long-term intervention program in social processes	повышение эффективности организации improving the efficiency of the organization	принципы и практические подходы поведенческих наук; ориентация на изменения установок и поведение людей principles and practices of behavioral sciences; focus on systems change and human behavior
V. Бурк	планируемый процесс измене- ния организационной культуры planned process of change of organizational culture	увеличение организационной эффективности и индивидуальное развитие increase organizational performance and individual development	применение технологий, исследований и теории поведенче- ских наук the use of technology, research and theories of be- havioral sciences
П. Вэйл	организационный процесс; процесс для улучшения процес- сов organizational process; pro- cess for process improvement	понимание и улучшение любых и всех самостоятельных процессов в организации, которые могут быть развиты; рассмотрение и представление любых задач и любых объ- ектов understanding and improving any and all independent processes in the organization, which may be developed; review and submission of any problems, and any object	планируемые изменения процессов, протекающих в организа- ции planned change processes taking place in the organization

Т. Каммингс и С. Ворлей	система применения знаний поведенческих наук system is the application of knowledge of behavioral sciences	повышение организационной эффективности improving organizational effectiveness	планирование развития; пересмотр организационных стратегий, структур и процессов development planning; review of organizational strategies, structures and processes
Международ- ная ассоциа- ция консуль- тантов	эффективный метод в демокра- тическом обществе effective method in a democratic society	выработка решений и разработка новых направлений development of solutions and the development of new directions	открытость; контроль действий; диалог между людьми openness; control activities; dialogue between people
Д. Поррас и П. Роберт- сон	набор научно обоснованных теорий, ценностей, стратегий и техник a set of science-based theories, values, strategies and techniques	проведение планируемого изменения работы органи- зации для достижения индивидуального развития и улучшения организационного поведения carrying out planned changes in the organization in order to achieve personal development and improving organiza- tional behavior	изменение и перестройка членами организации рабочего поведения change and restructuring of the working mem- bers of the organization behavior
V. Роуланд- сон	стратегия вмешательства intervention strategy	осуществление плановых изменений implementation of the planned changes	групповые процессы и культура организации group processes and culture of the organization
V. Френч и С. Белл	долговременная работа long-term work	усовершенствование процессов решения проблем и обновления в организации process improvement solutions of problems and updates in an organization	эффективное совместное регулирование культурных постулатов организации; особое внимание к культуре внутри формальных рабочих групп; агент перемен, или катализа- тор; применение теории науки о поведении; исследование действием effective regulation of joint cultural tenets of the organization; special attention to the culture in formal working groups; change agent or catalyst; application of the theory of science of the behavior; action research
Р. Шмук и М. Майлс	планируемое, длительное непрерывное усилие приме- нения знаний поведенческих наук the planned, long-term continu- ous use of force is the knowledge of behavioral sciences	улучшение системы system improvement	рефлексия; методы самоанализа reflection; methods of self-examination

Обобщая содержание различных исследований, проводимых в этой области, можно констатировать, что изменения являются не только важной особенностью, но и неизбежной необходимостью организационного развития. В современной управленческой литературе можно нередко встретить с цитированием высказывания Гераклита 2500-летней давности, которое сегодня представляется не менее актуальным, чем в прежние времена: «Неизменны только перемены». Эта цитата в различных трактовках приводится, например, в работах ведущих специалистов в области развития бизнес-организаций П. Дракера, Т. Питерса, К. Бланчарда и др. Таким образом, изменения составляют смысл развития организации и представляют собой определённый процесс возникновения и проявления новых черт, свойств и элементов в организации как социально-экономической системе. Успешное осуществление изменений повышает потенциал развития организации и способствует росту её конкурентоспособности на рынке. При этом из широкой массы возможных изменений к процессу развития следует отнести лишь такие, которые связаны с обновлением организации как системы, её структурного и функционального содержания.

Ретроспективный анализ научных работ в этой области исследования показывает, что под каким бы углом зрения ни рассматривалась понятие «развитие», оно так или иначе непосредственно фокусируется на проблеме изменений. Как было отмечено выше, наиболее часто развитие с современных позиций характеризуется как направленное и необратимое изменение материальных и идеальных объектов, основанное на существующих законах и закономерностях. Это определение однозначно выделяет 3 важнейших атрибута, обязательное и постоянное проявление которых является исключительной характеристикой процесса развития и отличает развитие от множества других эволюционных и революционных изменений. Действительно, обратимость изменений свойственна лишь процессам функционирования, направленным на постоянное и циклическое воспроизведение системы функций; отсутствие закономерности характерно для случайных явлений катастрофического типа; а при нарушении свойства направленности изменений процесс развития лишается характерного для себя единства, внутренней упорядоченности, взаимосвязанности и последовательности, в результате чего система перестаёт быть таковой [9].

Указанные три атрибута процесса развития как объекта научного исследования, являются доминантными и не вызывают сомнения среди специалистов. Вместе с тем, по нашему мнению, данные свойства, несмотря на их фундаментальную значимость, нельзя считать исчерпывающими для такого сложного объекта познания, как развитие. Соответственно, выявление новых дополнительных свойств и особенностей процесса развития, их идентификация и обоснование следует отнести к важной перспективной научной задаче, имеющей существенную теоретическую и практическую значимость.

Очевидно, что перманентный характер осуществления изменений, их бесконечная череда и спонтанность не могут всецело способствовать успешному функционированию бизнес-организации как системы, но могут стать критическим разрушительным фактором для неё. Следовательно, устойчиво развивающаяся система, чтобы быть таковой, требует поддержания стабильности своего функционирования, однако, такая стабильность не должна тормозить или сковывать процессы изменений и развития. Если система станет абсолютно стабильной, то это приведёт её к догме, стагнации и, в итоге, к прекращению своего существования. Таким образом, возникает конкретное диалектическое противоречие: развитие системы должно быть стабильным и не должно быть таковым одновременно. Разрешение этого противоречия может указывать, по нашему мнению, на новые дополнительные важные свойства процесса развития.

В теории систем принято считать, что в стабильном состоянии система самосохраняется, если происходящие в ней изменения не носят активного системоразрушающего характера. Однако на практике существуют системы с различной степенью стабильности, при этом высокая степень стабильности обуславливает жёсткую сопротивляемость изменениям (как внутри, так и вне системы), а также минимальную способность адаптироваться к меняющимся внешним и внутренним условиям. Применительно к бизнес-организациям как социально-экономическим системам проблема обеспечения стабильности в процессе их деятельности носит важный характер и связана с решением не только тактических, но и стратегических задач. Теория и практика организационного развития, базируясь соответственно на изучении и осуществлении изменений, определяют сам процесс развития весьма

неоднородным, нестабильным и непоследовательным, но в то же время детерминированным и целеориентированным. Следовательно, развитие социально-экономических систем в целом логично рассматривать как определённый результат закономерного диалектического взаимодействия совокупности целого ряда условий, факторов, или объектов, противоречивых по своей природе, направленности и содержанию.

В связи с этим представляется обоснованным и необходимым при рассмотрении особенностей развития учитывать роль и значение такой важной философской категории, как дихотомия. Понятие «дихотомия» (от греч. *dicha* + *tome*, что буквально означает разделение надвое) неразрывно связана с понятием «система». Данная сентенция широко известна в различных сферах научного знания, включая информатику, биологию, астрономию, политологию и др., где она означает диалектическое (системное) единство двух противоположностей, составляющих в совокупности общее целое.

С середины XX века, когда усилилось влияние психологических знаний на менеджмент, этот термин стал иногда применяться в управленческой литературе, в частности, применительно к популярным в то время теориям «Х» и «У» Дугласа Мак-Грегора, а также концепции стилей руководства, базирующейся на поведенческом подходе. Впоследствии дихотомическая точка зрения стала также актуальной в научном споре о возможностях и значимости двух альтернативных процессов централизации и децентрализации в системе управления. В настоящее время это понятие имеет достаточно ограниченное распространение в менеджменте и фактически не используется в отношении сути, методов и механизмов управления. Причиной такой ситуации является ограниченность или отсутствие диалектического понимания сложных событий и явлений, характерных для экономических и управленческих процессов как совокупности двух наиболее важных, но противоположных по своей направленности, элементов системы.

Вместе с тем, в практике управления бизнесом с дихотомическими проявлениями приходится сталкиваться регулярно, при этом от того, насколько успешно менеджеры принимают решения по возникающим противоречивым проблемам дихотомического характера, во многом зависит успех деятельности организации и её подразделений. Эффективность и

результативность таких решений определяются масштабом и глубиной использования системных, внутрисистемных и надсистемных переходов.

На рисунке 1 в качестве примера схематично представлены дихотомические противоречия, которые наиболее часто возникают в рыночной деятельности промышленного предприятия. Данные противоречия определены по результатам анкетирования руководителей среднего и высшего уровней ряда региональных промышленных предприятий пищевой промышленности (г. Воронеж). При анкетном опросе, в частности, выявлено, что проблемы сбалансированности актуальны не только внутри функциональных сфер деятельности анализируемых предприятий, но и между самими функциональными сферами. Так, в силу несбалансированности организационных процессов по оценкам менеджеров затраты их сил и времени на решение проблем финансового менеджмента примерно в 2 раза меньше, чем на решение производственных проблем, а проблемы персонал-менеджмента требуют почти в 3 раза больше усилий, чем проблемы производственного характера.

Возвращаясь к вопросам стабильного развития социально-экономических систем, следует с учётом их объективных дихотомических особенностей отметить необходимость рассмотрения в диалектическом единстве совокупности двух противоречивых требований к исследуемому процессу. Любая бизнес-организация существует в определённой рыночной среде, которая условно разделяется на внешнюю и внутреннюю среды. При этом внутренняя среда организации предполагает максимальную стабильность всех протекающих процессов вплоть до ригидного состояния, а внешняя среда, как основной источник динамичных и глубоких изменений, возможность обеспечения стабильности сводит к минимуму.

Стремясь к ожидаемым результатам реализации тактических и стратегических планов, руководство бизнес-организацией должно искать пути наиболее рационального решения возникающих противоречий на системной основе с помощью сбалансированного подхода. Известно, что в случае, когда предпринимается попытка существенного улучшения какого-либо параметра или элемента системы, в этой системе закономерно возникает другой параметр или элемент, который неизменно ухудшается.

Общеорганизационная сфера Organization-wide scope		
Удовлетворённость достигнутым положением дел Satisfaction reached the state of affairs	⇔	Высокие риски принятия и реализации стратегических решений High risks of making and implementing strategic decisions
Децентрализация управления Decentralization	⇔	Экономия ресурсов, эффективность и оперативность принимаемых решений Saving resources, the effectiveness and efficiency of decisions
Диверсификация производственной деятельности Diversification of production activities	⇔	Распыление ресурсов, повышение затрат, усложнение системы управления Spraying resources, increasing costs, complexity management
Создание интеграционных структур (кластеров, холдингов и др.) Creation of integration structures (clusters, holdings, etc.).	⇔	Возрастание риска потери собственности (полностью или частично) The increase in the risk of loss of property (wholly or partly)
Необходимость проведения активных организационных изменений The need for active organizational changes	⇔	Активность сопротивления изменениям со стороны персонала Active resistance to change on the part of staff
Обеспечение экономической безопасности в деятельности организации Ensuring economic security in the organization	⇔	Дополнительные существенные затраты, усложнение технологических процедур за счёт повышенного контроля, проверок Additional significant costs, complexity of technological processes at the expense of increased monitoring, inspections
Сфера сбыта и маркетинга The scope of sales and marketing		
Реализация продукции Sales of products	⇔	Уровень дебиторской задолженности The level of accounts receivable
Коммуникационная и рекламная политика Communication and advertising policy	⇔	Информационная безопасность и защита от конкурентов Information security and protection from competitors
Повышение/снижение цены Increase / decrease in prices	⇔	Снижение / повышение объёмов продаж Decrease/increase in sales volumes
Активное влияние на потребителя Active influence on the consumer	⇔	Жёсткие ответные действия конкурентов Hard responses competitors
Экономия затрат в работе с поставщиками и покупателями Cost savings in working with suppliers and customers	⇔	Нестабильность экономических отношений и повышение рисков Instability ekonomicheskikh relations and increasing risks
Производственная сфера Production scope		
Снижение себестоимости продукции Reduction of the cost	⇔	Повышение качества продукции и удовлетворённости потребителей Improved product quality and customer satisfaction
Снижение себестоимости продукции Reduction of the cost	⇔	Затраты на соблюдение высоких экологических требований The cost of compliance with the highest environmental requirements
Снижение себестоимости продукции Reduction of the cost	⇔	Затраты на инновационную деятельность The cost of innovation
Остановка производства необходима для модернизации Stopping production is necessary for the modernization	⇔	Остановка производства приводит к прямым экономическим потерям Stopping production results in direct economic losses
Возможности технологического процесса Process capabilities	⇔	Требования внешней среды The requirements of the environment
Обеспечение стабильного качества выпускаемой продукции	⇔	Высокие затраты на систему управления качеством, сопротивление переменам со

Ensuring a stable product quality	стороны персонала The high costs of quality management system, resistance to change on the part of staff
Возможности технологического процесса Process capabilities	⇔ Требования внешней среды The requirements of the environment
Финансовая сфера Financial sphere	
Необходимость инвестиций и капитализации The need for investment and capitalization	⇔ Текущие интересы акционеров Current interests of shareholders
Потребность в финансовых ресурсах The need for financial resources	⇔ Сложные условия и возможности их привлечения Difficult conditions and the possibility of their involvement
Рентабельность организации Profitability of the organization	⇔ Критический объем (спад) производства Critical volume (decline) of production
Высокая потребность в финансах (инвестициях) High demand for finance (investment)	⇔ Низкая платежеспособность Low solvency
Ограниченность средств бюджета The limited budget	⇔ Необходимость усиления безопасности The need to enhance security
Повышение прибыли Increase in profits	⇔ Затраты на социальные программы и благотворительность Expenditures on social programs and charity
Сфера персонал-менеджмента The scope of personnel management	
Текучесть кадров и временная занятость персонала Turnover and employment of temporary staff	⇔ Экономическая и информационная безопасность Economic and Information Security
Потребность в квалифицированном персонале The demand for qualified staff	⇔ Возможности по оплате труда Opportunities for wage
Отдача персонала Giving staff	⇔ Повышенные затраты на мотивацию Increased costs for motivation
Цели организации The objectives of the organization	⇔ Цели работников workers Objectives
Условия труда Working conditions	⇔ Результативность работы персонала The effectiveness of staff
Повышение лояльности Increase Loyalty	⇔ Внедрение программ профессионального и социального развития персонала Implementation of programs of social and professional development of staff

Рисунок 1. Основные дихотомические противоречия промышленной бизнес-организации по сферам её деятельности

Figure 1. Basic dichotomous contradictions of industrial business organizations in the spheres of its activities

Следовательно, сбалансированный подход к развитию организационных процессов должен обеспечивать одновременно максимальные улучшения состояния системы за счёт изменений одних параметров или элементов, а также минимальные или даже отсутствующие ухудшения, вызываемые вынужденным сопутствующим изменением других параметров или элементов развивающейся системы.

Сбалансированность в общем виде означает гармоничность, уравновешенность системы по всем её составляющим. Данная сентенция образована от слова «баланс» (франц. *balance* – весы), которое, в свою очередь, имеет латинское происхождение (лат. *bilanx* – имеющий две весовые чаши). В современном понимании выражение «баланс» отражает метод изучения тех или иных экономических явлений путём сопоставления или противопоставления показателей, характеризующих разные стороны этих явлений [10]. Такое понимание практически полностью соответствует рассмотренным выше положениям относительно системных дихотомических проявлений.

Вместе с тем, согласно общепринятому мнению, под понятием «баланс» может также подразумеваться определённая группа (система) показателей, которые в своей совокупности характеризуют паритетное соотношение или равновесие в каком-либо изменяющемся процессе или явлении. Это понятие является основой широко известной концепции сбалансированной системы показателей BSC (*Balanced Scorecard*), предполагающей механизм обеспечения гармонизации стратегических решений с текущими задачами компании [6, 11]. Успешное распространение этой концепции по сути послужило началом и побудительной причиной формирования актуального научного направления в экономике и менеджменте, связанного с исследованиями проблем обеспечения сбалансированного развития бизнес-организаций.

К важным научным предпосылкам формирования концепции сбалансированного развития наряду с работами П. Нивена, Р. Каплана и Д. Нортон следует отнести широко известную книгу «Миссия возможного, или как стать компанией мирового класса» [2]. В этой работе авторы отмечают, что в случае альтернативы направлять усилия на улучшение существующего положения дел или на создание новой ситуации, необходимо делать и то, и другое одновременно. При этом следует поддерживать стабильный баланс между постоянством и новшествами, так как и то, и другое

одинаково очень важно и не может существовать в отдельности. Аналогичного подхода придерживается и Стивен Кови в своём бестселлере [7], где убедительно с помощью соответствующих примеров обосновывает необходимость поддержания устойчивого баланса между процессом рутинного функционирования бизнес-организации и процессом её перспективного развития.

Среди научных работ, проводимых российскими учёными в последние годы в области сбалансированного развития, следует выделить наметившуюся тенденцию к переходу с системного на подсистемный уровень организации как объекта научного исследования. В отличие от традиционного направления, связанного с изучением общеорганизационных проблем (например, сбалансированности внешней и внутренней среды, сбалансированности экономической и социальной политики и др.), новая тенденция направлена на исследование внутриорганизационных аспектов. К числу таких аспектов можно отнести проблемы сбалансированного управления развитием организации, проблемы сбалансированности производственной и маркетинговой деятельности, сбалансированности экспорта и импорта, а также сбалансированности инновационной и инвестиционной деятельности [13, 16 и др.]. При этом, как отмечается в таких работах, сбалансированный характер инновационной и инвестиционной деятельности бизнес-организаций требует поиска эффективных механизмов, направленных на формирование необходимых инвестиционных ресурсов для осуществления целенаправленной инновационной политики.

Заключение

Путём обобщения опыта научных исследований в области ОД установлено, что в настоящее время отсутствие единства мнений среди специалистов относительно направленности и содержания развития является сдерживающей причиной в изучении других важных аспектов, включая особенности этого процесса. По нашему мнению, к важнейшим концептуальным особенностям процесса развития следует отнести его сбалансированность. Методологической основой этого свойства является диалектический характер дихотомических проявлений в развивающейся системе.

Учёт требований к сбалансированности процессов и элементов бизнес-организации как социально-экономической системы позволяет более адекватно отражать реальную ситуацию, сопоставлять альтернативные варианты и принимать качественные управленческие решения,

обосновывать и формировать приоритеты бизнес-деятельности, минимизировать риски и противоречивость при формировании и реализации стратегических и тактических целей.

Исходя из вышесказанного, можно заключить, что сбалансированность следует рассматривать не только как требование к текущему функционированию современной организации, но, главным образом, как важнейшее свойство процесса её долгосрочного устойчивого развития. Главным содержанием этого свойства является направленность на поиск путей и возможностей гармоничного сочетания противоречивых явлений, ситуаций или параметров, которые неизбежно возникают в процессах развития бизнес-организации и управления этим развитием.

Полученные результаты показывают, что дальнейшие научные исследования в рассматриваемой области должны быть связаны

с выявлением других важных особенностей сложного процесса развития бизнес-организации, совершенствованием моделей Л. Грейнера, К. Бланчарда и Т. Вэгхорна, И. Адизеса и др., формированием соответствующих механизмов управления сбалансированным развитием, а также с активным использованием математического инструментария для описания особенностей процесса развития. Кроме того, дальнейшие исследования в области управления сбалансированным развитием бизнес-организацией, по нашему мнению, должны носить также сбалансированный характер: эти исследования в равной мере должны быть направлены как на концептуальные общеорганизационные аспекты, формирующие теоретические и методологические основы, так и на выделение конкретных дихотомических альтернатив с последующей целью их рационального прикладного применения.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Адизес И. Управление жизненным циклом корпорации СПб: Питер, 2007. 384 с.
- 2 Бланчард К., Вэгхорн Т. Миссия возмозногоили как стать компанией мирового класса Челябинск: "Урал LTD", 1998. 292 с.
- 3 Галка В. Метод Организационного Развития // Материалы конференции "Менеджмент сегодня". Издательский дом Гребенникова. URL: <http://www.grebennikov.ru>.
- 4 Гончарук В. А. Развитие предприятия. М.: Дело, 2000. 208 с.
- 5 Друкер П. Ф. Задачи менеджмента XXI века М.: Издательский дом "Вильямс", 2000. 272 с.
- 6 Каплан Р., Нортон Д. Сбалансированная система показателей. От стратегии к действию М: Издательство Олимп-Бизнес, 2014. 314 с.
- 7 Кови С. Р. 7 навыков высокоэффективных людей: Мощные инструменты развития личности М: Альпина Паблишер, 2007. 205 с.
- 8 Кохановский В. П., Золотухина В. П., Фатхи Т. Б. Философия науки учеб. изд. 2-е Ростов н/Д: "Феникс", 2003. 448 с.
- 9 Кубра М. Управленческое консультирование М.: СП "Интерэксперт", 1992. 319 с.
- 10 Лопатников Л. И. Экономико-математический словарь: словарь современной экономической науки М: Дело, 2003. 520 с.
- 11 Нивен П. Сбалансированная система показателей. Шаг за шагом: максимальное повышение эффективности и закрепление полученных результатов Днепропетровск. Баланс Бизнес Букс, 2004. 328 с.
- 12 Питерс Т. Дж., Уотерман Р. Х. В поисках совершенства: Уроки самых успешных компаний Америки М.: Издательский дом "Вильямс", 2005. 560 с.
- 13 Полозова А. Н. Стратегическое управление развитием промышленных организаций. М.: Изд-во МАИ, 2003. 464 с.
- 14 Саликов Ю. А. Системно-функциональное развитие менеджмента промышленных предприятий и его инструментария (теория, методология, практика) [Текст]: дис. ... докт. экон. наук: 08.05.00 / Саликов Ю. А. Воронежская государственная технологическая академия. Воронеж, 2008.

- 15 Саликов Ю. А. Анализ научно-методических подходов к изучению и совершенствованию менеджмента // Воронеж Вестник ВГУ, Серия Экономика и управление. 2004. № 2. С. 179–184.
- 16 Соблиров А. А. Сбалансированность в корпоративном управлении. М.: Изд-во РАГС, 2009.
- 17 Шейн Э. Организационная культура и лидерство СПб: Питер, 2007. 336 с.
- 18 Beckhard R., 1989. A model for the executive // Management of transformational change. ISBN: 0-553-26814-7, 259 с.
- 19 Bennis W.G., 1969. Organisation Development: It's Nature. Origins, and Prospects Reading, MA: Addison-Wesley.
- 20 Deal T.E. & Kennedy A.A., 1999. The new corporate cultures. New York Perseus. ISBN: 0738203807, 312 с.
- 21 Huse E.F., 1980. Organization Development and change (2nd edition). Minnesota: West Publishing Co. ISBN: 0324260601, 270 с.
- 22 Miles R.E., 1975. Theories of Managment: Implications for Organization Behaviour and Development. New York: McGraw-Hill.
- 23 Porras J.I., Silvers R.C. Organization development and transformation // Annual Review of Psychology. 1991. № 42. С. 51–78.

REFERENCES

- 1 Adizes I. Upravlenie zhiznennym tsiklom korporatsii [Lifecycle management of the Corporation] St Petersburg, Piter publ. 2007. 384 p. (in Russian).
- 2 Blanchard K., Vegkhorn T. Missiya vozmognogoili kak stat' kompaniei mirovogo klassa [Mission vozmognogo how to become a world class company] Chelyabinsk, "Ural LTD" publ. 1998. 292 p. (in Russian).
- 3 Galka V. A Method Of Organizational Development. Materialy konferentsii "Menedzhment segodnya". Izdatel'skii dom Grebennikova. URL: <http://www.grebennikov.ru> (in Russian).
- 4 Goncharuk V. A. Razvitie predpriyatiya [The development of the company] Moscow, Delo publ. 2000. 208 p. (in Russian).
- 5 Druker P. F. Zadachi menedzhmenta XXI veke [The objectives of the management of the XXI century] Moscow, Vil'yams publ., 2000. 272 p. (in Russian).

6 Kaplan R., Norton D. Sbalansirovannaya sistema pokazatelei Ot strategii k deistviyu [Balanced scorecard From strategy to action] Moscow, Olimp-Biznes publ., 2014. 314 p. (in Russian).

7 Kovi S. R. 7 navykov vysokoeffektivnykh lyudei: Moshchnye instrumenty razvitiya lichnosti [7 habits of highly effective people: Powerful tools of personality development] Moscow, Al'pina publ., 2007. 205 p. (in Russian).

8 Kokhanovskii V. P., Zolotukhina V. P., Fatkhi T. B. Filosofiya nauki [Philosophy of science textbook. Second ed] Rostov on Don, Feniks publ. 2003. 448 p. (in Russian).

9 Kubra M. Upravlencheskoe konsultirovanie [Management consulting] Moscow, Intereksper publ., 1992. 319 p. (in Russian).

10 Lopatnikov L. I. Ekonomiko-matematicheskii slovar': slovar' sovremennoi ekonomicheskoi nauki [Economics and mathematics dictionary: dictionary of modern economic science] Moscow, Delo publ., 2003. 520 p. (in Russian).

11 Niven P. Sbalansirovannaya sistema pokazatelei Shag za shagom: maksimal'noe povyshenie effektivnosti i zakreplenie poluchennykh rezul'tatov [Balanced scorecard step by Step: maximizing the effectiveness and retention] Dnepropetrovsk Balans Biznes Buks publ., 2004. 328 p. (in Russian).

12 Piters T.Dzh., Uoterman R.Kh. V poiskakh sovershenstva: Uroki samykh uspeshnykh kompanii Ameriki [In search of excellence: Lessons from the most successful companies in America] M.: Vil'yams publ., 2005. 560 p. (in Russian).

13 Polozova A. N. Strategicheskoe upravlenie razvitiem promyshlennykh organizatsii [Strategic development management of industrial organizations] Moscow, MAI publ., 2003. 464 p. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Юрий А. Саликов д. э. н. профессор, кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия, saural@rambler.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Юрий А. Саликов написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 30.09.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 04.11.2016

14 Salikov, Yu.A. Systemic-functional management development of industrial enterprises and its tools (theory, methodology, practice) PhD Thesis 08.05.00. Voronezh state technological Academy. Voronezh, 2008.

15 Salikov Yu. A. Analysis of scientific-methodological approaches to the study and improvement of management. *Voronezh Vestnik VGU, Seriya Ekonomika i upravlenie* [Voronezh proceedings of VSU, Series Economics and management]. 2004. no. 2. pp. 179–184. (in Russian).

16 Soblirov A. A. Sbalansirovannost' v korporativnom upravlenii [Balance in corporate governance] Moscow, RAGS publ., 2009. (in Russian).

17 Shein E. Organizatsionnaya kul'tura i liderstvo [Organizational culture and leadership] St Petersburg, Piter publ., 2007. 336 p. (in Russian).

18 Beckhard R., 1989. A model for the executive. Management of transformational change. ISBN: 0-553-26814-7, 259 p.

19 Bennis W.G., 1969. Organisation Development: It's Nature. Origins, and Prospects Reading. MA: Addison-Wesley.

20 Deal T.E. & Kennedy A.A., 1999. The new corporate cultures. New York Perseus. ISBN: 0738203807, 312 p.

21 Huse E.F., 1980. Organization Development and change (2nd edition). Minnesota: West Publishing Co. ISBN: 0324260601, 270 p.

22 Miles R.E., 1975. Theories of Managment: Implications for Organization Behaviour and Development. New York: McGraw-Hill.

23 Porras J.I., Silvers R.C. Organization development and transformation // Annual Review of Psychology. 1991. no. 42. pp. 51–78.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Yuri A. Salikov doctor of economical sciences, professor, economic security and financial monitoring department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia, saural@rambler.ru

CONTRIBUTION

Yuri A. Salikov wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The author declare no conflict of interest.

RECEIVED 9.30.2016

ACCEPTED 11.4.2016

Исследование репутационных рисков при проведении аудита

Марина Н. Волкова	¹	mn.volkova@yandex.ru
Павел В. Самойлов	²	sampavel@mail.ru
Елена А. Шубина	³	gea0209@mail.ru
Светлана С. Саламова	⁴	sllonn2013@yandex.ru

¹ кафедра экономики и экономической безопасности, Воронежский филиал РЭУ им. Г.В. Плеханова, ул. К. Маркса, д. 67 а,

² Воронеж, 394030, Россия

³ кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г.

⁴ Воронеж, 394066, Россия

кафедра управления социально-экономическими системами и бизнес-процессами, Воронежский филиал РЭУ им. Г.В. Плеханова, ул. К. Маркса, д. 67 а, Воронеж, 394030, Россия

кафедра менеджмента, Воронежский филиал РЭУ им. Г.В. Плеханова, ул. К. Маркса, д. 67 а, Воронеж, 394030, Россия

Реферат. Введение международных санкций и формирование жесткой конкуренции среди предприятий на российском рынке и связанной с этой необходимостью оценки их репутационного риска (РС), непосредственно влияющих на стоимость деловой репутации компании является весьма актуальной. В статье представлены основные РС. Российских предприятий, которые необходимо анализировать в процессе проведения аудита. Дано определение «репутационный риск», который представляет собой вызов вследствие возникших проблем, связанных с определенными нормами экономической безопасности. В настоящее время в экономической науке отсутствуют глубокие исследования, посвященные управлению РС коммерческих структур. Приведен перечень главных рисков у российских предприятий, таких как мошенничество, финансовые проблемы, банкротство, утечка информации, судебные иски, нарушение законодательства и трудовые споры, обвинения в отмывании денег, уклонение от уплаты налогов. Сделан вывод о том, что возникновение хотя бы одного из РС неизбежно вызовет поэтапное возникновение всех остальных. А также представлена схема взаимосвязи РС. Согласно представленной схеме, определены РС, которые возникают при финансовых проблемах у предприятия. Определено, что самыми значительными РС являются уклонение от уплаты налогов, нарушение законодательства и трудовые споры, обвинения в отмывании денег и судебные иски. Управление этими рисками должно иметь стратегический характер. Стратегический характер в управлении можно достичь с помощью реализации эффективной маркетинговой коммуникационной политики. В политику управления рисками необходимо внести обязательный пункт – проведение аудита с расчетом и анализом РС. Составлена схема действий, необходимых для управления РС.

Ключевые слова: аудит, анализ, риск, репутационный риск, взаимосвязь репутационных рисков

Study reputational risk in an audit

Marina N. Volkova	¹	mn.volkova@yandex.ru
Pavel V. Samoilov	²	sampavel@mail.ru
Elena A. Shubina	³	gea0209@mail.ru
Svetlana S. Salamova	⁴	sllonn2013@yandex.ru

¹ department of economics and economic security, Plekhanov Russian University of Economics, Voronezh branch, 67-a, K. Marcsa str., 394030, Russia

² department of economic security and financial monitoring, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia

³ department of management of socio-economic systems and business processes, Plekhanov Russian University of Economics, Voronezh branch, 67-a, K. Marcsa str., 394030, Russia

⁴ department of management, Plekhanov Russian University of Economics, Voronezh branch, 67-a, K. Marcsa str., 394030, Russia

Summary. The introduction of international sanctions and the formation of intense competition among companies in the Russian market and the related need to assess their risk of reputation that directly affect the value of the goodwill of the company is very important. The article presents the main reputational risks Russian enterprises, which need to be analyzed in the course of the audit. The definition of "reputational risk", which is a challenge due to the problems associated with certain norms of economic security. Currently in economics there are no deep research on managing reputational risks of commercial structures. Is a list of the main risks for Russian companies, such as fraud, financial problems, bankruptcy, information leaks, lawsuits, violating the legislation and labor disputes, allegations of money laundering, tax evasion. It is concluded that the occurrence of at least one of reputational risks will inevitably lead to the gradual emergence of the rest. As well as a diagram the relationship reputational risks. Under the present scheme, identified reputational risks that arise in the financial problems of the enterprise. It was determined that the most significant reputational risks are tax evasion, violation of the law and labor disputes, allegations of money laundering and lawsuits. These risks are managed should have a strategic character. The strategic nature of the management can be achieved through the implementation of effective marketing communication policy. The risk management policy should be made a compulsory item - audit of the calculation and analysis of reputational risk. Compiled scheme of action needed to reputational risk.

Keywords: auditing, analysis, risk, reputational risk, reputational risk relationship

Для цитирования

Волкова М.Н., Самойлов П.В., Шубина Е.А., Саламова С.С. Исследование репутационных рисков при проведении аудита // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 404–409. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-404-409

For citation

Volkova M. N., Samoilov P. V., Shubina E. A., Salamova S. S. Study reputational risk in an audit. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 404–409. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-404-409

Введение

Проведение аудита в современных условиях должно перейти на более высокую ступень и не ограничиваться проверкой каких-то «заезженных действий». На данном этапе проведение аудита не должно расцениваться как завершённый этап без оценки определенных рисков для предприятий. Одним из таких рисков должен быть репутационный риск (РС).

Любая организация может оказаться на грани потери ликвидности из-за ущерба деловой репутации.

Репутация – это невидимый актив, с помощью которого идет основное восприятие организации окружающими контрагентами и экономической средой.

1.1 Понятие и классификация репутационных рисков

Репутационный риск – это вызов вследствие возникших проблем, связанных с определенными нормами экономической безопасности.

В настоящее время в экономической науке нет глубоких исследований, посвященных управлению РС коммерческих структур. Попытки были сделаны различными учеными [5, 6]. Например, Д.Э. Евановичем, который в своей работе сделал попытку описать метод оценки эффективности управления РС субъекта инновационной деятельности [6, с. 9].

Е.В. Григорьев деловую репутацию рассматривает как имидж, а репутационные характеристики определять на основе результатов фокус-групповых исследований [8].

В.С. Симанков и А.С. Юрченко выделяют категорию информационного риска, на основании установления экономического смысла этого понятия и анализа существующих рисков. Выделяют и сопоставляют понятия информационного и РС [12].

И. Сташкевич пошёл дальше и описал понятие «репутационный риск», приведя еще и классификацию РС, а также несколько пошаговых технологий противодействия данным рискам, минимизации их последствий со стороны организации [10, с. 44].

По нашему мнению, чтобы предприятиям выжить в современных условиях, при проведении исследований необходимо изучать этот вопрос не только с теоретической стороны, но и с практической, как делают это в других странах.

На Западе, по данным экспертов, 70–80% рыночной стоимости приходится именно на бренд, интеллектуальный капитал. Это происходит, потому, что средства массовой информации, общественные организации

многочисленны и значительно более независимы, чем в России.

Но нигде в экономической литературе не рассматриваются РС с учетом национальных особенностей. Ни для кого не секрет, что в России оценки коммерческих организаций достаточно низкие, роль нематериальных активов «на нуле», а доверие в бизнесе – это дефицит.

Даже Банк России рекомендует организациям вырабатывать свои специфические принципы управления риском потери деловой репутации и изучать влияние различных факторов делового риска на потери деловой репутации и на деятельность организации в целом.

Федеральный закон «О противодействии легализации (отмыванию) доходов, полученных преступным путем, и финансированию терроризма» от 07.08.2001 № 115-ФЗ (действующая редакция, 2016) обязывает широкий круг финансовых структур определять цели финансово-хозяйственной деятельности, а также деловой репутации клиентов [1].

Как показывает сложившаяся ситуация в мире, перечень главных рисков у российских предприятий немного и реакция потребителей на них также отличается.

Репутационные риски для российских предприятий следующие (рисунок 1):

- мошенничество;
- финансовые проблемы, банкротство;
- утечка информации;
- судебные иски;
- нарушение законодательства и трудовые споры;
- обвинения в отмывании денег;
- уклонение от уплаты налогов.

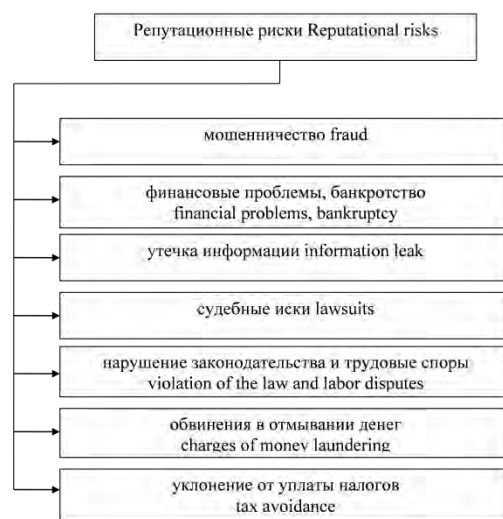


Рисунок 1. Классификация репутационных рисков для российских предприятий

Figure 1. Classification of reputational risks for Russian companies

Взаимосвязь всех вышеперечисленных рисков представлена на рисунке 2.

Согласно представленной схеме, мы видим, что в левом верхнем углу стоит «уклонение от уплаты налогов», которое возникает при финансовых проблемах у предприятия. Как правило, финансовые проблемы и банкротство, ведут судебным искам, связанных чаще всего с обвинениями в отмывании денег.

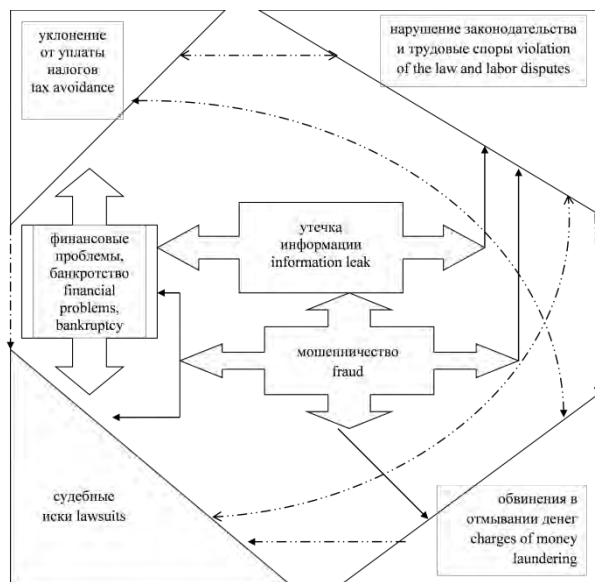


Рисунок 2. Схема взаимосвязи репутационных рисков
Figure 2. Scheme of the relationship of reputation risks

К обвинениям в отмывании денег ведут всякого рода мошенничества, которое в нашей структуре находится в центре. Мошенничество также может привести к финансовым проблемам и банкротству, судебным искам и влечет за собой нарушение законодательства и даже трудовые споры.

К трудовым спорам также может привести и утечка информации.

Из представленной схемы мы видим, что самыми значительными РС являются уклонение от уплаты налогов, нарушение законодательства и трудовые споры, обвинения в отмывании денег и судебные иски.

Из этой схемы видно, что эти четыре риска тесно взаимосвязаны друг с другом и один может вытекать из другого. Например, обвинение в отмывании денег может привести к судебным искам. Уклонение от уплаты налогов также приведет к судебным искам. Кроме того, уклонение от уплаты налогов является нарушением законодательства. А трудовые споры могут привести к судебным искам. Нарушение законодательства может привести к обвинению в отмывании денег через уклонение от уплаты налогов.

Из выше uvedenного можно сделать вывод о том, что возникновение хотя бы одного из РС неизбежно вызовет поэтапное возникновение всех остальных. О многих проблемах финансового характера и рисках организаций мы узнаем из средств массовой информации.

1.2 Управление репутационными рисками

Герасимов В., утверждает, что средства массовой информации не влияют на репутацию организации, однако, делает акцент на том, что репутационные риски волнуют директора любой коммерческой структуры, деятельность которой широко обсуждается в СМИ [4, с. 12].

Через СМИ чаще всего происходит утечка информации. За ее утечку приходится очень дорого расплачиваться. Например, федеральная резервная система США оштрафовала инвестиционный банк Goldman Sachs на 36,3 млн долл. по делу об утечке конфиденциальной государственной информации. ФРС также собирается оштрафовать бывшего топ-менеджера Goldman Sachs Джозефа Джампьеро за незаконное использование секретных данных и навсегда запретить ему работать в банковской сфере за незаконное использование секретных данных ФРС. Ведомство также потребовало от Goldman Sachs принять меры, чтобы не допустить подобных утечек конфиденциальной информации в будущем. Скандал вокруг Goldman Sachs разгорелся в 2014 году, когда бывший сотрудник ФРС Джейсон Гросс признался в передаче конфиденциальной информации банкиру Goldman Sachs Рохиту Бансале.

На этом примере мы видим, что репутационный риск данной организации в 2016 г. имеет тенденцию к быстрому снижению.

В связи с этим необходимо РС рассматривать во взаимосвязи с управлением данным риском.

Управление этими рисками должно иметь стратегический характер. С этой точки зрения процесс управления рисками рассматривается Я.С. Матковской, Е.Г. Гузиной, Д.Д. Даева, С.В. Перевозчиковой, Д.И. Зверевой [9, с 2].

И так, они утверждают, что стратегического характера в управлении можно достичь с помощью реализации эффективной маркетинговой коммуникационной политики. Предметом их изучения стали вопросы формирования и поддержания положительного имиджа и высокого уровня деловой репутации.

Сложность управления РС обусловлена следующими факторами. С одной стороны,

возникновение новых задач, свойственных организации. С другой стороны, обострение проблем, приобретение ими иного качества по сравнению со стационарным режимом работы менеджера [13, с. 204].

О.Н. Кораблева рассматривает проблемы управления РС и обосновывает целесообразность интегрированного подхода к риск-менеджменту в рамках единой системы корпоративного управления [8, с. 55].

Н.А. Бизянихин, в своей статье рассмотрел внешние и внутренние факторы, целевые группы корпоративной аудитории, формы корпоративных конфликтов. И на основе этого предложил ряд коррелированных рисков и факторов для построения конгитивной карты модели управления РС [3, с. 747].

В свою очередь, А.Г. Бадалова и М.О. Коробко предложили оригинальную концептуальную модель управления РС промышленного предприятия, разработанную на основе выявленных десяти важнейших принципов управления [2, с. 115].

Т.С. Изнова утверждает, что эффективное управление РС достигается через совершенствование раскрытия информации в корпоративной отчетности [12, с. 50].

Однако для управления репутационными риском необходимо (рисунок 3):

- выявить причины повышения значимости РС для предприятия;
- провести критический анализ существующих методик управления РС и разработать методику, приемлемую для предприятия;
- разработать политику управления РС, в которой можно рассмотреть все вышеперечисленные аспекты.

В политику управления рисками необходимо внести обязательный пункт – проведение аудита с расчетом и анализом РС.

Сейчас в российском законодательстве есть ответственность за неисполнение закона, например, по ст. 15.27 КоАП. Эта статья предусматривает штраф для должностных лиц до 30 тыс. р., для организаций – до 200 тыс. р. за неисполнение законодательства в части организации и (или) осуществления внутреннего контроля.

Однако в настоящее время аудиторы не обязаны уведомлять Росфинмониторинг о каких-либо нарушениях. Сейчас аудитор должен только сообщать о выявленных во время проверки фактах нарушения законодательства учредителям проверяемой организации

и только в случае отсутствия их реакции – в уполномоченный орган.

В настоящее время готовится законопроект, согласно которому сообщать о сомнительных действиях следует «при наличии любых оснований полагать, что сделки или финансовые операции аудируемого лица могли или могут быть осуществлены в целях легализации (отмывания) доходов, полученных преступным путем, или финансирования терроризма».

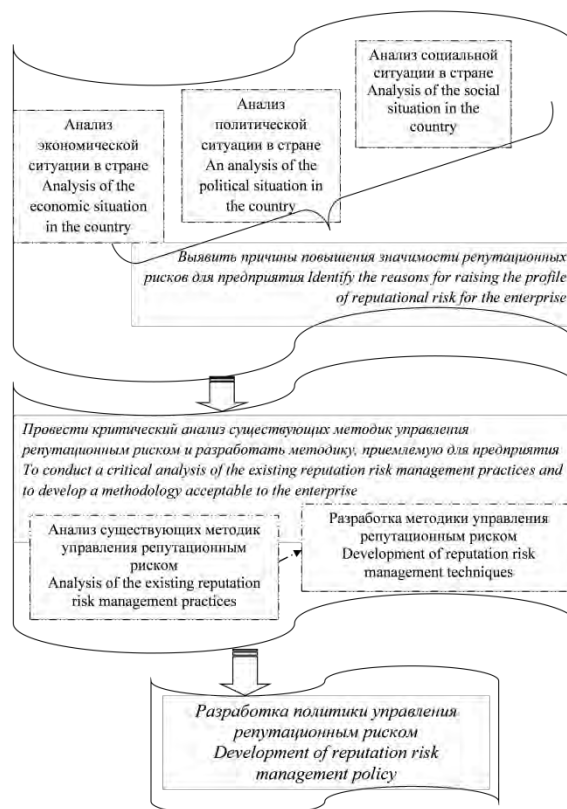


Рисунок 3. Действия, необходимые для управления репутационным риском

Figure 3. Actions required to manage reputation risk

Данные проблемы являются достаточно актуальными в связи с санкциями и формированием жесткой конкуренции среди предприятий на российском рынке и связанной с этим необходимостью оценки их РС, непосредственно влияющих на стоимость деловой репутации компании.

Заключение

В данной статье была представлена классификация РС, представлена их взаимосвязь и обоснована необходимость оценки репутационных рисков при проведении аудита.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Федеральный закон «О противодействии легализации (отмыванию) доходов, полученных преступным путем, и финансированию терроризма»: официальный текст в ред. федер. от 07.08.2001 № 115 ФЗ (действующая редакция, 2016)
- 2 Бадалова А. Г., Коробко М. О. Концептуальная модель управления репутационным риском промышленного предприятия // Вестник МГУ Станкин. 2013. № 4 (27). С. 115–118.
- 3 Бизянихин Н. А. Анализ факторов и рисков для построения когнитивной карты модели управления репутационным риском коммерческого банка // Экономика и предпринимательство. 2015. № 9. С. 747–752.
- 4 Герасимов В. Защита репутации бизнеса: стратегия и тактика // Директор по безопасности. 2016. № 1. С. 12–18.
- 5 Chudakova, E.A. et al, Expert models for the evaluation of innovative entrepreneurial projects // Asian Social Science. 2015. T. 11. № 20. С. 119–126.
- 6 Santalova, M.S. et al., Development of methodological approaches to the efficiency analysis of territorial-industry cluster formation in the forest sector // Asian Social Science. 2014. T. 10. № 23. С. 85–94
- 7 Изнова Т. С. Направления повышения прозрачности корпоративной отчетности в целях управления репутационным риском в отношениях со стейхолдерами компании // Аудитор. 2014. № 7. С. 50–58.
- 8 Кораблева О. Н. Репутационные риски в системе риск-менеджмента коммерческого банка // Российское предпринимательство. 2013. № 24 (246). С. 55–60.
- 9 Матковская Я. С., Гущина Е. Г., Даев Д. Д., Перевозчикова С. В., Зверева Д. И. Маркетинговая коммуникационная политика как эффективный способ управления репутационными рисками коммерческих банков // Финансовая аналитика: проблемы и решения. 2014. № 37. С. 2–12.
- 10 Сташкевич И. Репутационные риски организации: коммуникационные технологии минимизации // Бизнес. 2012. № 10. С. 44–63.
- 11 Симанков В. С., Юрченко А. С. Установление тождественной связи информационного и репутационного рисков в общей структуре рисков органов государственной власти // Молодой ученый. 2013. № 12 (59). С. 83–85.
- 12 Чиркова М. Б., Волкова М. Н. Оценка показателей финансово-хозяйственной деятельности организации при проведении аудита качества управления // Актуальные проблемы экономики предпринимательства межвузовский сборник научных трудов. Воронеж, Воронежский филиал Российского государственного торгово-экономического университета. 2007. С. 69–74.
- 13 Самойлов П. В., Федосеев А. И., Смarchкова Л. В., Житенев С. Л. Управление конфликтами в кризисной ситуации в целях повышения экономической безопасности предприятия // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2015. № 4 (66). С. 203–207.

REFERENCES

- 1 Federal'nyi zakon O protivodeistvii legalizatsii (otmyvaniyu) dokhodov, poluchennykh prestupnym putem, i finansirovaniyu terrorizma ofitsial'nyi tekst v red. feder. ot 07.08.2001 no. 115 FZ (deistvuyushchaya redaktsiya, 2016. (in Russian).
- 2 Badalova A. G., Korobko M. O. A conceptual management model reputation risk of industrial enterprise. *Vestnik MGU Stankin* [Proceedings of Moscow state University Stankin]. 2013. no. 4 (27). pp. 115–118. (in Russian).
- 3 Bizyanikhin N. A. Analysis of factors and risks to postreanimation card model of reputation risk management of commercial Bank. *Ekonomika i predprinimatel'stvo* [Economics and entrepreneurship]. 2015. no. 9. pp. 747–752. (in Russian).
- 4 Gerasimov V. Protection of business reputation: strategy and tactics. *Direktor po bezopasnosti* [The Director of security]. 2016. no. 1. pp. 12–18. (in Russian).
- 5 Chudakova, E.A. et al, Expert models for the evaluation of innovative entrepreneurial projects. *Asian Social Science*. 2015. V. 11. no. 20. pp. 119–126.
- 6 Santalova, M.S. et al., Development of methodological approaches to the efficiency analysis of territorial-industry cluster formation in the forest sector. *Asian Social Science*. 2014. V. 10. no. 23. pp. 85–94
- 7 Iznova T. S. Ways of increasing prozrachnosti corporate reporting in order to manage reputation risk in dealing with stakeholders. *Auditor*. 2014. no. 7. pp. 50–58. (in Russian).
- 8 Korableva O. N. Reputational risks in the system of risk management of commercial Bank. *Rossiiskoe predprinimatel'stvo* [Journal of Russian entrepreneurship]. 2013. no. 24 (246). pp. 55–60. (in Russian).
- 9 Matkovskaya Ya. S., Gushchina E. G., Daev D. D., Perevozchikova S. V., Zvereva D. I. Marketing communication policy as an effective method of controlling reputation risk of commercial banks. *Finansovaya analitika: problemy i resheniya* [Financial Analytics: problems and solutions]. 2014. no. 37. pp. 2–12. (in Russian).
- 10 Stashkevich I. Reputational risks: communication technologies minimize. *Biznes* [Business]. 2012. no. 10. pp. 44–63. (in Russian).
- 11 Simankov V. S., Yurchenko A. S. The establishment of identical connection information and reputational risks in the overall risk profile of the bodies of state power. *Molodoi uchenyi* [A young scientist]. 2013. no. 12 (59). pp. 83–85. (in Russian).
- 12 Chirkova M. B., Volkova M. N. Evaluation of financial indicators. *Aktual'nye problemy ekonomiki predprinimatel'stva mezhvuzovskii sbornik nauchnykh trudov* [Actual problems of Economics of entrepreneurship interuniversity collection of scientific works] Voronezh, Voronezh branch of Russian state trade-economic University publ. 2007. pp. 69–74. (in Russian).
- 13 Samoilov P. V., Fedoseev A. I., Smarchkova L. V., Zhitenev S. L. Conflict management in a crisis situation in order to increase the economic security of an enterprise. *Vestnik VGUET* [Proceedings of the VSUET]. 2015. no. 4 (66). pp. 203–207. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Марина Н. Волкова к. э. н., доцент, кафедра экономики и экономической безопасности, Воронежский филиал РЭУ им. Г.В. Плеханова, ул. К. Маркса, д. 67 а, Воронеж, 394030, Россия, mn.volkova@yandex.ru

Павел В. Самойлов к. э. н., доцент, кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия, sampavel@mail.ru

Елена А. Шубина к. э. н., доцент, кафедра управления социально-экономическими системами и бизнес-процессами, Воронежский филиал РЭУ им. Г.В. Плеханова, ул. К. Маркса, д. 67 а, Воронеж, 394030, Россия, gea0209@mail.ru

Светлана С. Саламова старший преподаватель, кафедра менеджмента, Воронежский филиал РЭУ им. Г.В. Плеханова, ул. К. Маркса, д. 67 а, Воронеж, 394030, Россия, sllonn2013@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Марина Н. Волкова написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию

Павел В. Самойлов консультация в ходе исследования

Елена А. Шубина несёт ответственность за плагиат

Светлана С. Саламова консультация в ходе исследования

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 03.09.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 10.11.2016

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Marina N.Volkova candidate of economical sciences, associate professor, department of economics and economic security, Plekhanov Russian University of Economics, Voronezh branch, 67-a, K. Marcса str, 394030, Russia, mn.volkova@yandex.ru

Pavel V. Samoilov candidate of economical sciences, associate professor, department of economic security and financial monitoring, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia, sampavel@mail.ru

Elena A. Shubina candidate of economical sciences, associate professor, department of management of socio-economic systems and business processes, Plekhanov Russian University of Economics, Voronezh branch, 67-a, K. Marcса str., 394030, Russia, gea0209@mail.ru

Svetlana S. Salamova senior lecturer, department of management, Plekhanov Russian University of Economics, Voronezh branch, 67-a, K. Marcса str, 394030, Russia, sllonn2013@yandex.ru

CONTRIBUTION

Marina N.Volkova wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Pavel V. Samoilov consultation during the study

Elena A. Shubina is responsible for plagiarism

Svetlana S. Salamova consultation during the study

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 9.3.2016

ACCEPTED 11.10.2016

Роль малого и среднего высокотехнологичного предпринимательства в формировании инновационного потенциала Воронежской области

Елена А. Шубина	¹	gea0209@mail.ru
Юлия Р. Николаева	¹	Julie-nikolaeva@yandex.ru
Наталья В. Плужникова	²	sllonn2013@yandex.ru

¹ кафедра управления социально-экономическими системами и бизнес-процессами, Воронежский филиал РЭУ им. Г.В. Плеханова, ул. К. Маркса, д. 67 а, Воронеж, 394030, Россия

² кафедра экономики и экономической безопасности, Воронежский филиал РЭУ им. Г.В. Плеханова, ул. К. Маркса, д. 67 а, Воронеж, 394030, Россия

Реферат. В современных условиях стабильное развитие региона и экономический рост во многом определяется его способностью к осуществлению инновационной деятельности. Одним из определяющих факторов долгосрочного экономического развития территорий, на сегодняшний день, являются инновации. А механизм, позволяющим придать инновационный импульс развития регионов, является формирование эффективного малого и среднего инновационного предпринимательства. Воронежская область, как и многие российские регионы, обладает значительным инновационным потенциалом, но, как правило, используется он не эффективно или не используют совсем. В статье рассматриваются понятие и необходимость развития инновационного предпринимательства и роль малых и средних инновационных предприятий в формировании научно-технического потенциала Воронежской области. Выявлены основные условия и факторы, способствующие и препятствующие развитию малого и среднего инновационного предпринимательства в регионе, определена готовность субъектов инновационной деятельности к разработке, внедрению и продвижению инноваций в регионе. Рассматриваются проблемы развития малого и среднего предпринимательства на региональном уровне. Дается оценка действующих программ по совершенствованию управления малыми и средними предприятиями в регионе. Особое внимание уделено классификации малых и средних инновационных предпринимательских структур. В целях стимулирования развития малого и среднего инновационного предпринимательства в Воронежской области в статье предложена реализация комплекса мер. Активное использование инноваций субъектами малого и среднего предпринимательства Воронежской области обеспечивает повышение их эффективности и конкурентоспособности, создает новые рабочие места, что, в конечном счете, положительно влияет на экономическое развитие региона, рост налоговой базы, повышение качества жизни населения.

Ключевые слова: инновационное развитие, инновационный рейтинг, инновационное предпринимательство, малый и средний бизнес, инновационная политика, стратегия развития малого и среднего предпринимательства

The role of small and medium-sized high-tech enterprise in the formation of innovative potential of the Voronezh region

Elena A. Shubina	¹	gea0209@mail.ru
Yuliya R. Nikolaeva	¹	Julie-nikolaeva@yandex.ru
Natalya V. Pluzhnikova	²	sllonn2013@yandex.ru

¹ management of socio-economic systems and business processes department, Plekhanov Russian University of Economics, Voronezh branch, 67-a, K. Marx St. Russia, 394030

² economics and economic security department, Plekhanov Russian University of Economics, Voronezh branch, 67-a, K. Marx St. Russia, 394030

Summary. In modern conditions the region's sustainable development and economic growth is largely determined by its ability to implement innovations. One of the determining factors of long-term economic development of the territories, to date, is innovation. A mechanism to give impetus to the innovative development of the regions is to create effective small and medium-sized innovative enterprises. Voronezh region, like many Russian regions, has considerable potential for innovation, but usually it is not used efficiently or not used at all. The article deals with the concept and the need to develop innovative entrepreneurship and the role of small and medium innovative enterprises in the formation of scientific and technical potential of the Voronezh region. The basic conditions and factors promoting and impeding the development of small and medium innovative businesses in the region, determined the willingness of subjects of innovation activity in the development, implementation and promotion of innovation in the region. The problems of development of small and medium-sized businesses at the regional level. The evaluation of actions to improve SMEs management programs in the region. Particular attention is given to the classification of small and medium-sized innovative business structures. In order to stimulate the development of small and medium-sized innovative business in the Voronezh region in the article suggests the implementation of a package of measures. The active use of innovation by small and medium-sized enterprises of the Voronezh area enhances their efficiency and competitiveness, creates new jobs, which ultimately has a positive effect on the region's economic development, the growth of the tax base, improving the quality of life of the population.

Keywords: innovative development, innovation rating, innovative entrepreneurship, small and medium businesses, innovation policy, strategy of development of small and medium-sized enterprises

Для цитирования

Шубина Е. А., Николаева Ю. Р., Плужникова Н. В. Роль малого и среднего высокотехнологичного предпринимательства в формировании инновационного потенциала Воронежской области // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 410–415. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-410-415

For citation

Shubina E. A., Nikolaeva Yu. R., Pluzhnikova N. V. The role of small and medium-sized high-tech enterprise in the formation of innovative potential of the Voronezh region. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 410–415. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-410-415

Введение

Экономика Воронежской области, как и вся российская экономика, находится в кризисном состоянии. Ключевым фактором устойчивого экономического развития и выхода из кризиса, в нынешних условиях, является интенсивный путь экономического роста, основанный на создании инноваций и использовании научно-технического потенциала регионов. Стимулирование инновационных процессов и рост инновационного потенциала являются неотъемлемой частью стратегии развития любой территории. При этом роль в формировании данной стратегии малого и среднего предпринимательства в Воронежской области – это увеличение их доли в объёме ВВП за счёт стабильности динамики темпов развития, повышения производительности труда, развития малых и средних предприятий по производству инновационной продукции, обновления производства и загрузки мощностей, выпуска качественной продукции. Поэтому целью данной работы выступает оценка роли малого и среднего инновационного предпринимательства в формировании научно-технического потенциала Воронежской области.

Для того чтобы занять лидирующее положение в мировой экономике необходимо, опираясь на наукоемкие производства с целью повышения конкурентоспособности отечественных продуктов, обеспечивая технический уровень повышения качества продукции при одновременном снижении затрат на производство. В России роль малого инновационного предпринимательства в развитии социально-экономической системы носит незначительный характер, и это подтверждает статистика, в 2015 году малыми

предприятиями было произведено инновационной продукции чуть более 1% ВВП. Несмотря на, реализацию различных мероприятий по развитию малого инновационного предпринимательства инновационная активность малых и средних компаний остается низкой.

Инновационное развитие Воронежской области тесно связано с поиском внутренних ресурсов развития, поэтому особое внимание должно уделяться оценке научно-технического потенциала территории. От состояния потенциала зависит результативность научно-технических исследований и разработок, а, следовательно, и рост инновационной конкурентоспособности территории.

Ежегодно с 2012 г. Институт статистических исследований и экономики знаний (ИСИЭЗ) Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ) рассчитывает и анализирует рейтинг инновационного развития субъектов Российской Федерации [1].

В основе расчетов рейтинга субъектов РФ лежит система количественных и качественных показателей инновационного развития территорий, которая основывается на результатах исследований ИСИЭЗ НИУ ВШЭ и отвечает современным требованиям. Авторами С.В. Гриценко и Е.А. Шубиной более подробно описывается методика расчета регионального индекса инноваций и построения рейтинга [2]. На основе приведенных данных в аналитическом докладе можно сделать следующие выводы об инновационном развитии Воронежской области.

На начало 2015 года Воронежская область занимает 20-е место в рейтинге инновационного развития регионов РФ и относится ко второй группе регионов с сильным инновационным потенциалом (рисунок 1).

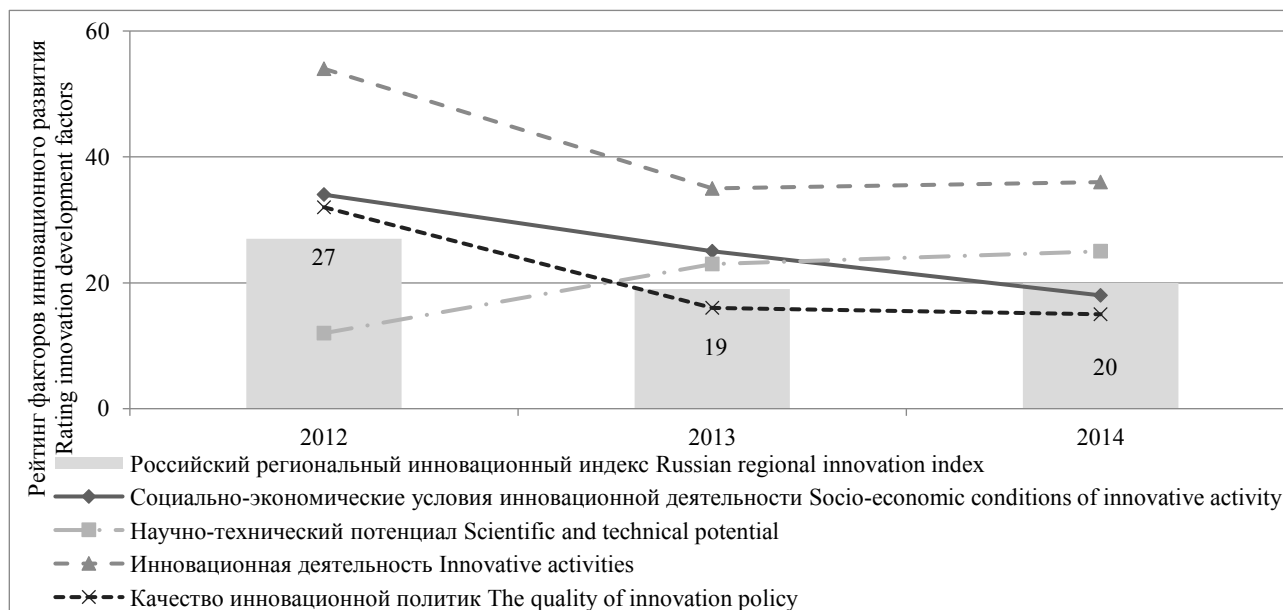


Рисунок 1. Рейтинг Воронежской области по уровню инновационного развития за 2012–2014 гг.

Figure 1. Rating Voronezh region on the level of innovative development for 2012–2014

За рассматриваемый период Воронежская область значительно повысила свой инновационный рейтинг, он переместился с 27 места на 20-е место. Это произошло в основном за счет влияния таких факторов, как улучшение социально-экономических условий инновационной деятельности, которые во многом объясняются активностью органов исполнительной власти (через реализацию государственных и федеральных целевых программ, финансирование образовательных и научных организаций, деятельность компаний с государственным участием и пр.). В то же время увеличение параметров инновационной деятельности предприятий и качество инновационной политики, осуществляемой региональными органами власти, по большей части определяются исходя из ресурсов,

приоритетов и управленческих навыков самих региональных факторов.

Очень интересен рейтинг регионов по параметрам собственно инновационной деятельности, который отражает сравнительную оценку интенсивности процессов создания, внедрения и практического использования технологических, организационных и маркетинговых инноваций в субъектах Российской Федерации. Позиции регионов в рейтинге установлены согласно индексу, который определен на основе индикаторов, комплексно оценивающих ресурсы и результаты инновационной деятельности, активность малого, среднего и крупного бизнеса в освоении научно-технологических нововведений (рисунок 2) [1].

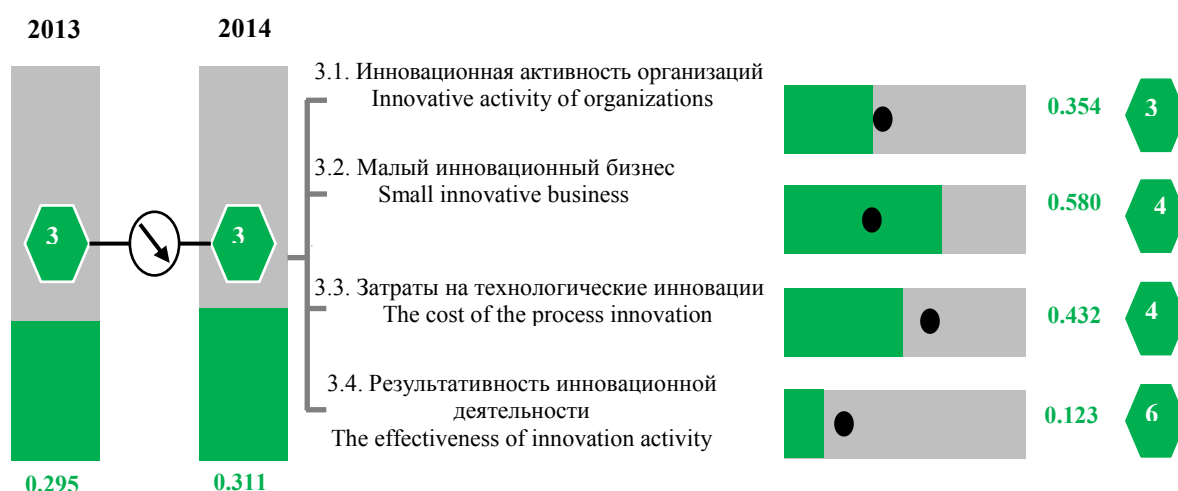


Рисунок 2. Рейтинг Воронежской области по инновационной деятельности [1]

Figure 2. Rating Voronezh region for innovation

Потенциал инновационного развития экономики Воронежской области связан с участием малых и средних предприятий в разработке и внедрении инноваций. Доля малых предприятий, осуществлявших технологические инновации, на начало 2015 года достигала отметки 9%, что практически вдвое выше среднего уровня по Российской Федерации.

Инновационное предпринимательство можно определить, как использование технико-экономического процесса, ведущего к созданию лучших товарных свойств и технологий путем практического использования инноваций.

Инновационное малое предпринимательство является одной из перспективных форм малого бизнеса, так как данный вид предпринимательства очень быстро реагирует на запросы рынка, способно ускорить практическое внедрение новейших научно-технических достижений и наилучшим образом использовать научно-технический потенциал региона.

Достаточно полным является определение инновационного малого предпринимательства, предложенное А.Б. Гусевым «к субъектам малого инновационного предпринимательства относятся субъекты малого предпринимательства, соответствующие условиям федерального закона и производящие один или несколько видов инновационной продукции, входящих в перечень, устанавливаемый Правительством Российской Федерации. Удаление видов инновационной продукции из перечня возможно только после истечения 5 лет с момента их ввода в перечень. Доля продаж произведенной инновационной продукции в общем годовом объеме продаж субъектов малого инновационного предпринимательства должна быть не менее 30 процентов. В противном случае субъект малого инновационного предпринимательства утрачивает статус инновационного» [3].

Это определение инновационного малого предпринимательства дает возможность установить

направления развития малого предпринимательства на фоне снижения инновационной активности и низкой доли инновационной продукции в объеме производства; определить точный характер инновационности отдельных видов продукции и услуг.

Установление минимальной доли продаж инновационной продукции в общем годовом объеме продаж малого и среднего инновационного предпринимательства на уровне 30% дает возможность акцентировать внимание на реализацию именно инновационной продукции и определяет минимальный порог активности в сфере применения инноваций. Это определение дает возможность предусматривать виды инновационной экономической деятельности и инновационной продукции с учетом региональной специфики.

В Воронежской области малый и средний бизнес ни масштабу, ни по эффективности не является локомотивом развития высокотехнологического промышленного комплекса. Проведенный анализ результатов деятельности малого и среднего бизнеса Воронежской области показал, что на 1 января 2015 г. область занимает 24 место в РФ по количеству МП, 14 место по количеству средних предприятий (таблица 1). В Центральном федеральном округе Воронежская область находится на третьей позиции вслед за Московской и Белгородской областями по количеству МСП. Плотность МП на 10 тыс. жителей в области составляет 100 единиц, что является одним из самых низких показателей в Центральном Федеральном округе.

Таблица 1.

Место Воронежской области по абсолютным показателям развития малого и среднего предпринимательства

Table 1.

Place the Voronezh region in absolute terms the development of small and medium-sized enterprises

Показатели Indicators	ЦФО CFD		ЦЧР CChR		РФ RF	
	2013	2014	2013	2014	2013	2014
Число МСП The number of SME	4	3	2	2	25	24
Среднесписочная численность работников МСП Average number of employees SME	2	2	1	1	14	14
Объем произведенной продукции МСП The volume of output SME	2	2	1	1	17	17

На сегодняшний день высокие технологии являются единственным инструментом, который оказывает решающее влияние на повышение производительности труда, обеспечивает победу в жесткой глобальной конкуренции. Но это не только технологии, а не способность общества генерировать их непрерывно и передавать их на рынок быстро превращая в желаемые потребительские товары и услуги. Авторы статьи (Ю. Р. Николаева и др.) считают, что «в современных социально-экономических условиях решающим фактором высокой конкурентоспособности предприятий становится интеллектуальный капитал» [4]. В цивилизованных рыночных условиях в основе предпринимательской деятельности лежат инновации в области продуктов и услуг, которые создают новый рынок, чтобы соответствовать новым требованиям.

В настоящее время существуют две основные группы инновационных предприятий в Воронежской области. Деятельность одних направлена на использование дорогостоящих импортных технологий, или частичного импорта сырья и комплектующих. Эти предприятия имеют высокую интенсивность использования капитала и в целом небольшую рентабельность. Деятельность их не носит импортозамещающий

характер, т. е. они не связаны с отечественными производителями оборудования и технологий, участвующих в субподряде или иных правовых отношений. Другая группа предприятий ориентирована на промышленное применение передовых отечественных разработок и оборудования. Эти малые и средние инновационные предприятия лучше интегрированы в экономику, имеют более высокие технико-экономические показатели эффективности [3].

Такие малые и средние инновационные фирмы способны быстро развиваться и давать импульс для всего малого бизнеса и развития инновационного потенциала Воронежской области. Данные предприятия можно рассматривать в качестве центра роста инновационной экономики. В настоящее время малые и средние инновационные предприятия уступают по количественным показателям развития, но имеют более качественные значения. Малый и средний инновационный бизнес способен генерировать и передавать в коммерческое использование новейшие технологии, которые могут сформировать стратегическую основу для развития малого, среднего и даже крупного бизнеса. Лукинова О.А и др. подчеркивают, что «эффективность инновационного развития формируется

на предприятии, но региональные органы управления могут форсировать такое развитие» [5].

Перспективы развития малого и среднего инновационного предпринимательства в Воронежской области – вопрос многих дискуссий. С одной стороны, в Воронежской области существует высокий научно-технический потенциал в кадрах, технического образования на высоком уровне. С другой стороны, этот потенциал в течение длительного времени не был востребован. Из-за этого, как показывает рейтингование субъектов Российской Федерации по уровню инновационного развития, данный потенциал используется недостаточно эффективно.

В целях инновационного развития экономики необходимо развивать малые и средние предприятия, которые владеют инновационным потенциалом. Как раз такие компании могут дать толчок обновления экономики. Поэтому широкое применение должны получить механизмы акселерационного развития [7].

В последние годы многие страны используют кластерный подход для развития и регулирования национальных программ в области развития инноваций, используя различные формы стимулов, особенно это актуально для малых инновационных компаний: прямое финансирование, предоставление кредитов без выплаты процентов, целевые субсидии для проведения исследований; создание фондов для инноваций с учетом возможного коммерческого риска; снижение налогов для индивидуальных изобретателей и т. д. [6].

Основным направлением инновационной политики Воронежской области может стать реализация системообразующих инновационных проектов, которые зададут основные направления роста в приоритетных сферах деятельности, вокруг которых будут группироваться малые и средние инновационные предприятия. При выборе системообразующих проектов необходимо учитывать не только воронежские технологии, но и передовые технологии отечественных и зарубежных компаний, которые обеспечат прорывное развитие в приоритетных областях.

В Воронежской области реализуется «Стратегия развития малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации на период до 2030 года» основой, которой является создание и улучшение функционирования региональных и территориальных инновационных систем, а также улучшение взаимодействия между ними с целью оказания поддержки на разных этапах жизненного цикла малых и средних инновационных предприятий [7]. Среди ключевых элементов стратегии можно выделить создание бизнес-инкубаторов, инновационных центров молодежного творчества, центров передового опыта, центров трансфера технологий, промышленных парков, технопарков,

инновационно-технологических центров, технологических платформ, инженерных центров, сертификационных органов, стандартизации и испытаний, прототипирования, центры кластерного развития, поддержки экспорта центров, а также инновационных региональных кластеров и региональных инновационных центров [7].

В Воронежской области в целях поддержки малого и среднего высокотехнологичного предпринимательства можно предложить реализацию следующих мероприятий:

- создание необходимой инфраструктуры для поддержки малого и среднего высокотехнологичных производств, обеспечивающих передачу технологий, запуск инновационных продуктов, развитие высокотехнологичных малых и средних предприятий, результаты мониторинга и оценки существующих объектов;

- создание и развитие бизнес-инкубаторов, которые должны способствовать появлению инновационных компаний;

- поддерживать развитие инновационных территориальных кластеров;

- стимулирование сотрудничества, установление деловых контактов и обмена информацией между малыми, средними и крупными предприятиями, в том числе ведущих российских компаний с государственным участием, работающих на соответствующих сегментах рынка высоких технологий.

С целью внедрения передовых методов поддержки процесса технологического развития и передачи технологий необходимо реализовать следующие меры:

- формирование системы коммерциализации инновационных идей, в том числе их генерирование в университетах и научно-исследовательских центрах, формирование портфелей инноваций по отраслям и приоритетным направлениям развития экономики;

- создание систем технологического аудита и экспертизы практического применения инновационных идей и разработок университетов с реальным сектором экономики [8];

- стимулирование бизнеса к более широкому использованию механизмов для защиты прав интеллектуальной собственности.

Заключение

Малое и среднее инновационное предпринимательство в Воронежской области сможет быстро и успешно формироваться только в случае осуществления последовательной и целенаправленной политики органов власти и при активизации самого бизнеса. Развитие инновационной активности следует рассматривать как важную проблему, которую можно решить только при всестороннем участии.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Рейтинг инновационного развития субъектов Российской Федерации Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». М.: НИУ ВШЭ, 2016. 248 с.
- 2 Гриценко С. В., Шубина Е. А. Статистическое изучение инновационных процессов на региональном уровне // Вопросы статистики. 2015. № 8. С. 65–73.
- 3 Гусев А. Б. Формирование рейтингов инновационного развития регионов России и разработка рекомендаций по стимулированию инновационной активности субъектов Российской Федерации // URL: http://www.urban-planet.org/article_13.html
- 4 Николаева Ю. Р., Шубина Е. А., Тайдаев Р. М. Управление интеллектуальным капиталом в условиях инновационной экономики // Социально-экономические явления и процессы. 2015. Т. 1. № 10. С. 93–97.
- 5 Лукинова О. А., Смарчкова Л. В., Писаренко Н. Д. Оценка и управление социально-экономической эффективностью деятельности экономических агентов // Вестник Самарского государственного экономического университета. 2014. № 12 (122). С. 74–78.
- 6 Burmatova O.P., Tonkova S. Clusters as a tool for improvement of the innovation environment in the economy // Local production systems: analysis and forecasting of regional economic development Institute of Economics and Industrial Engineering SB RAS, University of national and world economy, Matej Bel university Banská Bystrica, Ternopil national economic university, University of Lodz. Novosibirsk. 2015: С. 113–134.
- 7 Закон Воронежской области «О стратегии социально-экономического развития Воронежской области на период до 2020 года» № 65-ОЗ от 30.06.2010 (в ред. законов Воронежской области от 23.12.2011 № 207-ОЗ, от 25.06.2012 № 85-ОЗ, от 02.03.2015 № 33-ОЗ)
- 8 Brunswicker S., Vanhaverbeke W. Open innovation in small and medium-sized enterprises (SMEs): External knowledge sourcing strategies and internal organizational facilitators // Journal of Small Business Management. 2015. Т. 53. №. 4. С. 1241–1263.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Елена А. Шубина к. э. н., доцент, кафедра управления социально-экономическими системами и бизнес-процессами, Воронежский филиал РЭУ им. Г.В. Плеханова, ул. К. Маркса, д. 67 а, Воронеж, 394030, Россия, gea0209@mail.ru
Юлия Р. Николаева к. э. н., доцент, кафедра управления социально-экономическими системами и бизнес-процессами, Воронежский филиал РЭУ им. Г.В. Плеханова, ул. К. Маркса, д. 67 а, Воронеж, 394030, Россия, Julie-nikolaeva@yandex.ru
Наталья В. Плужникова к. э. н., доцент, кафедра экономики и экономической безопасности, Воронежский филиал РЭУ им. Г.В. Плеханова, ул. К. Маркса, д. 67 а, Воронеж, 394030, Россия, sllonn2013@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Елена А. Шубина написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат
Юлия Р. Николаева консультация в ходе исследования
Наталья В. Плужникова консультация в ходе исследования

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 15.11.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 05.12.2016

REFERENCES

- 1 Reiting innovatsionnogo razvitiya sub"ektov Rossiiskoi Federatsii [The rating of innovative development of subjects of the Russian Federation] Moscow, NIU VShE publ. 2016. 248 p. (in Russian).
- 2 Gritsenko S. V., Shubina E. A. Statistical study of innovation processes at the regional level. *Voprosy statistiki* [Statistical issues]. 2015. no. 8. pp. 65–73. (in Russian).
- 3 Gusev A. B. The formation of the ratings of innovative development of regions of Russia and elaboration of recommendations on stimulation of innovation activity of subjects of the Russian Federation. Available at: http://www.urban-planet.org/article_13.html (in Russian)
- 4 Nikolaeva Yu. R., Shubina E. A., Taideev R. M. The management of intellectual capital in the innovation economy. *Sotsial'no-ekonomicheskie yavleniya i protsessy* [Socio-economic phenomena and processes]. 2015. V. 1. no. 10. pp. 93–97. (in Russian).
- 5 Lukinova O. A., Smarchkova L. V., Pisarenko N. D. Assessment and management of socio-economic efficiency of economic agents. *Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta* [Proceedings of Samara state economic University]. 2014. no. 12 (122). pp. 74–78. (in Russian).
- 6 Burmatova O.P., Tonkova S. Clusters as a tool for improvement of the innovation environment in the economy. Local production systems: analysis and forecasting of regional economic development Institute of Economics and Industrial Engineering SB RAS, University of national and world economy, Matej Bel university Banská Bystrica, Ternopil national economic university, University of Lodz. Novosibirsk. 2015: pp. 113–134.
- 7 Zakon Voronezhskoi oblasti «O strategii sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya Voronezhskoi oblasti na period do 2020 goda» № 65 OZ ot 30.06.2010 (v red. zakonov Voronezhskoi oblasti ot 23.12.2011 № 207 OZ, ot 25.06.2012 № 85 OZ, ot 02.03.2015 № 33 OZ) (in Russian).
- 8 Brunswicker S., Vanhaverbeke W. Open innovation in small and medium-sized enterprises (SMEs): External knowledge sourcing strategies and internal organizational facilitators. *Journal of Small Business Management*. 2015. V. 53. no. 4. pp. 1241–1263.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Elena A. Shubina candidate of economical sciences, associate professor, management of socio-economic systems and business processes department, Plekhanov Russian University of Economics, Voronezh branch, 67-a, K. Marx St. Russia, 394030, gea0209@mail.ru
Yuliya R. Nikolaeva candidate of economical sciences, associate professor, management of socio-economic systems and business processes department, Plekhanov Russian University of Economics, Voronezh branch, 67-a, K. Marx St. Russia, 394030, Julie-nikolaeva@yandex.ru
Natalya V. Pluzhnikova senior lecturer, economics and economic security department, Plekhanov Russian University of Economics, Voronezh branch, 67-a, K. Marx St. Russia, 394030, sllonn2013@yandex.ru

CONTRIBUTION

Elena A. Shubina wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism
Yuliya R. Nikolaeva consultation during the study
Natalya V. Pluzhnikova consultation during the study

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 11.15.2016

ACCEPTED 12.5.2016

Разработка информационной системы анализа финансового состояния предприятий на основе экспертно-статистического подхода

Максим Н. Ивлиев	¹	max1m@mail.ru
Александр В. Мельников	¹	meln78@mail.ru
Светлана Н. Черняева	¹	chernsv1978@gmail.com

¹ кафедра информационных технологий моделирования и управления, Воронеж. гос. ун-т инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394000, Россия

Реферат. В работе рассматривается методика оценки финансового состояния предприятий, включающая в себя введение и использование обобщенных оценок, представляющих собой единое рейтинговое число. В качестве показателей предлагается использовать обобщенный показатель платежеспособности и ликвидности и обобщенный показатель структуры капитала. Математически обобщенный показатель представляет собой сумму произведений переменных-признаков и весовых коэффициентов, характеризующих относительную важность отдельных признаков. В работе предлагается выбор значимых признаков из набора стандартных финансовых коэффициентов, рассчитываемых по бухгалтерским балансам предприятий. Для получения значений весовых коэффициентов предлагается использовать один из экспертно-статистических подходов, а именно метод анализа иерархий. Суть метода заключается в следующем: сначала выбирается некоторый, наиболее важный признак; затем эксперты на основе лингвистической шкалы определяют степень предпочтительности основного признака. Далее на основе присвоенных рангов составляется матрица попарных сравнений, которая характеризует относительную значимость признаков. Искомые коэффициенты определяются как элементы вектора приоритетов, являющегося первым собственным вектором матрицы парных сравнений. Наряду с методикой расчета выше озвученных показателей, в работе рассматривается механизм выделения областей для анализа численных значений рейтинговых чисел. Кроме того, предлагается способ статистической оценки бухгалтерских балансов различных предприятий путем расчета взаимных корреляционных матриц. На основании предложенных математических методов определения количественных характеристик финансово-хозяйственной деятельности технических объектов разработано алгоритмическое, информационное и программное обеспечение, позволяющее реализовывать задачу экономического анализа различных хозяйственных систем.

Ключевые слова: финансовое состояние предприятий, обобщенный показатель, экспертно-статистический подход, информационная система

Information systems development of analysis company financial state based on the expert-statistical approach

Maxim N. Ivliev	¹	max1m@mail.ru
Alexandr V. Melnikov	¹	meln78@mail.ru
Svetlana N. Chernyeva	¹	chernsv1978@gmail.com

¹ information simulation technology and management department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Summary. The work is devoted to methods of analysis the company financial condition, including aggregated ratings. It is proposed to use the generalized solvency and liquidity indicator and the capital structure composite index. Mathematically, the generalized index is a sum of variables-characteristics and weighting factors characterizing the relative importance of individual characteristics composition. It is offered to select the significant features from a set of standard financial ratios, calculated according to enterprises balance sheets. To obtain the weighting factors values it is proposed to use one of the expert statistical approaches, the analytic hierarchy process. The method is as follows: we choose the most important characteristic and after the experts determine the degree of preference for the main feature based on the linguistic scale. Further, matrix of pairwise comparisons based on the assigned ranks is compiled, which characterizes the relative importance of attributes. The required coefficients are determined as elements of a vector of priorities, which is the first vector of the matrix of paired comparisons. The paper proposes a mechanism for finding the fields for rating numbers analysis. In addition, the paper proposes a method for the statistical evaluation of the balance sheets of various companies by calculating the mutual correlation matrices. Based on the considered mathematical methods to determine quantitative characteristics of technical objects financial and economic activities, was developed algorithms, information and software allowing to realize of different systems economic analysis.

Keywords: company financial condition, generalized indicators, expert-statistical approach, information system

Для цитирования

Ивлиев М. Н., Мельников А. В., Черняева С. Н. Разработка информационной системы анализа финансового состояния предприятий на основе экспертно-статистического подхода // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 416–421 doi:10.20914/2310-1202-2016-4-416-421

For citation

Ivliev M. N., Melnikov A. V., Chernyeva S. N. Information systems development of analysis company financial state based on the expert-statistical approach. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 416–421. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-416-421

Введение

Экономическое состояние любого предприятия может оцениваться различными способами с использованием большого количества показателей и критериев. На сегодняшний день известны и используются на практике большое количество методов численного анализа финансовой отчетности предприятий; при этом наряду с «классическими» методами [1–3] все большее распространение получают альтернативные подходы.

При оценке состояния предприятий может использоваться большое количество показателей, с различных сторон, определяющих текущее финансовое положение фирмы. К ним относятся показатели рентабельности, устойчивости, платежеспособности, прибыльности, ликвидности и т. д. Для каждого из показателей рассчитаны нормативы, по которым и определяется общее состояние предприятия; при этом задача осложняется тем, что в ряде случаев изменение этих показателей может быть разнонаправленным, и не позволяет однозначно оценить финансовое состояние в целом. Исходя из этого, предлагается введение и использование обобщенных оценок, представляющих собой единое рейтинговое число какого-либо показателя, что позволит однозначно оценить степень финансовой устойчивости предприятия.

Введем обобщенный показатель по следующей формуле, используя методику, изложенную в [4]:

$$J = \sum_i V_i x_i \quad (1)$$

где X_i – переменные, называемые признаками; V_i – весовые коэффициенты, характеризующие относительную важность отдельных признаков.

В большинстве случаев для анализа ликвидности баланса и платежеспособности предприятия используются семь финансовых коэффициентов, однако часть из них дублирует друг друга. Исходя из этого, при определении обобщенного показателя ликвидности и платежеспособности (L) предлагается использовать следующие характеристики, которые определяются по бухгалтерскому балансу предприятия [5]:

- обобщенный показатель платежеспособности (L_1);
- коэффициент абсолютной ликвидности (L_2);
- коэффициент текущей ликвидности (L_3);
- доля оборотных средств в активах (L_4).

Таким образом, вышеуказанные величины и будут являться в выражении (1) частными финансовыми коэффициентами – признаками. Для корректного использования этих показателей предварительно необходимо выполнить их нормировку, разделив каждый из них на границу нормального ограничения:

$$\hat{x}_1 = \frac{x_1}{L_1^{норм}} = \frac{L_1}{1} = L_1;$$

$$\hat{x}_2 = \frac{x_2}{L_2^{норм}} = \frac{L_2}{0,2} = 0,5L_2;$$

$$\hat{x}_3 = \frac{x_3}{L_3^{норм}} = \frac{L_3}{2};$$

$$\hat{x}_4 = \frac{x_4}{L_4^{норм}} = \frac{L_4}{0,5} = 2L_4;$$

Таким образом, обобщенный показатель платежеспособности и ликвидности примет следующий вид:

$$J = L_{общ} = V_1 \hat{x}_1 + V_2 \hat{x}_2 + V_3 \hat{x}_3 + V_4 \hat{x}_4. \quad (2)$$

Далее, путем математических вычислений происходит расчет собственных значений и собственных векторов матрицы парных сравнений, откуда получают непосредственные оценки для весовых коэффициентов.

Наряду с показателями ликвидности, баланса и платежеспособности предприятия, важными являются характеристики оценки структуры капитала. Для получения обобщенного показателя структуры капитала (U) применим уже известную методику (1), где в качестве признаков предлагается использовать следующие финансовые показатели, определяемые из типовой формы бухгалтерского баланса фирмы [5]:

- коэффициент обеспечения собственными источниками финансирования (U1);
- коэффициент финансовой независимости (U2);
- коэффициент финансирования (U3);
- коэффициент финансовой устойчивости (U4).

Аналогично с рассмотренным выше показателем, для корректного расчета показателя структуры капитала требуется предварительная нормировка выбранных коэффициентов:

$$\hat{x}_1 = \frac{x_1}{U_1^{норм}} = \frac{U_1}{0,1} = 10U_1;$$

$$\hat{x}_2 = \frac{x_2}{U_2^{норм}} = \frac{U_2}{0,4} = 2,5U_2;$$

$$\hat{x}_3 = \frac{x_3}{U_3^{норм}} = \frac{U_3}{0,7} = 1,43U_3;$$

$$\hat{x}_4 = \frac{x_4}{U_4^{норм}} = \frac{U_4}{0,6} = 1,67U_4;$$

В этом случае обобщенный показатель структуры капитала примет вид:

$$J = U_{общ} = V_1\hat{x}_1 + V_2\hat{x}_2 + V_3\hat{x}_3 + V_4\hat{x}_4. \quad (3)$$

Анализ выражений (2) и (3) показывает, что для определения как обобщенного показателя ликвидности, так и обобщенного показателя структуры капитала может использоваться одинаковый математический аппарат; разница состоит лишь в содержательном смысле признаков X_i .

Для определения весовых коэффициентов V_i в выражении (1) предлагается использование метода анализа иерархий Т. Саати [7, 8]. При этом в качестве V_i выбирается некоторый, наиболее важный признак; затем эксперты на основе лингвистической шкалы определяют степень предпочтительности основного признака. Далее, на основе присвоенных рангов составляется матрица попарных сравнений, которая характеризует относительную значимость признаков. Искомые коэффициенты V_i определяются как элементы вектора приоритетов, являющегося первым собственным вектором матрицы парных сравнений.

В результате предложенного подхода появляется возможность получения единой рейтинговой оценки для ликвидности баланса и платежеспособности фирмы, а также для структуры капитала. Однако после получения этих значений встает вопрос об их непосредственной оценке, другими словами, каким образом исходя из конкретных значений обобщенных показателей, можно сформулировать результаты анализа финансового состояния предприятия. В работе [6] предлагаются следующая методика выделения областей для указанных выше показателей:

$$L_{общ} = \begin{cases} L_{общ} \geq 1 \text{ баланс ликвиден;} \\ 0,7 \leq L_{общ} < 1 \text{ баланс частично ликвиден;} \\ L_{общ} < 0,7 \text{ баланс не ликвиден.} \end{cases} \quad (4)$$

$$U_{общ} = \begin{cases} U_{общ} \geq 1 \text{ нормальная структура;} \\ 0,6 \leq U_{общ} < 1 \text{ область промежуточных значений;} \\ L_{общ} < 0,6 \text{ неудовлетворительная структура баланса.} \end{cases} \quad (5)$$

Предложенный метод оценки финансового состояния предприятия позволяет не только рассчитать обобщенные показатели

ликвидности и структуры капитала, но и оценить полученные значения путем формулирования выводов и рекомендаций относительно ликвидности и структуры бухгалтерского баланса.

Другим методом финансово-экономического анализа предприятий является выявление корреляционных связей в хозяйственных системах. Следует отметить тот факт, что использование корреляционного анализа в этом случае не только позволяет сравнивать в общем различные предприятия между собой, но и осуществить более глубокое исследование балансов предприятий с нормальной и неудовлетворительной структурой.

Методика проведения корреляционного анализа балансов предприятий заключается в следующем. Сводные таблицы активов и пассивов балансов сравниваемых предприятий приводятся к матричному виду для дальнейшего использования (матрица A размерности m , где m — количество учитываемых статей баланса). С учетом того, что каждый вектор-столбец полученной матрицы $A^{(n)}$ может считаться выборкой из генеральной совокупности, появляется возможность определения статистических взаимосвязей между двумя любыми предприятиями r и s путем расчета коэффициентов корреляции и получения взаимно-корреляционных матриц:

$$\text{cov}(A^{(r)}, A^{(s)}) = \frac{1}{m} (A_i^{(r)} - \bar{A}^{(r)})(A_i^{(s)} - \bar{A}^{(s)}) \quad (6)$$

$$k_{rs} = \frac{\text{cov}(A^{(r)}, A^{(s)})}{\sigma_r \sigma_s} \quad (7)$$

После выполнения соответствующих математических расчетов требуется осуществить анализ и сравнение полученных корреляционных матриц активов и пассивов балансов; при этом близость коэффициентов взаимной корреляции между двумя предприятиями к единице свидетельствует о схожести экономической политики в этой области. В случае же получения маленьких коэффициентов взаимной корреляции можно сделать вывод о слабой статистической взаимосвязи сравниваемых активов и пассивов.

Таким образом, предлагаемый способ статистической оценки бухгалтерских балансов путем расчета взаимных корреляционных матриц является эффективным экспресс-способом оценки экономического состояния различных предприятий. Этот метод может использоваться как самостоятельно, так и вместе

с рассмотренными ранее способами оценки обобщенных показателей, обеспечивая большую глубину исследования и повышение достоверности результатов.

На основании рассмотренных выше математических методов определения количественных характеристик финансово-хозяйственной деятельности технических объектов было разработано алгоритмическое, информационное и программное обеспечение, позволяющее реализовать задачу экономического анализа различных хозяйственных систем. Разработанная программа «Анализ структуры капитала» обладает следующими функциями и позволяет решать следующие задачи:

- ручной или автоматический ввод исходных данных в программу (под данными подразумеваются бухгалтерские балансы различных предприятий);

- возможность работы программы в трех режимах: «Аналитик», «Финансист», «Эксперт» с предоставлением каждому из пользователей уникального набора программного функционала;

- проставление экспертных рангов приоритета одного финансового показателя над другим с последующим расчетом матрицы парных сравнений, первого собственного вектора этой матрицы и искомых оценок весовых финансовых коэффициентов;

- получение обобщенных показателей ликвидности баланса ($L_{обц}$) и платежеспособности и структуры капитала ($U_{обц}$) с возможностью расчета от одного до четырех предприятий одновременно;

- графическое представление и первичный сравнительный анализ рассчитанных рейтинговых оценок ($L_{обц}$, $U_{обц}$);

- выполнение сравнительного корреляционного анализа активов и пассивов балансов предприятий с неудовлетворительной и нормальной структурой баланса.

На рисунках 1–5 представлен пример блок-схемы алгоритма работы модуля определения весовых коэффициентов для отыскания обобщенного показателя структуры капитала (рисунок 1), а также основные экранные формы программного продукта (рисунок 2–5).

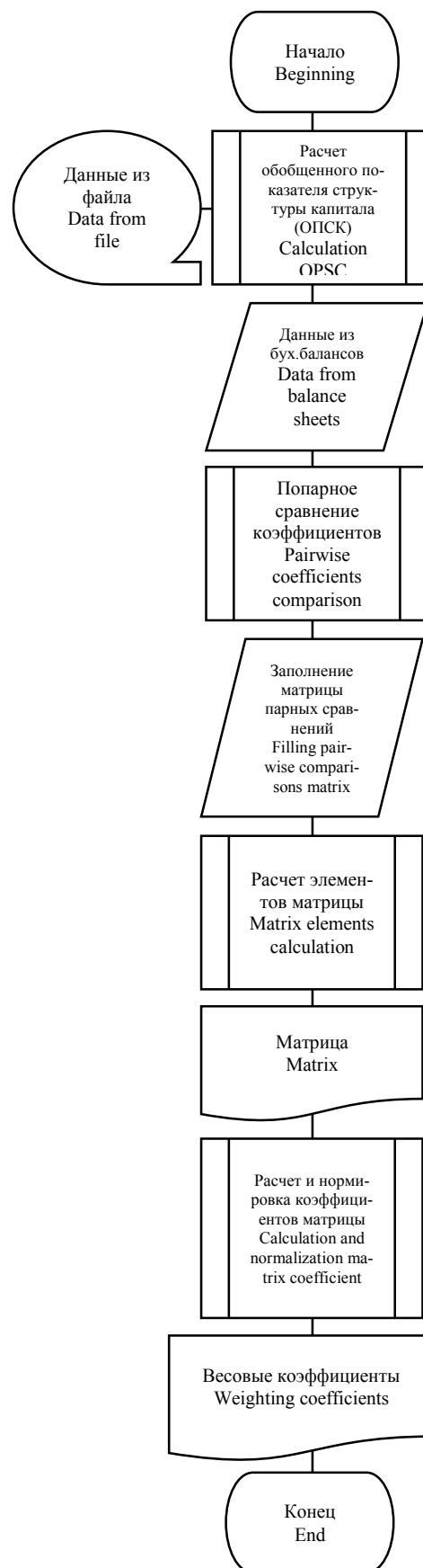


Рисунок 1. Блок-схема алгоритма определения весовых коэффициентов

Figure 1. Determining weighting factors block diagram

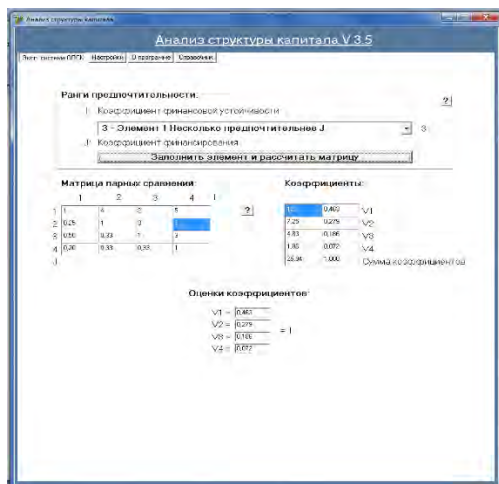


Рисунок 2. Подсистема экспертной оценки финансовых коэффициентов

Figure 2. Financial ratios expert evaluation subsystem

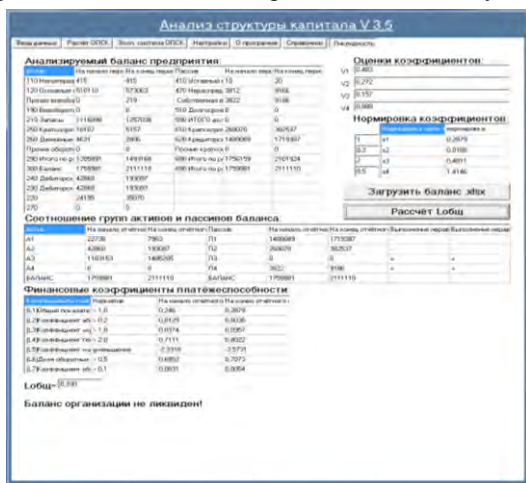


Рисунок 3. Подсистема расчета обобщенного показателя ликвидности баланса и платежеспособности

Figure 3. Balance liquidity and solvency generalized indicators calculation subsystem

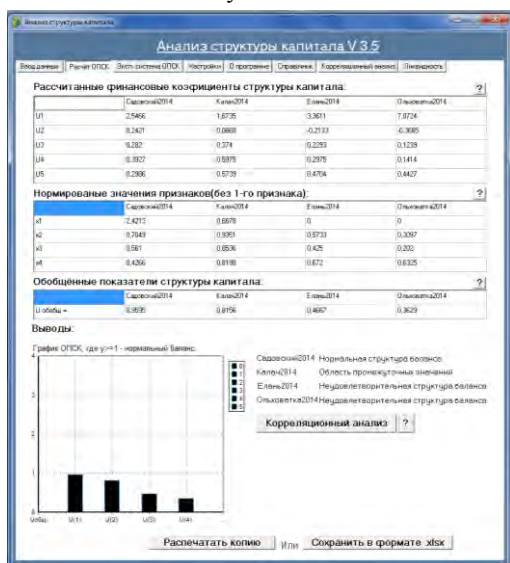


Рисунок 4. Подсистема расчета обобщенного показателя структуры капитала

Figure 4. Capital structure generalized indicators calculation subsystem

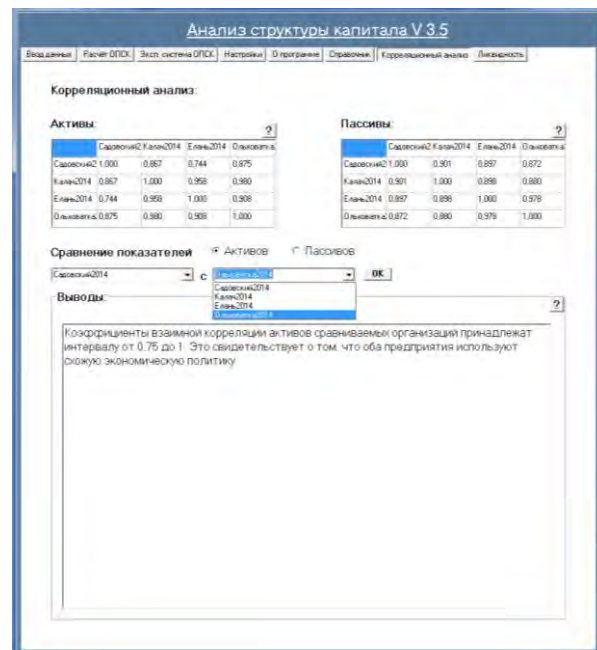


Рисунок 5. Подсистема корреляционного анализа балансов предприятий

Figure 5. Company balance correlation analysis subsystem

Расчеты проводились с использованием реальных данных предприятий сахарной промышленности Воронежской области.

Исходя из того, что разработанный программный продукт может использоваться как для расчета экономического состояния предприятия в данный момент времени и оценки динамики изменения финансового положения на протяжении длительного времени, так и для сравнения хозяйственно-финансовой деятельности различных предприятий, потребность в использовании этой разработки представляется достаточно высокой.

Заключение

В результате проведенного исследования была получена математическая модель оценки финансового состояния предприятий, включающая в себя расчет единых рейтинговых чисел при помощи метода анализа иерархий: показателей ликвидности баланса, платежеспособности и структуры капитала, а также корреляционный анализ балансов активов и пассивов предприятий с использованием статистического подхода; на основании предложенной модели было создано алгоритмическое, информационное и программное обеспечение, позволяющее в автоматическом режиме выполнять анализ финансово-экономического состояния различных хозяйствующих субъектов.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Поздняков В.Я. Анализ и диагностика финансово-хозяйственной деятельности предприятий М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. 617 с.
- 2 Щегорцов В. А., Таран В. А. Мировая экономика. Мировая финансовая система. Международный финансовый контроль: учебник для студентов вузов М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2015. 528 с.
- 3 Керимов В. Э. Бухгалтерский учет: учебник для бакалавров М.: Дашков и К, 2015. 583 с.
- 4 Бухарин С. В., Мельников А. В. Экспертная оценка финансовых показателей ликвидности и платежеспособности // Конкурентоспособность. Инновации. Финансы. 2011. № 1 (5). С. 74–79.
- 5 Бухарин С. В., Мельников А. В. Экспертная оценка обобщенного показателя структуры капитала // Конкурентоспособность. Инновации. Финансы. 2011. № 2. С. 76–81.
- 6 Мельников А. В., Бухарин С. В., Волков Д. А., Навоев В. В. Статистические методы экспертизы технических и экономических объектов: монография Воронеж: Научная книга, 2013. 274 с.
- 7 Grošelj P., Stirn L.Z., Ayrilmis N., Kuzman M.K. Comparison of some aggregation techniques using group analytic hierarchy process // Expert Systems with Applications. T. 42, № 4, 2015, p. 2198–2204
- 8 B. Zhu, Zeshui Xu Analytic hierarchy process-hesitant group decision making // European Journal of Operation Research. T. 239, № 3, 2014, C. 794–801

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Максим Н. Ивлиев к. т. н., доцент, кафедра информационных технологий моделирования и управления, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394000, Россия, max1m@mail.ru
Светлана Н. Черныяева к. ф.-м. н., доцент, кафедра информационных технологий моделирования и управления, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, chernsv1978@gmail.com
Александр В. Мельников д. т. н., профессор, кафедра информационных технологий моделирования и управления, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394000, Россия, meln78@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Максим Н. Ивлиев выполнил расчёты, реализовал алгоритмическое, информационное и программное обеспечение, написал рукопись
Александр В. Мельников предложил математическую модель и консультировал в ходе исследования
Светлана Н. Черныяева провела обзор литературных источников по исследуемой проблеме, корректировала рукопись до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 13.08.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 30.09.2016

REFERENCES

- 1 Pozdnyakov V.Ya. Analiz i diagnostika finansovokhozyaistvennoi deyatel'nosti predpriyatii [Analysis and diagnostics of financial-economic activities of enterprises] Moscow, NITs INFRA-M publ., 2016. 617 p. (in Russian).
- 2 Shchegortsov V. A., Taran V. A. Mirovaya ekonomika Mirovaya finansovaya sistema Mezhdunarodnyi finansovyi kontrol' [World economy the Global financial system international financial control: a textbook for University students] Moscow, YuNITI-DANA publ. 2015. 528 p. (in Russian).
- 3 Kerimov V. E. Bukhgalterskii uchët: uchebnik dlya bakalavrov [Accounting: textbook for bachelors]. Moscow, Dashkov i K publ., 2015. 583 p. (in Russian).
- 4 Bukharin S. V., Mel'nikov A. V. Expert assessment of financial indicators of liquidity and solvency. *Konkurentosposobnost'. Innovatsii. Finansy.* [Competitiveness]. 2011. no. 1 (5). pp. 74–79. (in Russian).
- 5 Bukharin S. V., Mel'nikov A. V. Expert evaluation of the generalized indicator of capital structure. *Konkurentosposobnost'. Innovatsii. Finansy.* [Competitiveness. Innovation. Finance.]. 2011. no. 2. pp. 76–81. (in Russian).
- 6 Mel'nikov A. V., Bukharin S. V., Volkov D. A., Navoev V. V. Statisticheskie metody ekspertizy tekhnicheskikh i ekonomicheskikh ob'ektov [Statistical methods of examination of the technical and economic objects: monograph] Voronezh, Nauchnaya kniga publ., 2013. 274 p. (in Russian).
- 7 Grošelj P., Stirn L.Z., Ayrilmis N., Kuzman M.K. Comparison of some aggregation techniques using group analytic hierarchy process. *Expert Systems with Applications.* V. 42, Iss. 4, 2015, pp. 2198–2204
- 8 B. Zhu, Zeshui Xu, Analytic hierarchy process-hesitant group decision making. *European Journal of Operation Research.* V. 239, Iss. 3. 2014ю pp. 794–801

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Maxim N. Ivliev candidate of technical sciences, assistant professor, information simulation technology and management department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394000, Russia, max1m@mail.ru
Svetlana N. Chernyaeva candidate of physical-mathematical sciences, assistant professor, information simulation technology and management department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, chernsv1978@gmail.com
Alexandr V. Melnikov doctor of technical sciences, professor, information simulation technology and management department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394000, Russia, meln78@mail.ru

CONTRIBUTION

Maxim N. Ivliev performed calculations, implemented algorithms, information and software, wrote the manuscript
Alexandr V. Melnikov proposed a mathematical model and consulted during the study
Svetlana N. Chernyaeva conducted a review of the literature on an investigated problem, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 8.13.2016

ACCEPTED 9.30.2016

Теоретический подход к институционализации форм управления ресурсным обеспечением инновационной деятельности

М. С. Асмолова¹ asmolova.m.s@gmail.com
С. В. Дедов¹ generdeser@bk.ru

¹ кафедра управления, организации производства и отраслевой экономики, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия

Реферат. Исследования экономики знаний обусловлены актуализацией роли знания и информации. Управленческое воздействие и институционализация управлением ресурсным обеспечением направлено на преодоление проблем, присущих современному этапу развития. Важным научным направлением является проведение теоретического анализа экономических ресурсов в контексте их появления, развития и совершенствования. Данное утверждение определило необходимость рассмотрения теоретического подхода к институционализации форм управления ресурсным обеспечением инновационной деятельности и проведения анализа и типологизации подходов по различным параметрам на основе анализа большого количества источников. Проанализированы особенности самого понятия институционализация, как определяемого феномена во временной перспективе. В качестве анализа использованы проведенные учеными исследования из разных периодов развития экономической науки. Проведенный анализ многочисленных профессиональных и научных исследований позволил сделать вывод, что знание и информацию следует рассматривать в качестве нового вида экономического фактора производства. Отдельно проанализировано влияние процессов глобализации, затронувшие научно-инновационную сферу. Выделено в отдельный блок исследование проблем инновационного развития российской экономики, нерешенность которых препятствует повышению конкурентоспособности национальной экономики и тормозит формирование региональной и национальной инновационной системы, сдерживая переход к инновационной модели развития. Приведена в качестве доказательства углубления экономической глобализации роль новых информационных технологий и формирование единого информационного пространства. Отмечен тот факт, что если ранее наука развивалась в направлении углубления знаний на основе общественного разделения наук, то в предстоящее столетие должно произойти углубление знаний на основе их обобществления.

Ключевые слова: институционализация, ресурсное обеспечение, инновационные ресурсы, инновационная деятельность

Theoretical approach to the institutionalization of forms of governance resource provision of innovative activity

M. S. Asmolova¹ asmolova.m.s@gmail.com
S. V. Dedov¹ generdeser@bk.ru

¹ management, organization of production and branch economy department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia

Summary. Knowledge economy research due to the actualization of the role of knowledge and information. Management, its impact and the institutionalization of management resource provision designed to overcome the problems inherent in the present stage of development. An important research direction is to carry out theoretical analysis of economic resources in the context of their occurrence, development and improvement. This assertion has identified the need to consider the theoretical approach to the institutionalization of forms of resource management software innovation and analysis and typology of approaches by different parameters on the basis of analysis of a large number of sources. The features of the concept of institutionalization as defined phenomenon in a time perspective. In an analysis conducted by scientists used studies from different periods in the development of economic science. The analysis of numerous professional and scientific research led to the conclusion that knowledge and information should be dis-regarded as a new type of economic production factors. Separately, analyzed the impact of globalization processes that have affected the scientific and innovative sphere. Allocated to a separate study by side issues of innovative development of the Russian economy, which prevents the unresolved improve the competitiveness of the national economic and inhibits the formation of regional and national innovation system, restraining the transition to an innovative model of development. Citing as evidence of the deepening of economic globalization, the role of new information technologies and the formation of a single information space. Noting the fact that if the earlier science developed to deepen knowledge on the basis of the social division of Sciences, in the coming century should happen deepening of knowledge on the basis of their socialization.

Keywords: institutionalization, resource provision, innovation resources, innovation

Введение

Актуальность рассуждений о методологических ориентирах изучения инновационных процессов обусловлена быстротой меняющихся экономических отношений и развитием научного аппарата экономических дисциплин. Проведенный анализ публикаций, посвященных проблеме интенсификации вовлечения результатов интеллектуальной деятельности человека во всех областях экономики, позволил сделать

вывод об актуальности проводимого исследования. Тезис о желании достижения первенства в перспективных отраслях народного хозяйства сделан на основании тенденций всех стран мира к укреплению научно-технического потенциала, расширению инвестиций в наукоёмкие технологии, сотрудничеству и ускорению темпов научно-технологического развития.

В современных условиях экономический рост отождествляется с научно-техническим прогрессом и интеллектуализацией основных

Для цитирования

Асмолова М. С., Дедов С. В. Теоретический подход к институционализации форм управления ресурсным обеспечением инновационной деятельности // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 422–426. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-422-426

For citation

Asmolova M. S., Dedov S. V. Theoretical approach to the institutionalization of forms of governance resource provision of innovative activity. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 422–426. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-422-426

факторов производства. Важность исследования определяется непрерывным процессом закономерным развития понятийного и научного аппарата экономических дисциплин. Значительное количество публикаций, посвященных исследуемой проблеме не раскрывает многоаспектности проблемы формирования базисных теоретических подходов и продолжает быть актуальной научной темой. В то же время отмечено, что исследуемой проблеме в комплексе в научных изданиях уделяется недостаточное внимание.

Экономика XXI века базируется на знаниях и информации, ставших достоянием и используемых в практической деятельности экономически активного населения. Рассмотрены тенденции формирования новой «гуманистической экономики», ориентирующаяся на социум (общности, общество в целом) с новым «социальным способом производства», где человек — главный элемент, исходная и конечная цель общественного развития.

Это обусловлено особенностями информационно-технологической революции, формирующей экономику знаний. В результате знания и информация становятся важнейшими ресурсами инновационной деятельности. И мы считаем, что с их помощью удастся преодолевать или смягчать демографические, трудовые, сырьевые, пространственные и временные, экологические и другие виды ресурсные обеспечения, обеспечивать эффективность управления и устойчивость процесса институализации. На основе сделанного вывода предложено уровень, тип, вид и количество предмеченных (закодированных) в нём ресурсов положить в основу ценности того или иного экономического явления. В статье проанализирована зависимость категории «ресурс» от управленческого воздействия и, вследствие этого, зависимость имеет универсальный, междисциплинарный и многоаспектный характер и включается в понятийный аппарат многих областей знаний.

Основой и целью развития современной экономики являются накопление целесообразных знаний и информации и совершенствование форм их управления и средств их обработки и использования. С началом формирования экономики знаний и институтов для осуществления управлением инновационной деятельностью этот процесс проходил и характеризовался проблемностью и неоднозначностью. Однако весь комплекс проблем, связанных с необходимостью институализации, малоизучен современной наукой несмотря на традиционный подход к рассмотрению экономических ресурсов в контексте появления, развития и совершенствования. Данное утверждение определило необходимость рассмотрения теоретического подхода к институализации форм управления ресурсным обеспечением инновационной деятельности.

Характеристику данного понятия трактуют в течение длительного периода времени разные авторы, что обуславливает как возможность проведения анализа и типологизации подходов по различным параметрам на основе анализа большого количества источников, так и сложность, вследствие большого количества подходов и их неоднозначности.

Среди причин сложностей необходимо указать на ряд особенностей самого понятия институализация как определяемого феномена во взаимосвязи с необходимостью управления инновационной деятельностью и, как следствие, институализации самого управления:

- многоаспектность (качество результатов; качество возможностей использования, обеспечивающих результат; качество процесса, качество субъектов ими пользующимися);

- многосубъектность (индивид, структура, муниципальность или региональность, общество в целом, государственные органы, исследователи процесса и институтов, не включенные в нее непосредственно);

- многоуровневость (применимость ресурсов, управленческого воздействия различных ступеней);

- многокритериальность (оценивается различными субъектами по многочисленным наборам критериев);

- неопределенность (масштабность, неоднородность);

- полихронность (сочетание тактических и стратегических аспектов, которые в разное время с учетом приоритетов в содержании и форме различными субъектами могут восприниматься по-разному, а значит и по-разному трактоваться);

- вариативность и инвариантность (большая специфичность).

Анализ подходов к институализации форм управления ресурсным обеспечением инновационной деятельности, относится к 60-м годам. К этому периоду сформировались важнейшие методологические основы институализации форм управления ресурсным обеспечением инновационной деятельности с позиций прогресса науки и образования, всесторонне исследовалось качественное изменение места и роли знаний и информации в общественном производстве.

В 60-е и 70-е годы исследования Д. Белла, Г. Кана, К. Томинаги, Р. Дарендорфа и многих других авторов привели к глубокому осознанию радикально изменившегося характера самого процесса ресурсного обеспечения современного общества. Данные авторы считают, что в результате взаимодействия науки и производства уменьшилась восприимчивость техники к новым открытиям и изобретениям, технические задачи перестали стимулировать умножение научного знания.

Отдельные направления исследуемой проблемы рассматривались российскими учёными Н. Бекетовым, В. Даниловым, Г. Кошевой, А. Козыревым, В. Макаровым, А. Сотсковым, В. Полтеровичем. Их теоретические изыскания свидетельствуют, что полезность знания возрастает небывалыми темпами. Знание стало ресурсом всякого производства, причем оно уже сегодня дает экономию труда значительно большую, чем затраты в науке на получение знания. Это подтверждают современные исследования процессов управления, охватывающие три стратегически взаимосвязанных группы – глобальные знания, локально-глобальные, а также сублокальные [1].

Ф. Махлуп воспринимал инновационную деятельность экономики знаний как важнейшее условие развития секторов экономики. Среди подобных теорий наиболее заметной стала концепция информационного общества. Введенный Т. Умесао термин «информационное общество» получил всемирное признание после выхода в свет знаменитой книги Й. Масуды и приобрело новое звучание в работах Т. Сакайи. Информационная экономика, как интегральная научная дисциплина имеет особый предмет, метод и инструментарий исследования.

Р. Арманном была сформулирована концепция обмена знаниями для достижения общего знания. Её главной идеей является утверждение, что информация, которую используют экономические субъекты не только различна по полноте и качеству, но и постоянно изменяется. Основой развития теории информационной экономики послужили: концепция аукционов «стратегия-доказательство» В. Викери.

Теория постиндустриального общества сформировалась в результате всестороннего анализа качественно новой ситуации, сложившейся в анализируемый период в развитых индустриальных странах. Именно на обнаружение характерных черт рождающегося нового общества и были направлены усилия основоположников теории «экономики, основанной на знаниях» Т. Стюарта, Т. Сакайи, Н. Штера. Напротив, большинство американских и европейских исследователей, начиная со второй половины 80-х годов, стали акцентировать внимание на роли и значении не столько информации, сколько знания, что породило целый спектр новых определений современного общества, среди которых такие, как *knowledge society*, *knowledgeable society* и т. д.

Понимание того, что современное общество может, и должно рассматриваться именно как постиндустриальное, укрепляется по мере анализа логики развития цивилизации, какой она представлена в рамках постиндустриальной теории. Согласно теоретических изысканий её сторонников, в истории достаточно строго прослеживаются три большие эпохи, образующие триаду

«доиндустриальное – индустриальное – постиндустриальное общество». Такая периодизация социального прогресса основана на нескольких критериях, а постиндустриальное общество противопоставляется индустриальному и доиндустриальному по трем важнейшим параметрам:

– основному производственному ресурсу (в постиндустриальном обществе ими являются знание и информация, в индустриальном – энергия и технологии, в доиндустриальном – первичные условия производства, сырье);

– типу производственной деятельности (он рассматривается в постиндустриальном обществе как последовательная обработка [processing] в противоположность изготовлению [fabrication] и добыче [extraction] на более ранних ступенях развития);

– характеру базовых технологий (определяющихся в постиндустриальном обществе как наукоемкие, в эпоху индустриализма – как капиталоемкие и в доиндустриальный период – как трудоемкие).

Это позволяет сделать утверждение, что то, что мы знаем об экономических законах и категориях, не предел. Еще К. Маркс указывал на недопустимость брать экономические категории в той последовательности, в которой они исторически играли решающую роль. Их последовательность в системе определяется теми отношениями, в котором они находятся друг другу в данный период развития общества. В то же время понятие «экономические ресурсы» напрямую связаны с понятием «факторы производства». В отечественной экономической литературе термины «фактор» и «ресурс» используются по-разному.

Несмотря на множество разных подходов, большинство исследователей отмечают главное – знание и информацию следует рассматривать в качестве нового вида экономического фактора производства [2]. Как факторы производства знания и информация имеют свойства, качественно отличающие их от других ресурсов производства: в них противоречиво сочетаются подлинная безграничность и редкость высшего уровня, объективный характер и беспрецедентный субъективизм, невоспроизводимость и тиражируемость. При этом, неэкономические мотивы деятельности людей, осваивающих этот ресурс, приводят к вполне экономическим, по своей сути, последствиям.

Современные процессы глобализации, затронувшие и научно-инновационную сферу, создают базу для международной интеграции в экономической, политической, социокультурной, экологической и других областях. В то же время становлению и формированию мировой интегрированной научно-инновационной системы присущи собственные закономерности и

противоречия, которые неизбежно будут проявляться в российской практике [3]. Особенности, присущие процессу глобализации мировой экономики, предопределяют рассмотрение данных функций не опосредованно, а в достаточно сложной их взаимосвязи. По своей сути глобализация является высшей стадией интеграции. Она идет к расширению обмена материальными, интеллектуальными ценностями, а также знаниями и информацией.

Не менее значимыми в современных условиях являются проблемы инновационного развития, нерешенность которых препятствует повышению конкурентоспособности национальной экономики и тормозит формирование региональной и национальной инновационной системы, сдерживая переход к инновационной модели развития.

Осмысление содержания и направленности управления инновационной деятельностью, с использованием знания и информации становится важной задачей. Неслучайно Б. Гейтс, основатель и глава Microsoft, сказал знаменитую фразу: «Люди склонны переоценивать то, что случится через шесть месяцев, но недооценивать то, что произойдет через шесть лет». Неравномерность распределения знаний в эпоху глобализации, как капитала, в индустриальный период ведёт к изменению условий, обуславливающих образование господствующей элиты и повышению способностей для всех людей воспринимать и порождать новые идеи.

Усиление глобализационных процессов предполагает формирование комплексной системы управления также и возможными рисками инновационной деятельности, способной адекватно, точно, своевременно и компетентно реагировать на вызовы, предугадывать и предотвращать потенциальные угрозы. Существующая степень неопределенности результатов инновационных процессов в современной экономике влияет на то, что любая преднамеренная деятельность предполагает непредсказуемость последствий использования эффективных инноваций и результатов их внедрения в рыночное производство [4].

Новые информационные технологии стали мощным инструментом распространения единых стандартов, выработки общих ценностей и целей, привели к формированию единого информационного пространства. Доказательством тому служат углубление экономической глобализации, оживленное развитие науки и техники, активное перемещение ресурсов и все более тесные экономические отношения между странами, появление новых институциональных форм управления. Появилась возможность управлять инновационной деятельностью: знания, информация, технологии в режиме

реального времени на значительных расстояниях независимо от национальных границ.

Интерпретируя данный тезис применительно к региональной экономике, необходимо отметить, что региональная система в процессе своего развития: 1) находит новое состояние равновесия, адекватное господствующим центрам тяготения; 2) вызывает к жизни соответствующие изменения в своих отношениях с соседними региональными системами и общественно-хозяйственной системой страны.

Во второй половине XX века научно-технический прогресс непосредственным образом отразился на практике ресурсопользования. Возникло понятие потенциальные ресурсы или «ресурсы будущего». Наиболее выдающиеся успехи были за теми, кто сумел использовать неосознанные ресурсы, то есть знание, информацию, предпринимательскую способность, идеи, на базе которых создаются технологии, обеспечивающие ускоренное развитие человеческой цивилизации и дающие человеку все новые возможности удовлетворения своих неутолимых потребностей.

К знанию и информации применимы обычные экономические категории: производство, экономия на масштабе, конкуренция, спрос, предложение и экстерналии. Знания вытесняют на второй план традиционные экономические ресурсы – капитал, труд, природные ресурсы, отводя при этом все большую роль инновациям, под которыми теоретически прописываются ресурсы.

Считаем необходимым отметить несомненный для предшествующего столетия факт, если раньше наука развивалась в направлении углубления знаний на основе общественного разделения наук, то в предстоящее столетие должно произойти углубление знаний на основе их обобществления. Поэтому одной из главных задач современного общества является производство знаний и передача информации. В цивилизованных странах котируется преподавание, то есть передача знаний и опыта. Работник, занимающийся инновационной деятельностью, обладает так называемой метаквалификацией. И высшей целью общества становится процесс формирования и развития личности, развития способности воспринимать и осваивать новые знания в зависимости от количества и качества знаний, накопленных в прошлом.

Отметим, что проведенный анализ многочисленных профессиональных и научных исследований в различных областях экономической науки доказывает, что институты вносят значительный вклад в ускорение экономического развития и повышение качества экономического роста. Поэтому изучение институциональных основ ресурсного обеспечения инновационной деятельности имеет самостоятельное научное и практическое значение.

Заключение

Все вышеуказанные и некоторые другие обстоятельства объективно выдвигают на первый план именно сейчас задачу более глубокого теоретического исследования ресурсов, играющих основную роль в создании инноваций в экономике, основанной на знаниях, а также уточнения адекватно современным реалиям их сущности, экономического содержания, форм, разновидностей, типов, проявлений, факторов формирования и реализации, способов измерения и оценки и других важных моментов. Причинами этого

являются факторы, определяющие и активизирующие работу всех институтов государства [5]. Следовательно, базовые системы для ресурсного обеспечения инновационной деятельности становятся органичными элементами инновационной экономики, образуя общую конфигурацию хозяйственных отношений, позиционируют состав участников инновационных процессов по отношению друг к другу, в том числе и на региональном уровне. К настоящему времени в данном отношении еще много пробелов, проблем, разночтений и даже противоречий, поскольку широкого исследования не проводилось.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Shenxue Li. Tapping the power of local knowledge: A local-global interactive perspective // Journal of World Business. Т. 51, № 4, 2016, С. 641–653. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jwb.2016.04.001>
- 2 Стриженко А. Инновационность как фактор интенсивного экономического роста // Вестник Алтайской науки. 2015. № 2. С. 258–265.
- 3 Gaziulusoy A. Design for system innovations and transitions: a conceptual framework integrating insights from sustainability science and theories of system innovations and transitions Original Research Article // Journal of Cleaner Production, Т. 108, № 1 2015, С. 558–568. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.06.066>
- 4 Зибров Г. В., Дедов С. В., Гордиенко Н. С., Демин С. В. Современная парадигма инновационных процессов // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2012. № 4. С. 171–174.
- 5 Дедов С. В. Направления институализации рынка инновационных ресурсов // Вестник ВГТА. 2011. № 4. С. 70–73.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

М. С. Асмолова соискатель, кафедра управления, организации производства и отраслевой экономики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия, asmolova.m.s@gmail.com

С. В. Дедов соискатель, кафедра управления, организации производства и отраслевой экономики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия, generdeser@bk.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

М. С. Асмолова обзор литературных источников по исследуемой проблеме

С. В. Дедов написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 01.09.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 11.11.2016

REFERENCES

- 1 Shenxue Li. Tapping the power of local knowledge: A local-global interactive perspective. Journal of World Business. V. 51, Issue 4, 2016, pp. 641–653. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jwb.2016.04.001>
- 2 Strizhenko A. Innovation as a factor of intensive economic growth. *Vestnik Altaiskoi nauki* [Proceedings of the Altai science]. 2015. no. 2. pp. 258–265. (in Russian).
- 3 Gaziulusoy A. Design for system innovations and transitions: a conceptual framework integrating insights from sustainability science and theories of system innovations and transitions. Original Research Article. Journal of Cleaner Production, V. 108, 2015, pp. 558–568. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.06.066>
- 4 Zibrov G. V., Dedov S. V., Gordienko N. S., Demin S. V. The modern paradigm of innovation processes. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2012. no. 4. pp. 171–174. (in Russian).
- 5 Dedov S. V. The direction of institutionalization of the market of innovative resources. *Vestnik VGTA* [Proceedings of VGTA]. 2011. no. 4. pp. 70–73. (in Russian).

INFORMATION ABOUT AUTHORS

M. S. Asmolova applicant, management, organization of production and branch economy department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia, asmolova.m.s@gmail.com

S. V. Dedov applicant, management, organization of production and branch economy department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia, generdeser@bk.ru

CONTRIBUTION

M. S. Asmolova review of the literature on an investigated problem

S. V. Dedov wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 9.1.2016

ACCEPTED 11.11.2016

Профилактика и управление конфликтами в сфере муниципальной службы

Вера А. Лобызенкова¹ feklacat@ya.ru
Надежда В. Коваленко¹ nkoval12@mail.ru

¹ кафедра корпоративного управления, Волгоградский институт управления-филиал РАНХиГС, ул. Гагарина, 8, г. Волгоград, 400005, Россия

Реферат. В настоящее время трудно представить себе существование людей, организаций, обществ без конфликтов. Сами по себе эти разногласия и противоречия могут быть положительным фактором развития отношений между людьми и тех групп и организаций, в которые они объединены. Однако, становясь острыми, они могут препятствовать успешной совместной работе и вести к конфликтам. Как многие объемные категории, понятие конфликта имеет множество определений и толкований. Одно из них определяет конфликт как отсутствие согласия между двумя и более сторонами, которые могут быть конкретными лицами или группами. Другие выделяют в конфликте процессуальную, деятельностьную составляющую, считая конфликт активными действиями каждой из сторон для реализации своих целей. При этом окрашенными сильными эмоциональными чувствами. Суммируя различные точки зрения, авторы рассматривают конфликт как способ взаимодействия при наличии противоречий и несовместимых взглядов, позиций и интересов, как противостояние взаимосвязанных, но следующих своим целям двух и/или более сторон. Исследуя теоретическую сторону конфликта, в статье отмечается, что его содержательную сторону определяют объект и предмет конфликта. В связи с этим, раскрывается содержание объекта, субъекта конфликта, рассмотрены проблемные вопросы относительно процесса управления конфликтами в сфере муниципальной службы. На основе анализа правоприменительной практики рассмотрены способы управления и разрешения конфликтов, отмечается их негативное влияние во властных структурах, что приводит к снижению авторитета и доверия к институту государственной службы в целом со стороны общества. Для повышения эффективности деятельности государственных и муниципальных служащих, авторами охвачены технологии и пути управления конфликтами, методы их преодоления и разрешения.

Ключевые слова: public service, municipal service, conflict, conflict of interests, democratic institutions, public administration, technology, method

Prevention and management of conflicts in the field of municipal services

Vera A. Lobyzenkova¹ feklacat@ya.ru
Nadezhda V. Kovalenko¹ nkoval12@mail.ru

¹ corporate management department, Volgograd Institute of management-branch of Ranepa, Gagarin str., 8, Volgograd, 400005, Russia

Summary. Currently, it is difficult to imagine the existence of people, organizations, societies without conflicts. By themselves, these differences and contradictions can be a positive factor in the development of relations between people and those groups and organizations to which they are united. However, becoming sharp, they can interfere with the successful collaboration and lead to conflict. As many volume categories, the concept of conflict has many definitions and interpretations. One of them defines conflict as a lack of agreement between two or more parties that may be specific individuals or groups. Others invest in the conflict procedure, activity be suitable, considering the conflict active actions of each party sharing of their goals. A colored strong emotional feelings. Summarizing the different points of view, the authors referred to have conflict as a way to interact in the presence of contradictions and incompatible views, positions and interests, as a confrontation between interconnected, but following their purpose two or more parties. Exploring the theoretical side of the conflict, the article notes that it is a meaningful way to determine the object and subject of the conflict. In this regard reveals the content of the object, the subject of the conflict, the issues concerning the process of conflict management in the sphere of municipal service. Based on the analysis of law enforcement practice considers ways to manage and resolve conflicts, noted their negative influence in the power structures, which reduces credibility and confidence in the institution of public service as a whole by society. To improve the efficiency of state and municipal employees, the authors covered technology and ways of conflict management, methods of their overcoming and solutions.

Keywords: public service, municipal service, conflict, conflict of interests, democratic institutions, public administration, technology, method

Введение

Как многие объемные категории, понятие конфликта имеет множество определений и толкований. Одно из них определяет конфликт как отсутствие согласия между двумя или более сторонами, которые могут быть конкретными лицами или группами. Каждая сторона делает все, чтобы была принята ее точка зрения или цель, и мешает другой стороне делать то же самое. Другие выделяют в конфликте процессуальную, деятельностьную составляющую,

считая конфликт активными взаимонаправленными действиями каждой из сторон для реализации своих целей, при этом окрашенными эмоциональными чувствами.

Суммируя различные точки зрения, можно определить конфликт как «нормальное проявление социальных связей и отношений между людьми, способ взаимодействия при наличии противоречий и несовместимых взглядов, позиций и интересов, как противостояние взаимосвязанных, но следующих своим целям двух и/или более сторон» [1, с. 41].

Для цитирования

Лобызенкова В. А., Коваленко Н. В. Профилактика и управление конфликтами в сфере муниципальной службы // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 427–433. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-427-433

For citation

Lobyzenkova V. A., Kovalenko N. V. Prevention and management of conflicts in the field of municipal services. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 427–433. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-427-433

Содержательную сторону конфликтов определяют объект и предмет конфликта. Под объектом конфликта чаще всего понимают то, чем хотят обладать оба участника конфликта. Чаще всего, по мнению ученых, объектами конфликтов становятся статус, ресурсы и духовные ценности.

Субъект конфликта в самом общем приближении – это активная сторона, создающая конфликтную ситуацию и способная влиять на протекание конфликта в зависимости от своих интересов. Таким субъектами могут быть отдельные люди и группы разной величины (от малых до социальных общностей). В зависимости от субъекта конфликта выделяют межличностные, личностно-групповые и межгрупповые разновидности конфликтов, а также как особый вид – внутриличностные конфликты.

Конфликты на государственной службе имеют отличия, связанные со спецификой деятельности органов государственного управления, с иерархией административных структур, противоречиями между новыми управленческими задачами (в период реформирования госслужбы) и сложившимися стереотипами управленческой деятельности и т. д.

Конфликт на муниципальной службе можно определить, как вид управленческого взаимодействия, для которого характерно наличие субъектов и объекта конфликта, а также наличие деятельности, приводящей к нарушению равновесия в отношениях. Они отличаются от других видов конфликтов статусом участников, предпосылками и причинами возникновения, условиями протекания и механизмами управления и разрешения конфликта.

Наиболее распространенным видом межличностного конфликта на муниципальной службе является конфликт между руководителем и подчиненными. Немало конфликтов связано с непрофессионализмом самих руководителей (низким уровнем их конфликтологической компетентности), нарушениями этики служебного общения, неблагоприятным социально-психологическим климатом в коллективе, неразработанной организационной культурой. Руководители, как свидетельствуют результаты исследования, нуждаются в специальной подготовке к деятельности по предупреждению и конструктивному разрешению организационных конфликтов на государственной службе.

Управление конфликтом предполагает не только регулирование уже возникшего противоборства, но и создание условий для его предупреждения, причем наибольшую значимость из этих задач имеет профилактика. Именно хорошо поставленная работа по

предупреждению конфликтов обеспечивает уменьшение их числа и резко снижает возможности возникновения деструктивных конфликтных ситуаций в целом. Профилактика (предупреждение) конфликтов заключается в такой организации жизнедеятельности субъектов социального взаимодействия, которая исключает или сводит к минимуму вероятность конфликтов между ними.

Профилактика конфликтов разного рода чрезвычайно важна в муниципальных органах, где само содержание работы создает много поводов для недовольства как со стороны потребителей муниципальных услуг, и внутри самой муниципальной структуры. Поэтому изучение и использование условий, различных приемов, технологий предупреждения конфликта важно для сотрудников и, главное, руководителей организации.

Наибольшую сложность в работе с конфликтами представляет определение момента, когда конфликт зарождается, так как в это время еще можно его погасить. Деятельность по предупреждению конфликтов могут осуществлять сами участники взаимодействия, руководители организаций и специалисты конфликтологии, если они есть в наличии. Предупредить конфликты гораздо легче, чем конструктивно разрешить их. Поэтому знание предпосылок предупреждения конфликта может сыграть в жизни организации важную роль.

Направления предупреждения конфликт обычно объединяют в четыре основные группы: устранение объективных условий конфликта, устранение организационно-управленческих факторов, устранение социально-психологических причин, устранение личных причин [2, С. 187–189].

Среди *объективных условий* предупреждения конфликтов основным считается *создание благоприятных условий для жизнедеятельности работников* организации, так как неустроенный, неуважаемый, несостоявшийся человек – потенциальный источник всяких выяснений отношений.

Для органов власти важной объективной предпосылкой предупреждения конфликтов является *разработка нормативных процедур разрешения типичных предконфликтных ситуаций*, что позволяет сотрудникам отстаивать свои интересы, не вступая в конфликты. В административных организациях, как и везде, существуют типичные проблемные ситуации и типичные предконфликтные ситуации, и, если они заранее «прописаны» в нормативных документах, вероятность конфликта значительно ниже.

К организационно-управленческим факторам предупреждения конфликтов относят, например, структурно-организационные условия, под которыми понимают обеспечение соответствия формальной и неформальной структур организации задачам, стоящим перед коллективом, что уменьшает противоречия, возникающие между структурными элементами. Важную роль играют также оптимизация функциональных взаимосвязей между структурными элементами организации и работниками.

Предупредить конфликт может также учет соответствия работника максимальным требованиям, которые предъявляются ему в соответствии с занимаемой должностью. Несоответствие должности по профессиональным, нравственным, другим психологическим и физическим качествам создает предпосылки для возникновения конфликтов с начальниками, подчиненными, сослуживцами. Важную роль играет также грамотная оценка руководителем результатов деятельности подчиненных, иначе некомпетентность руководящей оценки, ее необъективность, непродуманность могут спровоцировать конфликт.

Безусловно, предупредить конфликт позволяет и *нормализация социально-психологического климата в организации*. Здесь руководителю поможет его личная наблюдательность, поддержка и совместная работа с неформальными лидерами коллектива, укрепление сплоченности работников, словом, те мероприятия, которые помогают людям заниматься делом, а не бездельничать.

Определенные проблемы создаются в коллективе, если *некоторые сотрудники переживают внутриличностный конфликт* (например, конфликты неадекватной самооценки, мотивационные конфликты, моральные, адаптационные и т. п.). Подобные конфликты приводят к утрате уверенности человека в своих силах, формированию комплекса неполноценности и т. п. Практика показывает, что, если такой конфликт вовремя не разрешается, он может привести к более тяжелым последствиям – стрессам, неврозам, фрустрациям, и в результате так или иначе дестабилизировать обстановку, мешать нормальной работе и отношениям.

Очень важно при анализе возможностей предотвращения конфликта в организации понимать, какие силы могут это сделать. Предупреждение конфликта в организации может осуществляться несколькими субъектами: вышестоящим руководством, определяющим общее положение работников в системе учреждения; трудовым коллективом, способным выполнять воспитательные и регулятивные функции,

спланировать людей, формировать у них отношения сотрудничества и взаимопомощи, а также с помощью посредников, медиаторов, или «третьей стороны». Рассмотрим подробнее роли каждой из сторон.

Традиционно считается, что ответственность за недопущение и разрешение конфликта несет руководитель, причем и «низовой», непосредственно работающий с людьми, и топ-менеджер. Особые сложные проблемы возникают в работе по предупреждению конфликтов, если речь идет об отношениях «руководитель–подчиненный», то есть о конфликтах «по вертикали». Согласно исследованиям, именно такие конфликты преобладают в организации (до 70–80%). Проблемы взаимоотношений руководителей и подчиненных актуальны для науки и практики. В центре внимания находятся вопросы эффективности управления, стиля руководства, авторитета руководителя, оптимизации деловых и личностных отношений в коллективе.

Объективными причинами организационных конфликтов могут быть, например, субординационный характер отношений, интенсивностью совместной деятельности, сложностью социальной и профессиональной адаптации руководителя к должности управленца, недостаточностью обеспечения управленческих решений всем необходимым для реализации. К примеру, именно звено «непосредственный руководитель–подчиненный» является наиболее конфликтным, на него приходится более 53% всех конфликтов в организации.

К *субъективным причинам* обычно относят управленческие причины, например, ошибочные решения руководителя, его низкую профессиональную подготовку, низкий престиж труда управленцев среднего и низшего звеньев, неравномерность распределения служебной нагрузки среди подчиненных и т. п.

Достаточно часто конфликты в организации не только не предотвращает, а создает сам начальник, если он имеет низкую культуру общения, стремится утвердить свой авторитет любой ценой, выбирает неэффективный стиль руководства, плохо относится и не уважает своих сотрудников и т. д.

Интересно, что в конфликтах руководителя и подчиненного даже эмоциональные состояния различаются (см. рисунки 1 и 2). При сопоставлении рисунков видно, что у подчиненного в конфликте с начальником гораздо больше негативных эмоций, а руководитель сохраняет спокойствие в три раза чаще, чем его сотрудник. Поэтому руководитель должен помнить об этом и учитывать состояние и служебное положение подчиненного.

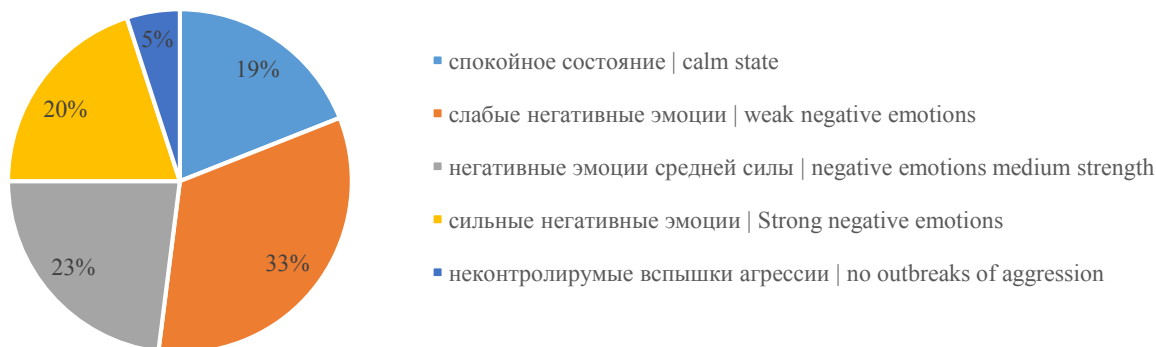


Рисунок 1. Эмоциональные реакции начальника

Figure 1. Emotional responses of the chief.

Источник: Анцупов, А.Я. Конфликтология в схемах и комментариях [2, С. 68]

Source: Antsupov A. Y. Conflict in the circuits and the review

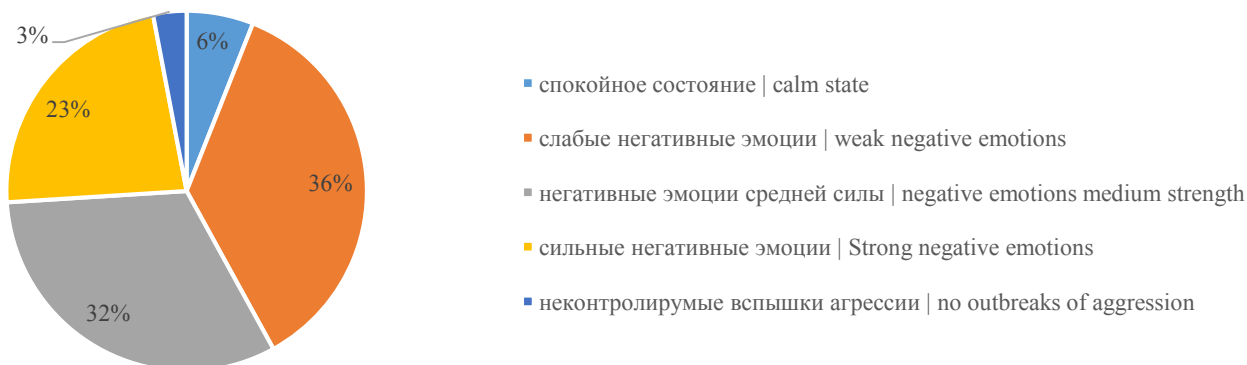


Рисунок 2. Эмоциональные реакции подчиненного

Figure 2. The emotional reaction of a subordinate

Источник: Анцупов, А.Я. Конфликтология в схемах и комментариях [2, С. 68]

Source: Antsupov A. Y. Conflict in the circuits and the review

В любом случае улаживании конфликтов, при управлении поведением персонала в конфликтных ситуациях чаще всего именно руководителю принадлежит исключительная, важная роль.

Специалистами достаточно подробно разработаны рекомендации руководителям и подчиненным о том, как не допустить конфликты. Ограничения объема работы не позволяют рассмотреть их подробно, выделим самые важные.

Подчиненным специалисты предлагают такие рекомендации по разрешению конфликта с руководителем:

- не спешите противоречить руководителю в конфликте;
- если вы правы, старайтесь не уступать в главном;
- предлагайте несколько вариантов решения (не «упирайтесь» на одном);
- не переходите в разговоре с начальником на резкие выражения и грубости;
- внимательно изучайте индивидуальные особенности руководителя и используйте слабости его позиции;

- если вы чувствуете свою правоту, объясняйтесь с руководителем один на один;
- учитывайте, чем ниже нравственные качества руководителя, тем сложнее решаются конфликты с ним и т. д.

Персональный стиль опытных *руководителей* в деле конструктивного разрешения конфликтов обычно включает в себя следующие приемы:

- использование позитивных и негативных санкций как проявление власти руководителя (работников нельзя предоставлять самим себе, сегодня похвалил, завтра отругал, послезавтра дал премию и выговор – тогда все работают);
- переключение внимания сотрудников с конфликта на работу (сразу прекращать споры и дискуссии, не имеющие отношения к делу);
- если конфликт все-таки завязался, убеждать конфликтующие стороны в нерациональности конфликта, ведь любой конфликт притупляет творческую активность работников;
- умение заинтересовать подчиненного в том решении конфликта, которое предлагает руководитель, то есть изменить его мотивацию;

- использование поддержки вышестоящих руководителей, общественности, а также собственного должностного положения;

- умение слушать подчиненных в конфликте, учет психологических особенностей и конфликтующих сторон, и всех сотрудников, ведь когда-то любой из подчиненных может стать участником конфликта;

- не забывать проводить детальный разбор конфликтов, такое знание поможет в будущем не допускать конфликтов или разрешать их с минимальными потерями и др. [3, С. 18–21].

В профилактике и разрешении конфликтов большую роль играет личный пример руководителя. Наряду с общими требованиями к руководителю как организатору трудового процесса, компетентному специалисту в сфере управления все большую значимость приобретают его личные характеристики как воспитанного человека, владеющего знаниями и навыками в области этики деловых отношений. Все чаще в практике используется по отношению к руководителю понятие *культуры профессионального поведения руководителя*, которая определяется общим уровнем его интеллекта, широкой эрудицией, обширностью интересов, общим уровнем образования и воспитания.

Этика деловых отношений предполагает, что руководитель знает способы профилактики, предупреждения и устранения конфликтов, а также обладает навыками практического использования указанных способов на практике. Он может создать доброжелательную корректную обстановку для выяснения всех особенностей социально-психологического климата в коллективе, конфликтных взаимодействий, и может сам вмешаться в ситуацию. Важно и то, что руководитель должен иметь навыки проведения критического разбора деятельности подчиненного. И еще одна сторона деятельности руководителя по профилактике конфликтов в коллективе — умение сочетать деловую активность с отдыхом, снимать психологические напряжения и стрессы, заботиться о хорошем отдыхе сотрудников, включая рациональное использование свободного времени, поддержание здоровья и благополучия. Это поднимает деловой настрой людей, увеличивает их энергию, помогает преодолевать конфликты и стрессы.

Задачи по предотвращению конфликтов руководителю должен помогать решать трудовой коллектив, в котором и зарождаются, и разворачиваются конфликты. Члены коллектива в той или иной мере не могут оставаться в стороне от конфликтов, они выполняют в них разные роли, преследуют разные цели и используют разные стратегии поведения в конфликте. Возможности возникновения конфликта создаются

во многом из-за объективных противоречивых ситуаций, возникающих при совместной деятельности людей, однако возможности переходят в конфликт только в сочетании с субъективными факторами. Какие бы объективные условия ни существовали, вступают в конфликт все-таки люди, поэтому от их восприятия ситуации зависит развитие этой ситуации. Человеческий фактор конфликтности, ее субъективные аспекты связаны как с особенностями коллектива, так и с индивидуальными, личностными качествами людей, культурой их общения.

Специалисты отмечают, что сложные ситуации чаще перерастают в конфликт в коллективах с невысоким уровнем развития, где сотрудники разобщены, между ними отсутствует единство по вопросам совместной деятельности. В группах высокого развития в ответ на сложную ситуацию возникает сильная адекватная реакция, повышается уровень адаптации, растет сопротивляемость и сплоченность, увеличивается эффективность труда. Поэтому формирование взаимной доброжелательности, готовности к сотрудничеству, оптимизация деловых и личных отношений — это условие снижения уровня конфликтности в коллективе.

Однако рассогласования между сотрудниками больше связаны не с особенностями коллектива, а все-таки с индивидуальными качествами членов коллектива. Здесь очень важно выявить заранее, кто из сотрудников может быть источником конфликтов. По мнению практиков в сфере управления персоналом, например, А. Гончарова, Т. Семиной, О. Рыбаковой и др., потенциальными «конфликтотгенами» могут быть сотрудники, которые обладают специфическими чертами характера: думают только о себе; действуют методом штурма (наскока), а не ищут путей решения, приемлемых для всех; занимаются постоянной подтасовкой и искажением фактов; большую часть времени тратят на поиски слабых мест у будущих противников, которым считают почти всех в коллективе; любой ценой добиваются выигрыша и считают, что отстаивают только слабые люди и т. д.

В зависимости от психологических особенностей каждый сотрудник тяготеет к конкретному стилю конфликтного поведения. Таких стилей обычно выделяют пять: компромисс, конкуренция, сотрудничество, приспособление, уклонение. Наблюдение за сотрудниками и, конечно, знание внешних проявлений каждого стиля могут помочь и руководителю, и самим членам коллектива определиться и вовремя реагировать на попытки дестабилизировать ситуацию, продумать заранее возможные ответные меры.

Поскольку трудовой коллектив рассматривается нами не как простое, бесцельное объединение людей в группу, которые проводят вместе определенное время, а как работники, имеющие общественно полезную цель, сплоченность, наличие органов управления, самоуправляемые и саморегулируемые. Поэтому можно говорить о необходимости формирования оптимального социально-психологического климата, о социальном контроле коллектива над поведением своих членов, об адекватной реакции на конфликт, о необходимости формирования деловой атмосферы вместо разборок и соперничества.

Все это соединяется в понятии «организационная культура», которая должна способствовать диалогу, открытому обсуждению проблем, интеграции и сближению различных мнений. Здесь трудовой коллектив и руководитель должны работать вместе, помогая и поддерживая общие цели. Трудовой коллектив может содействовать как предотвращению конфликтов, так и их позитивному разрешению.

Еще одна возможность урегулирования внутриорганизационных конфликтов – использование метода медиации, или участие третьей стороны (посредника). Медиация (от. лат. *mediato* – посредничество) – это внесудебный, непубличный метод конструктивного решения конфликтов, при котором две стороны с помощью третьей независимой стороны (медиатора) согласовывают решения, отвечающие их потребностям и интересам [4, С. 57].

Медиация представляет собой особый метод посредничества в споре, приоритетной целью которого является нахождение консенсуса. Отличительной чертой этого метода является то, что медиатор (или посредник) не высказывает собственного мнения по поводу обсуждаемой темы и тем самым не влияет на результат. Напротив, посредник должен быть одинаково внимателен к обеим точкам зрения и в случае необходимости уравнивать административные, психологические и риторические дисбалансы (например, при конфликте подчиненных с начальством).

Участие третьей стороны – один из наиболее древних способов конструктивного урегулирования конфликтов. В настоящее время вмешательство третьей стороны в разрешение конфликтов переживает период бурного развития и используется в самых разных конфликтных ситуациях в разных сферах в первую очередь как альтернатива судебному разбирательству. Обращение к посредникам имеет ряд преимуществ: возможность выбрать арбитра (причем арбитры, как правило, имеют высокую квалификацию), быстрота разбирательства; относительная дешевизна; конфиденциальность.

Коллектив ученых РУДН под руководством Т. Балыхиной выделяет несколько основных форм участия третьей стороны (посредника) в разрешении конфликта. Если третья сторона – «*третейский судья*», он обладает максимальными возможностями при решении проблемы. Он изучает проблему всесторонне и его решение не обжалуется. Роль «*арбитра, судьи*» – по сути то же самое, но здесь власть судьи неокончательная, стороны могут не согласиться с его решением и обратиться к другому арбитру. Нейтральная роль в конфликте – «*посредник*». Он обладает специальными знаниями и обеспечивает конструктивное разрешение конфликта, но окончательное решение принадлежит оппонентам. Руководитель – «*помощник*» организует встречу, но не участвует в полемике и обсуждении, а «*наблюдатель*» своим присутствием в зоне конфликта смягчает его течение, следит за выполнением правил и договоренностей.

В отечественной практике услуги третьей стороны пока главным образом используются в бизнесе, судебных делах, информация об использовании этого метода в разрешении конфликтов на государственной службе практически отсутствует. Возможно, это связано с закрытостью государственной власти, нежеланием «выносить сор из избы», и с отсутствием независимых центров разрешения конфликтов, как это принято за рубежом. Однако преимущества этого метода в решении различных организационных конфликтов велики, и возможности должны использоваться шире.

Несмотря на актуальность использования медиации (или третьей стороны) для разрешения конфликтов, специалисты отмечают невысокую готовность использовать этот метод. Это связано с множеством обстоятельств:

- недостаточным количеством фирм, предлагающих услуги медиации;
- с тем, что решение конфликтных ситуаций силами только руководителя кажется более простым способом;
- опасением руководящих лиц потерять авторитет в глазах подчиненных в результате привлечения человека со стороны;
- имеющийся негативный опыт проведения процедур медиации;
- решения конфликта с результатами, не устраивающими руководителя;
- отсутствия литературы, обучающих документов и просто информации об опыте применения такого метода разрешения конфликтов.

Несмотря на то что вмешательство третьей стороны не является универсальным средством для улаживания конфликтов, имеет ограничения

(например, если вмешательство посредника активное и сильное, оно может замедлить самостоятельное разрешение ситуации, а это не очень хорошо), все равно медиация может быть очень полезной и важной в уменьшении разногласий, снижении напряженности между людьми, группами, организациями.

Заключение

Возможности науки и практики открывают широкие перспективы использования различных

технологий и методик для предотвращения конфликта и, если от все-таки состоялся, его грамотного разрешения. Использование таких знаний, уровня конфликтологической, да и общей, культуры руководителей и служащих системы муниципальной власти позволят реально снизить уровень конфликтности в этой системе и будут способствовать повышению эффективности деятельности муниципальных органов власти.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Ворожейкин И. Е., Захаров Д. К., Кибанов А. Я., Коновалова В. Г. Конфликтология М.: Инфра-М, 2012. 302 с.
- 2 Анцупов А. Я., Баклановский С. В. Конфликтология в схемах и комментариях СПб: Питер, 2012. 288 с.
- 3 Рыбакова О. Лояльность персонала // Управление персоналом. 2009. № 10 (140). С. 29–36.
- 4 Никитин Е. Решения внутрифирменных конфликтов методом медиации // Служба кадров и персонал. 2008. № 3. С. 57–61.
- 5 Гимаев И. Р., Лаврентьев С. Н., Кабашов С. Ю. Местное самоуправление и муниципальная служба в системе властных отношений: монография М.: ФЛИНТА, 2011. 288 с
- 6 Abusyarova D., Takhtarova S. Conflict communication: linguoecological aspect // Journal of Organizational Culture, Communications and Conflict. T. 20, № 2, 2016. С. 154–158.
- 7 Laura K. Guererro and Angela G. La Vallery Conflict, Emotion, and Communication // The Sage handbook of Conflict communication: integrating theory, research, and practice/ By Sage publication. Print USA. 2006. С.69–97.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Вера А. Лобызенкова к. социол. н., доцент, кафедра корпоративного управления, Волгоградский институт управления-филиал РАНХиГС, ул. Гагарина, 8, г. Волгоград, 400005, Россия, feklacat@ya.ru

Надежда В. Коваленко к. полит. н., доцент, кафедра корпоративного управления, Волгоградский институт управления-филиал РАНХиГС, ул. Гагарина, 8, г. Волгоград, 400005, Россия, nkoval12@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Вера А. Лобызенкова обзор литературных источников по исследуемой проблеме

Надежда В. Коваленко написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 15.10.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 18.11.2016

REFERENCES

- 1 Vorozheikin I. E., Zakharov D. K., Kibanov A. Ya., Konovalova V. G. *Konfliktologiya* [Conflict] Moscow, Infra-M publ., 2012. 302 p. (in Russian).
- 2 Antsupov A. Ya., Baklanovskii S. V. *Konfliktologiya v skhemakh i kommentariyakh* [Conflict in plans and reviews] St. Petersburg Piter publ. 2012. 288 p. (in Russian).
- 3 Rybakova O. The loyalty of the staff. *Upravlenie personalom* [Personnel management]. 2009. no. 10 (140). pp. 29–36. (in Russian).
- 4 Nikitin E. The solution of internal conflicts by means of mediation. *Sluzhba kadrov i personal* [Personnel service and staff]. 2008. no. 3. pp. 57–61. (in Russian).
- 5 Kabashov S. J., Gimaev I. R., Lavrent'ev S. N. *Mestnoe samoupravlenie i munitsipal'naya sluzhba v sisteme vlastnykh otnoshenii* [Local government and municipal service in the system of power relations: monograph]. Moscow, FLINTA publ., 2011. 288 p.
- 6 Abusyarova D., Takhtarova S. Conflict communication: linguoecological aspect. *Journal of Organizational Culture, Communications and Conflict*. Volume 20, Special Issue 2, 2016. pp. 154–158.
- 7 Laura K. Guererro and Angela G. La Vallery Conflict, Emotion, and Communication. *The Sage handbook of Conflict communication: integrating theory, research, and practice*. By Sage publication. Print USA. 2006. pp. 69–97.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Vera A. Lobyzenkova candidate of social sciences, assistant professor, corporate management department, Volgograd Institute of management-branch of Ranepa, Gagarin str., 8, Volgograd, 400005, Russia, feklacat@ya.ru

Nadezhda V. Kovalenko candidate of political sciences, assistant professor, corporate management department, Volgograd Institute of management-branch of Ranepa, Gagarin str., 8, Volgograd, 400005, Russia, nkoval12@mail.ru

CONTRIBUTION

Vera A. Lobyzenkova review of the literature on an investigated problem

Nadezhda V. Kovalenko wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 10.15.2016

ACCEPTED 11.18.2016

Стратегия развития малого предпринимательства в Российской Федерации до 2030 года

Ольга В. Шибилева	¹	o.shibileva@rambler.ru
Екатерина С. Севостьянова	¹	katya021095@yandex.ru
Елена В. Бояркина	¹	dreamyjoy0@gmail.com

¹ кафедра бухгалтерского учета, анализа и аудита, Мордовск. гос. ун-т. им. Н.П. Огарева, ул. Полежаева, 44, корпус 29, г. Саранск, 430000 Россия

Реферат. В статье рассматривается развитие сферы малого предпринимательства как одного из факторов инновационного развития страны и улучшения отраслевой структуры экономики. Стратегия направлена на создание конкурентоспособной, гибкой и адаптивной экономики, которая обеспечивает высокий уровень индивидуализации товаров и услуг, высокую скорость технологического обновления и стабильную занятость. Реализация стратегии развития предприятий малого и среднего производства разделена на 3 этапа: 2016–2018 гг., 2019–2025 гг. и 2026–2030 гг., каждый из которых имеет свои задачи. На первом этапе поставлена задача обновления всех инструментов государственной поддержки предприятий малого бизнеса. Второй этап запрограммирован на создание новых рыночных ниш и обеспечение устойчивой динамики субъектов малого предпринимательства. Третий этап нацелен обеспечить лидерство в отдельных отраслях деятельности на мировом уровне, в соответствии с долгосрочными научно-технологическими приоритетами России. Сектор малого предпринимательства сосредоточен в основном в сферах торговли и предоставления услуг населению. Для реализации стратегии правительством были разработаны целевые индикаторы: увеличение в 2,5 раза оборота малого предпринимательства по отношению к 2014 году; увеличение в 2 раза оборота на одного работника в секторе малого предпринимательства по отношению к 2014 году; увеличение доли обрабатывающей промышленности в обороте малого предпринимательства с 11,8 до 20%; увеличение доли занятых на субъектах малого предпринимательства в общей численности занятого населения с 25 до 35%. Стратегия развития малого предпринимательства в Российской Федерации на период до 2030 г. призвана снизить давление государственных и налоговых органов на субъекты малого предпринимательства, расширить программ субсидирования, увеличить финансовые ресурсы и обеспечить предприятия малого бизнеса квалифицированными кадрами что, несомненно, положительно отразится на экономике всех регионов и страны в целом.

Ключевые слова: малое предпринимательство, развитие предпринимательства, малый бизнес, развитие экономики

Strategy of development of small entrepreneurship in the Russian Federation for the period till 2030

Olga V. Shibileva	¹	o.shibileva@rambler.ru
Ekaterina S. Sevostyanova	¹	katya021095@yandex.ru
Elena V. Boyarkina	¹	dreamyjoy0@gmail.com

¹ accounting, analysis and audit department, N.P. Ogarev's Mordovian State University, Polezhayev str., 44, Saransk, 430000, Russia

Summary. The article discusses the development of the sphere of small business as one of the factors of innovation development of the country and improving the economic structure. The strategy is aimed at creating a competitive, flexible and adaptive economy that provides a high level of individualization of goods and services, a high rate of technological renovation and stable employment. The implementation of the development strategy of small and medium production is divided into 3 phases: 2016–2018, 2019–2025 gg. and 2026–2030 gg., each of which has its own problems. In the first phase the task of updating all the instruments of state support of small businesses. The second phase is programmed for the creation of new market niches and ensuring stable dynamics of small businesses. The third stage aims to provide leadership in some sectors of activity at the global level, in accordance with the long-term scientific and technological priorities of Russia. small business sector is concentrated mainly in the spheres of trade and the provision of services to the population. In order to implement the Government strategy target indicators have been developed: an increase of 2.5 times the turnover of small businesses in relation to 2014; increase of 2 times the turnover per employee in the small business sector in relation to 2014; increase in the share of manufacturing in the back of small business from 11.8 to 20%; increasing the share of employed in the subjects of small business in total employment from 25 to 35%. Strategy of development of small business in the Russian Federation for the period up to 2030, is designed to reduce the pressure of the public and tax authorities to small businesses, to expand the subsidy programs, to increase financial resources and provide small businesses with qualified personnel that will undoubtedly have a positive impact on the economy and all regions country.

Keywords: small entrepreneurship, development of an entrepreneurship, small business, development of economy

Введение

В настоящий момент малый бизнес играет значительную роль в развитии экономики многих стран, и Россия не исключение. Проведение эффективной государственной политики по поддержке малого предпринимательства, а также создание благоприятной предпринимательской среды является очень важным условием развития этого сектора.

Оттого насколько хорошо или плохо в стране развит малый бизнес зависит количество занятых лиц на предприятиях в этой области и насыщение рынка товарами должного качества. Преимущество таких предприятий во многом

заключается в том, что они гораздо лучше способны адаптироваться к быстро изменяющейся конъюнктуре рынка, а значит способны быстро внедрять технические нововведения, обновлять свою производственную базу и смягчать влияние структурных изменений внося существенный вклад в развитие регионов.

Основная цель, которую решило достигнуть правительство с помощью малого предпринимательства – создание адаптированной, конкурентоспособной и гибкой экономики, с помощью которой возможно было бы гарантировать стабильную занятость и высокую скорость технологического обновления производства.

Для цитирования

Шибилева О. В., Севостьянова Е. С., Бояркина Е. В. Стратегия развития малого предпринимательства в Российской Федерации до 2030 года // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 434–436. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-434-436

For citation

Shibileva O. V., Sevostyanova E. S., Boyarkina E. V. Strategy of development of small entrepreneurship in the Russian Federation for the period till 2030. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 434–436. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-434-436

Достижение этой цели обеспечило бы рост доли среднего класса и значительное повышение качества жизни граждан в целом.

Можно перечислить следующие ключевые задачи стратегии развития малого предпринимательства:

- Интеграция функций поддержки этой сферы;
- Стимулирование спроса на продукцию малого предпринимательства;
- Стимулирование развития предпринимательства в отдельных регионах страны;
- Повышение качества государственного регулирования;
- Совершенствование политики как в области налогообложения, так и в области неналоговых платежей;
- Обеспечение доступности финансовых ресурсов;
- Укрепление кадрового потенциала;
- Повышение производительности труда.

Кроме этого, в стратегии развития малого бизнеса определены и способы достижения поставленных задач, к которым в первую очередь относятся создание единого центра финансово-кредитной поддержки субъектов малого предпринимательства, разработка и внедрение стандартов оказания поддержки предприятиям малого бизнеса, популяризация и пропаганда предпринимательской деятельности, организация системы информационно-консультационной и маркетинговой поддержки, а также создание отдельной ниши для предприятий этой сферы.

Особое влияние на развитие малого бизнеса осуществляет фискальная политика государства. Именно поэтому следует уделить отдельное внимание ее контролю в отношении субъектов малого предпринимательства.

К комплексу мер поддержки стоит отнести мораторий на рост налоговых платежей до 2018 года, повышение порогового значения стоимости имущества для тех, кто использует упрощенную систему налогообложения, повышение пороговых значений доходов по патентной и упрощенной системе налогообложения, а также ревизию неналоговых платежей.

К дополнительным мерам по стимулированию развития малого предпринимательства в стране причисляют повышение предельного размера дохода, с помощью которого налогоплательщики по налогу на прибыль смогут перейти на квартальный порядок уплаты авансовых платежей; установление инвестиционной льготы по налогу на прибыль организаций, который предусматривает уменьшение налоговой базы на сумму произведенных капитальных вложений и повышение порога стоимости имущества (характеризует его основные средства).

Сокращение контрольно-надзорной нагрузки является приоритетом государственной политики в области стимулирования развития малого предпринимательства в стране. В период 2015–2017 гг. были предусмотрены следующие направления государственной поддержки предприятий в этой сфере:

- формирование и ведение единого реестра проверок;
- обеспечение трехлетнего моратория на проведение плановых проверок;
- проведение ревизии положений в отношении осуществления контрольно-надзорной деятельности для их упорядочивания и унификации, дифференциации по уровню риска.
- внедрение риск-ориентированного подхода при осуществлении государственного и муниципального контроля;

Эти меры помогут снизить нагрузку на этот сектор экономики, потому что произойдет уменьшение количества нарушений, а проверки малых предприятий будут ожидаемыми, так как сроки таких проверок точно будут известны.

После 2017 г. в Федеральном законе «Об основах государственного и муниципального контроля и надзора в Российской Федерации», который направлен на переход к риск-ориентированному подходу при проведении мероприятий по надзору, будут прописаны все мероприятия по совершенствованию контрольно-надзорной деятельности.

Государство старается создавать комфортные условия для расширения и развития предприятий малого бизнеса. Важным фактором, который способствует развитию этой отрасли экономики, являются сотрудники предприятий. Подготовке кадров и раскрытию предпринимательского потенциала уделяется большое внимание в стратегии развития малого предпринимательства в РФ. Для подготовки квалифицированных кадров предлагается разработать и внедрить стандарты оказания образовательной поддержки предприятиям малого бизнеса, реализовать образовательные программы по основам предпринимательства, бухучету, налогам и проектной деятельности, создать и развить институт наставничества при участии предпринимательского сообщества, вузов и различных организаций.

Путем популяризации конкурсов средств массовой информации по пропаганде роли малого предпринимательства в развитии экономики, проведения года предпринимательства, тиражирования историй успешного предпринимательства, решении социальных, экологических проблем, организации мероприятий в рамках международных событий, связанных с популяризацией предпринимательства, поддержки молодежного предпринимательства и ряда других мер.

Реализация стратегии развития предприятий малого и среднего производства разделена на 3 этапа: 2016–2018 гг., 2019–2025 гг. и 2026–2030 гг., каждый из которых имеет свои задачи.

На первом этапе поставлена задача обновления всех инструментов государственной поддержки предприятий малого бизнеса. Второй этап запрограммирован на создание новых рыночных ниш и обеспечение устойчивой динамики субъектов малого предпринимательства. Третий этап нацелен обеспечить лидерство в отдельных отраслях деятельности на мировом уровне, в соответствии с долгосрочными научно-технологическими приоритетами России.

Для реализации стратегии правительством были разработаны целевые индикаторы, из которых к ключевым можно отнести следующие:

- увеличение в 2,5 раза оборота малого предпринимательства по отношению к 2014 году (с 41,8 трлн р. в 2014 году до 104,7 трлн р. в 2030 году);
- увеличение в 2 раза оборота на одного работника в секторе малого предпринимательства по отношению к 2014 году (с 2,3 млн р. в 2014 году до 4,6 млн р. в 2030 году);

ЛИТЕРАТУРА

1 Основные положения проекта Стратегии развития малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации на период до 2030 года. Оф. сайт Министерства экономического развития URL: <http://economy.gov.ru/minec/about/structure/depMB/20151216>.

2 Приказ Минэкономразвития России от 25 марта 2015 г. № 167 «Об утверждении условий конкурсного отбора субъектов Российской Федерации, бюджетам которых предоставляются субсидии из федерального бюджета на государственную поддержку малого и среднего предпринимательства, включая крестьянские (фермерские) хозяйства, и требований к организациям, образующим инфраструктуру поддержки субъектов малого и среднего предпринимательства», Оф. сайт Министерства экономического развития URL: <http://economy.gov.ru/minec/about/structure/depMB/20160122>

3 Государственная поддержка малого и среднего предпринимательства в 2016 году, Оф. сайт Министерства экономического развития URL: <http://economy.gov.ru/minec/resources/ef7a9238-9f2d4fe2bc816e4606601ca2>

4 Асриева И. В., Безрукавая И. В., Жихарева О. Б. Малое и среднее предпринимательство в России 2015: Стат. сб. М: Росстат, 2015. 96 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Ольга В. Шибилева к. э. н., доцент, кафедра бухгалтерского учета, анализа и аудита, Мордовский государственный университет. им. Н.П. Огарева, ул. Полежаева, 44, корпус 29, г. Саранск, 430000, Россия, o.shibileva@rambler.ru

Екатерина С. Севостьянова бакалавр, кафедра бухгалтерского учета, анализа и аудита, Мордовский государственный университет. им. Н.П. Огарева, ул. Полежаева, 44, корпус 29, г. Саранск, 430000, Россия, katya021095@yandex.ru

Елена В. Бояркина бакалавр, кафедра бухгалтерского учета, анализа и аудита, Мордовский государственный университет. им. Н.П. Огарева, ул. Полежаева, 44, корпус 29, г. Саранск, 430000, Россия, dreamyjoy0@gmail.com

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Ольга В. Шибилева консультация в ходе исследования

Екатерина С. Севостьянова обзор литературных источников по исследуемой проблеме

Елена В. Бояркина написала рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 16.11.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 02.12.2016

• увеличение доли обрабатывающей промышленности в обороте малого предпринимательства с 11,8 до 20% (с 4,9 трлн р. в 2014 году до 20,9 трлн р. в 2030 году);

• увеличение доли занятых на субъектах малого предпринимательства в общей численности занятого населения с 25 до 35% (с 18 млн чел. в 2014 году до 25 млн чел. в 2030 году).

Заключение

Стратегия развития малого предпринимательства в Российской Федерации на период до 2030 г. призвана снизить давление государственных и налоговых органов на субъекты малого предпринимательства, расширить программ субсидирования, увеличить финансовые ресурсы и обеспечить предприятия малого бизнеса квалифицированными кадрами что, несомненно, положительно отразится на экономике всех регионов и страны в целом.

REFERENCES

1 The main provisions of the draft Strategy of development of small and medium enterprises in the Russian Federation for the period till 2030. Available at: <http://economy.gov.ru/minec/about/structure/depMB/20151216> (in Russian).

2 Order of the Ministry of economic development of Russia from March 25, 2015 No. 167 On approval of conditions of competitive selection of subjects of the Russian Federation, whose budgets receive subsidies from the Federal budget for state support of small and medium enterprises, including peasant (farmer) economy, and the requirements to the organizations forming infrastructure of support of subjects of small and average business, Available at: <http://economy.gov.ru/minec/about/structure/depMB/20160122> (in Russian).

3 State support of small and medium-sized businesses in 2016 Available at: <http://economy.gov.ru/minec/resources/ef7a9238-9f2d4fe2bc816e4606601ca2> (in Russian).

4 Asrieva I. V., Bezrukavaya I. V., Zhikhareva O. B. Maloe i srednee predprinimatel'stvo v Rossii 2015 [Small and medium entrepreneurship in Russia to 2015] Moscow, Rosstat publ. 2015. 96 p. (in Russian).

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Olga V. Shibileva candidate of economic sciences, associate professor, accounting, analysis and audit department, N.P. Ogarev's Mordovian State University, Polezhayev str., 44, Saransk, 430000, Russia, o.shibileva@rambler.ru

Ekaterina S. Sevostyanova bachelor, accounting, analysis and audit department, N.P. Ogarev's Mordovian State University, Polezhayev str., 44, Saransk, 430000, Russia, katya021095@yandex.ru

Elena V. Boyarkina bachelor, accounting, analysis and audit department, N.P. Ogarev's Mordovian State University, Polezhayev str., 44, Saransk, 430000, Russia, dreamyjoy0@gmail.com

CONTRIBUTION

Olga V. Shibileva consultation during the study

Ekaterina S. Sevostyanova review of the literature on an investigated problem

Elena V. Boyarkina wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 11.16.2016

ACCEPTED 12.2.2016

Бизнес-анализ возможностей стейкхолдер-менеджмента в достижении положительной синергии

Роман В. Нуждин¹ rv.voronezh@gmail.com

Анна Н. Полозова² annapollo@yandex.ru

¹ кафедра бухгалтерского учета и бюджетирования, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия

² кафедра налогов и налогообложения, Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I, ул. Мичурина, 1, г. Воронеж, 394087, Россия

Реферат. Одной из основных целей развития перерабатывающих организаций является осуществление бизнес-деятельности, обеспечивающей рост добавленной стоимости в условиях постоянно изменяющихся вектора и уровня воздействия факторов внешней среды. В этих условиях стейкхолдер-менеджмент должен быть ориентирован на использование методологии, реализующей преимущества дивергентного (вариативного) и процессно-стоимостного подходов, обеспечивающих креативный характер стратегии развития. Наиболее целесообразным является использование широкого арсенала методических инструментов бизнес-анализа, как подпроцесса стейкхолдер-менеджмента, выявляющих возможности конкретной ситуации (проявление непредвиденных обстоятельств), для обеспечения альтернативности достижения одной и той же стратегической цели и позволяющих управлять развитием интеграционных организационных форм в виде гибких модульных организационных систем (ГМОС). В контексте процедур бизнес-анализа параметры взаимоотношений с ключевыми стейкхолдерами рассматриваются как стратегические при реализации процессов стейкхолдер-менеджмента. Структура ГМОС, построенная по принципу технологического бизнес-цикла и сформированная под влиянием аддитивного эффекта положительной синергии, позволяет реализовывать в новом формате бизнес-отношения со стратегическими стейкхолдерами, отличающиеся от традиционного определенным внутрисистемным обменом, не связанным с ростом транзакционных издержек. Сокращение массы удельных транзакционных издержек и объединение потенциалов нескольких бизнесов для достижения стратегической цели, соответствующей их бизнес-интересам, приводит к проявлению положительного синергетического эффекта, который с позиции процессно-стоимостного подхода в стейкхолдер-менеджменте выражается, в том числе в росте добавленной стоимости.

Ключевые слова: бизнес-анализ, стейкхолдер-менеджмент, возможности интеграции, положительная синергия, гибкая модульная организационная система, стратегия, партнерство, бизнес-отношения.

Business analysis of opportunities stakeholders management in achieving positive synergy

Roman V. Nuzhdin¹ rv.voronezh@gmail.com

Anna N. Polozova² annapollo@yandex.ru

¹ accounting and budgeting department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution av., 19, Voronezh, 394066, Russia

² taxes and taxation department, Voronezh state agrarian state university named after Emperor Peter I, Michurina str., 1, Voronezh, 394087, Russia

Summary. One of the main purposes of processing organizations development is business-activity realization ensuring value-added increase in terms of constantly changing vector and the level of external environment factors influence. In such conditions stakeholder management should be oriented (directed) to the use of methodology realizing the advantages of divergent (variative) and process- and cost approaches providing creative character of development strategy. The most expedient thing here is the use of a wide range of business-analysis methodical tools as a subprocess of stakeholder management revealing the opportunities of the specific situation (development of unforeseen circumstances) to ensure the alternativeness of the same strategy purpose achievement and to manage the development of integration organization forms as flexible module organization systems (FMOS). In the framework of business-analysis procedures the parameters of interrelations with the key (main) stakeholders are considered as strategic ones in realizing stakeholder management processes. The structure of FMOS developed on the principle of technological business-cycle and formed under the influence of additive effect of positive synergy allows implementation of the new format of business relationship with strategic stakeholders. This format differs from the traditional one in the intra-specific exchange not associated with an increase in transaction costs. The quantity reduction of the specific transaction costs and the unification of several businesses potentials for strategic purpose achievement corresponding to their business interests leads to the positive synergetic effect that according to the process-cost approach in stakeholder management results in added value increase as well.

Keywords: business analysis, stakeholder management, integration capabilities, positive synergy, flexible modular system of organization, strategy, partnerships, business relationships

Введение

Процессы менеджмента каждой развивающейся перерабатывающей организации, при которых достигается требование гибкой управляемости, должны опираться на характер и вектор изменений окружения, то есть, в первую очередь, адекватно отвечать на турбулентность внешней волатильной среды [3–5, 8, 10–12].

Для цитирования

Нуждин Р. В., Полозова А. Н. Бизнес-анализ возможностей стейкхолдер-менеджмента в достижении положительной синергии // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 437–445. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-437-445

For citation

Nuzhdin R. V., Polozova A. N. Business analysis of opportunities stakeholders management in achieving positive synergy. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 437–445. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-437-445

Наиболее полно отвечающей жёстким реалиям сегодняшнего дня необходимо признать креативность характера менеджмента, соответствующего пятой степени турбулентности внешней среды, согласно характеристике, данной в таблице 1. На рисунке 1 нами схематично показан креативный характер процессов менеджмента развития перерабатывающей организации с децентрализованной

структурой, существующей в среде с повышенной степенью турбулентности. Здесь стратегические и оперативные процессы менеджмента гибко, но тесно связаны, обеспечивая быстроту реагирования на неожиданные вызовы со стороны внешней среды. Именно таким образом реализуются дивергентный и процессно-стоимостной подходы к стейкхолдер-менеджменту перерабатывающей организации.

Процессно-стоимостной подход рассматривает управленческие воздействия как цепь (последовательность) взаимосвязанных процессов, обеспечивающих добавление стоимости. Дивергентный (вариантный) подход концентрируется на том, что целесообразность тех или иных методов и инструментов менеджмента определяется конкретной целевой ситуацией, поскольку изобилие факторов возможныхстей нестабильности во внешней, сопряжённой и внутренней среде опровергает существование единственного варианта управления организацией. Наиболее дееспособным становится та, которая в конкретной ситуации в максимальной степени адаптирована к стратегической цели. Таким образом, дивергентный подход основан на альтернативности достижения одной и той же стратегической цели во время принятия разработанного решения и его реализации с учётом непредвиденных обстоятельств.

Учитывая вышеизложенное, необходимо переосмыслить традиционные подходы к построению системы менеджмента развития перерабатывающих организаций и использовать принципиально иной подход, который позволит в полной мере реализовать преимущества новых технологий стейкхолдер-менеджмента. Это связано с преобразованиями методов и инструментов менеджмента, в том числе новым взглядом на возможности использования организацией окружающей среды и интегрирования с нею.

Наилучшим образом установить, какие именно методические инструментальные приемы необходимо применять для оценки таких возможностей позволяют процедуры бизнес-анализа, являющегося, с одной стороны, методом познания неиспользованных возможностей (параметров бизнеса), с другой стороны, подпроцессом процессно-стоимостного стейкхолдер-менеджмента. Ключевым направлением в бизнес-анализе стейкхолдер-менеджмента становится познание возможностей интеграции стейкхолдеров.

Объяснение и выявление направлений использования возможностей интеграции в условиях усложнения взаимосвязей и взаимозависимостей стейкхолдеров во время бизнес-анализа способен дать синтез институциональной и технологической методологий организационных образований.

Согласно положениям институциональной теории, в том числе теории Р. Коуза [6], организация рассматривается как совокупность долгосрочных

контрактов, в отличие от рынка, где они – относительно краткосрочные; основным условием существования организации становится возможность минимизации транзакционных издержек, которыми выступают расходы на осуществление бизнес-отношений. Сами транзакционные издержки, согласно теории Ф. Найта [7], интерпретированной к современным экономическим условиям Р. Боке и О. Серве [2], связаны с действием фактора неопределённости в бизнес-отношениях экономических агентов. Теоретический вклад в институциональную теорию внесён О. Уильямсоном [14], объяснившим зависимости формирующихся экономических институтов от состояния рыночных отношений. Согласно данной теории важнейшими институтами являются рынки, фирмы (организационно-управленческие системы) и объединяющая их система контрактных связей, разнообразие которых в межфирменных отношениях даёт возможность деловым партнёрам выбирать форму поведения, уменьшающую влияние неопределённости внешней среды. При этом недостаточное доверие приводит к ужесточению бизнес-отношений, напротив, развитие доверительных отношений укрепляет сотрудничество бизнесов.

Согласно технологической теории Д. Робинсон [9], И. Шумпетера [16] инструментами развития экономической деятельности организаций выступают технологии и цены на ресурсы. По существу, но неявно, технологическая методология фирмы рассматривает её функционирование по аналогии с домашним хозяйством. В частности, Д. Робинсон признано многообразие поведенческих характеристик организаций-производителей и потребителей. Ею разработаны правила и параметры конкурентного поведения организации на рынке как производящего и потребляющего агента. Э. Чемберлин выдвинул стратегию организации в форме «сознательного параллелизма», определяющего организационное поведение в зависимости от количества конкурентов на рынке. И. Шумпетером обоснована идея предпринимательской организации как экономического агента, конкурирующего на основе внедрения на рынок инноваций (продукции, технологий, источников сырья), целью которой является не увеличение прибыли, а поиск стратегических преимуществ.

Создание моделей поведения хозяйствующих субъектов, использующих разнообразный арсенал различных методологических подходов даёт возможность обеспечивать целеориентированность и обоснованность процессов менеджмента развития перерабатывающих организаций в форме интегрированных организационных систем, развивающихся на основе стейкхолдер-партнёрства в виде гибких модульных организационных систем (ГМОС).

Зависимость ключевых процессов менеджмента от уровня турбулентности внешней среды

The dependence of key management processes on the level of turbulence of the environment

Внешняя среда External environment		Процессы менеджмента Management processes		
Уровень турбулентности The level of turbulence	Разновидность турбулентности Turbulence variety	Степень адекватности процесса Adequacy of the process	Ключевые процессы Key processes	Содержание процессов process content
1	Повторяющийся repeating	Стабильный, основанный на прецедентах Stable, based on precedents	Бюджетирование Budgeting	Направление формирования бюджетов – снизу вверх, процедур – сверху вниз The direction of formation of budgets – from the bottom up procedures from the top down
2	Расширяющийся Expanding	Реактивный, с возрастанием агрессивности Jet, with increasing aggressiveness	Финансовый контроль; экстраполированное бюджетирование Financial control; former trapolirovannoe budgeting	Ограниченность целевых показателей, устанавливаемых на основе метода экстраполяции Limitations of the targets established on the basis of extrapolation
3	Изменяющийся changing	Предупреждающий с возрастанием агрессивности Warning with increasing aggressiveness	Формальное планирование, основанное на прошлых достижениях Formal planning based on past achievements	Направление формирования: бюджетов – сверху вниз, процедур – снизу вверх The direction of the formation: budgets – from the top down processes – from the bottom up
4	Прерывная discontinuous	Предпринимательский с прогнозированием будущего The business with forecasting the future	Стратегическое планирование, основанное на будущих достижениях Strategic planning based on future developments	Преобладает направление сверху вниз: менеджмент в целом ориентирован на проблемы, в том числе планирование – на прогнозы The prevailing direction from the top down: in general management is focused on the problem, including planning - predictions
5	Динамична, непредсказуемая, изменяющаяся A dynamic, unpredictable changing	Креативный Creative	Быстрое и гибкое регулирование Fast and flexible regulation	Применение сценариев, ситуаций, системы раннего предупреждения Application scenarios, situations, early warning systems

Примечание. Составлено по материалам разработок И. Ансоффа [1] и Д. Хасси [15].

Note. Compiled on materials development I. Ansoff [1] and David Hussey [15].

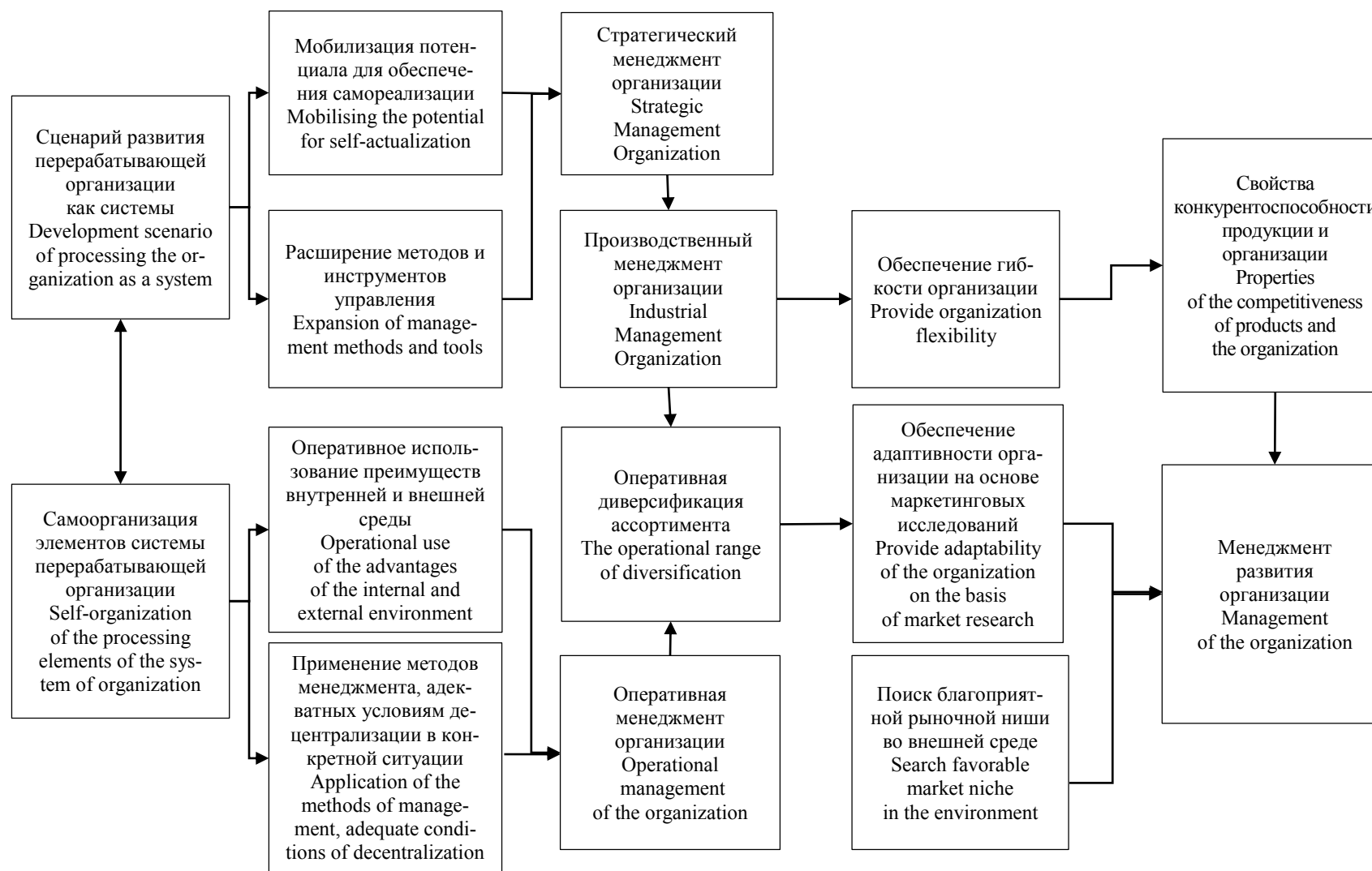


Рисунок 1. Креативный характер процессов менеджмента развития перерабатывающей организации с децентрализованной структурой в среде с повышенной степенью турбулентности

Figure 1. Creative character development management processes processing company with a decentralized structure in a medium with a higher degree of turbulence

Бизнес-анализ структуры гибкой модульной организационной системы, построенной по принципу технологического бизнес-цикла и формируемой под влиянием движущей силы, которая является результатом взаимодействия элементов системы, предусматривает, в первую очередь, оценку аддитивного эффекта синергетической природы. Такой эффект – есть достижение преимуществ названных элементов по сравнению с их независимым функционированием за счёт минимизации издержек добавления стоимости вследствие использования большего круга возможностей.

С нашей точки зрения, технологический бизнес-цикл состоит из организаций, использующих базовое технологическое единство в логистическом его понимании. Каждая часть технологического бизнес-цикла имеет высокую степень независимости, а бизнес-отношения между частями строятся исходя из рыночных позиций. Фактор доверия, традиционно понимаемый как товарищество, заменяется такими альтернативами, как: снижение риска отдельного стейкхолдера и увеличивающаяся доходность деятельности в рамках цикла по мере вхождения в него новых стейкхолдеров.

Идея структуры гибкой модульной системы исходит из обоснованного утверждения Н.Н. Тренева, что: минимизации издержек соответствуют вертикальные (иерархические) организационные структуры, минимизации упущенной выгоды соответствуют горизонтальные связи [13]. Отсюда следует, что структура гибкой

модульной системы формируется под влиянием интеграционных процессов и связанных с этим бизнес-отношений стейкхолдеров.

Самые простые стейкхолдер-отношения представляют собой объединения в форме сотрудничества на одном или двух этапах процесса создания стоимости (например, снабженческо-сбытовые отношения). Сложные стейкхолдер-отношения возникают в случае, если имеет место сотрудничество во всех или почти во всех элементах процесса добавления стоимости. При этом стейкхолдеры могут юридически оставаться самостоятельными или создавать союз.

Формирование сложной организационной системы на гибкой модульной основе происходит во время интеграции (дезинтеграции) входящих в неё элементов. В структуре таких организационных систем происходят интеграционные процессы, показанные на рисунке 2.

Как известно, стейкхолдерами в бизнесе могут быть юридические и физические лица, бизнес-интересы которых совпадают в некоторый отрезок времени. Стратегическими стейкхолдерами они являются, если их прагматические интересы совпадают по основным бизнес-целям и на длительный период. Важно иметь в виду, что для стратегического стейкхолдер-менеджмента одним из приоритетных является требование, чтобы от взаимодействия выигрывали все причастные лица. Как только это требование не соблюдается по какой-либо позиции, бизнес-отношения теряют характер партнёрства.

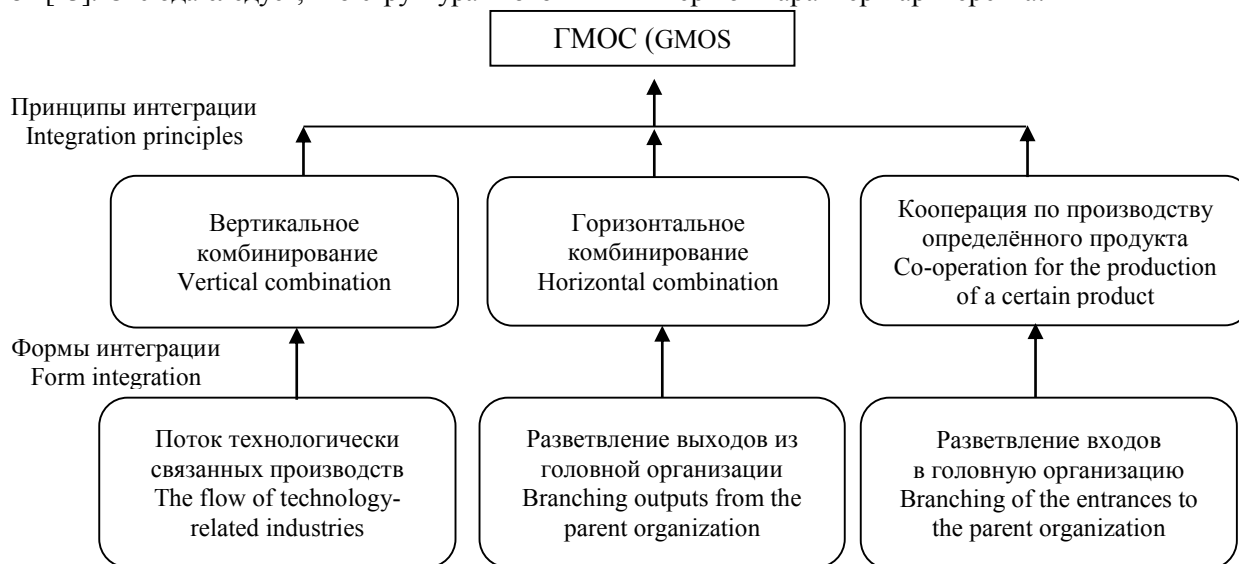


Рисунок 2. Интеграционные процессы в гибкой модульной организационной системе

Figure 2. Integration processes in a flexible modular organizational system

Партнёрство стейкхолдеров в конкурентной среде не есть категория противоречия, а, напротив, конкуренция позволяет причастной стороне дорасти от позиции клиента-потребителя до уровня партнёра-производителя, так как партнёрство предполагает равенство позиций стейкхолдеров.

Стратегическая ценность бизнес-отношений между причастными сторонами экономической деятельности составляет одно из важнейших преимуществ процессно-стоимостного подхода к стейкхолдер-менеджменту организации. Стратегия, заложенная в нем, превращает проблемы

и конфликты бизнес-отношений причастных сторон в возможности получения положительного синергетического эффекта от полного сотрудничества, которые оцениваются во время бизнес-анализа. В таком взаимодействии причастных сторон должны быть скоординированы их вклады в общий экономический потенциал гибкой модульной организационной системы и сбалансированы получаемые экономические выгоды.

В процессно-стоимостном стейкхолдер-менеджменте понятие синергетического сотрудничества относится к тем, кто вступает в бизнес-отношения с организацией по типу «поставщик – потребитель», чтобы содействовать ей в достижении стратегических и оперативных целей, ожидая взамен должного признания своих заслуг. Возможны два типа таких бизнес-отношений, если считать, что нормальное бизнес-отношение «поставщик – потребитель» по природе своей ассиметрично, поскольку потребители с технологической точки зрения не обязаны своим поставщикам и могут их менять по мере необходимости. Поэтому возможности бизнес-отношений, оцениваемые во время бизнес-анализа, могут быть следующими:

1. Выбор на основании удовлетворённости «потребителя» – позиция стейкхолдера в чистом виде непостоянна, так как им преследуются только собственные интересы.

2. Отношения «бизнес – бизнес» с оформлением договорным обязательством (контрактом) – позиция партнёрства.

Договор, таким образом, является интегрирующим элементом бизнес-отношений в системе стейкхолдер-менеджмента, договорные отношения, с одной стороны, базируются на доверии и ответственности, с другой – связаны с неопределённостью и риском.

Поиск бизнес-партнёра и организационное взаимодействие с ним – это сложный процесс и связан, как отмечалось ранее, с транзакционными издержками. Так как гибкие модульные организационные системы предполагают определённый внутрисистемный обмен, не связанный с необходимостью транзакционных издержек, величина расходов, в том числе по согласованию интересов стейкхолдеров, не увеличивается прямо пропорционально с ростом производимой продукции и её реализацией. В этом отношении гибкие модульные организационные системы можно сравнить с корпорациями в их изначальном понимании как объединение, союз, общество (от лат. *corporatio*) и современном толковании как объединение акционерных (публичных) обществ и других организаций различных сфер деятельности: производственной, коммерческой, маркетинговой, сбытовой, научно-технической.

Главной целью стратегического партнёрства в стейкхолдер-менеджменте всегда остаётся достижение положительной синергии. Если синергия выражается в увеличении добавленной стоимости и доходности причастных сторон, то это означает, что стоимость добавляется при интеграции в том случае, когда возможности экономических потенциалов используются максимально продуктивно. Интеграция, которая не стимулирует гибкую модульную организационную систему на добавление стоимости, не может быть успешной.

При интеграции организаций на основе стратегического партнёрства положительный синергетический эффект достигается за счёт создания мультипликативной зоны сложения потенциалов. В наглядной форме это показано на рисунке 3.

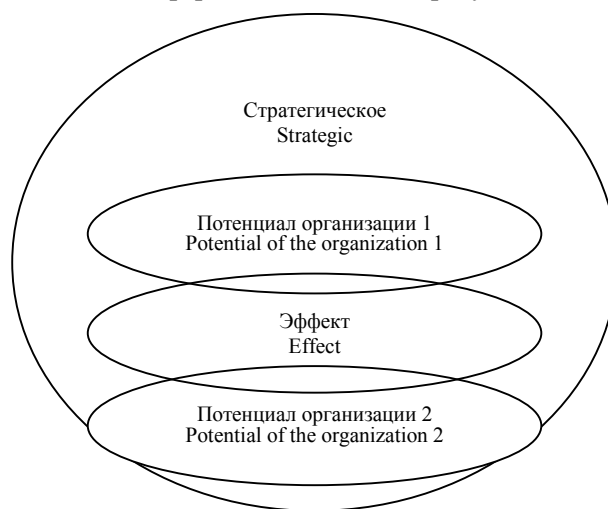


Рисунок 3. Положительный синергетический эффект бизнес-отношений в системе стейкхолдер-менеджмента

Figure 3. Positive synergy effect of business relations stakeholder in the system management

Уровень эффекта процессов интеграции определяется в бизнес-анализе множеством обстоятельств, среди которых существенными являются:

- сложность прогнозирования самого появления синергетического эффекта;
- степень общности черт интегрируемых элементов (корпоративная культура, технологическая и техническая база, человеческие ресурсы, информационное сопровождение, коммуникационные системы, логистика, имидж);
- степень интенсивности и предсказуемости изменений внешней среды;
- возможности использования преимуществ и минимизация угроз изменяющейся среды.

Поскольку при объединении экономической деятельности стратегических партнёров в рамках гибкой модульной организационной системы проявляются различные виды положительной синергии, нами классифицированы её виды так, как это отражено в таблице 2.

Таблица 2.

Виды положительной синергии бизнес-отношений стратегических партнёров в стейкхолдер-менеджменте

Table 2.

Forms of positive synergy of business relations of strategic partners in stakeholder management

Вид View	Природа проявления Nature displays	Характер факторов синергетического эффекта The nature of the synergistic effect of factors
Рыночная market	Наложение рыночных ниш; приобретение новых рыночных позиций The imposition of market niches; acquire new market positions	Возможность более полного охвата всего технологического бизнес-цикла по созданию конечного продукта; Сотрудничество в маркетинговых исследованиях The ability to more comprehensive coverage of the entire process of the business cycle to create the final product; Cooperation in marketing research
Политическая political	Баланс позиций и бизнес-отношений Balance position and business relations	Создание благоприятных условий для экономической деятельности вследствие больших возможностей лоббирования ключевых бизнес-интересов; Разработка сбалансированной политики в области специализации и интеграции производства Creating a favorable environment for economic activity because of the large lobbying capacities of key business interests; The development of a balanced policy in the field of specialization and integration of production
Управленческая management	Адаптивное и креативное экономическое поведение субъекта менеджмента, выражающееся в созидательном разрушении прежней комбинации и создании новой Adaptive and creative economic behavior of the subject of management, which is expressed in the creative destruction of the old and creating the new combination	Высокий уровень автономности при нужной степени жесткости менеджмента в соответствии с необходимостью; Совместимость и гибкое изменение первоначально заявленных стратегических и оперативных целей; Постоянный пересмотр параметров соглашений The high level of autonomy at the desired degree of rigidity in the management according to the need; Compatible and flexible change of the initial declaration of strategic and operational objectives; Constant review of the agreement parameters
Производственная Production	Кооперация, поставки друг другу; взаимодополняемые умения и навыки Co-operation, supply each other; complementary skills	Снижение издержек на основе организации взаимных поставок при вертикальной интеграции Reducing costs through the organization of mutual deliveries for vertical integration
Инновационная Innovative	Объединённое создание и распределение инноваций United creation and distribution of innovations	Создание новых технологий, дающих эффект в нескольких сферах экономической деятельности; Концентрация ресурсов на научных исследованиях Creation of new technologies, which give the effect in multiple areas of economic activity; Concentration of resources on research
Инвестиционная Investment	Концентрация и перераспределение капиталов The concentration and redistribution of capital	Доступ к новым источникам финансовых ресурсов; Перераспределение инвестиционных ресурсов в границах стратегического партнёрства Access to new sources of funding; The redistribution of investment resources within the boundaries of the strategic partnership
Трудовая work	Специализация, кооперация труда и мотивация труда Specialization of labor cooperation and labor motivation	Новые возможности использования человеческих ресурсов и мотивации труда; Расширение границ возможностей корпоративной культуры New features of the human resources and motivation; Expanding the boundaries of corporate culture opportunities

Заключение

Рассмотренные виды положительной синергии являются той креативной основой, которая создаёт добавление стоимости в бизнес-отношениях стейкхолдеров перерабатывающих организаций, производящих продукты питания, если они функционируют как гибкие модульные организационные системы. Поэтому главной целью

бизнес-анализа при рассмотрении любой гибкой модульной организационной системы, её структуры, складывающейся через стратегические партнёрские отношения и объединения стейкхолдеров, должна стать реальная оценка перспектив проявления положительного синергетического эффекта от сложения их экономических потенциалов.

ЛИТЕРАТУРА

1 Бариленко В.И. Бизнес-анализ как новое направление аналитической работы//Сибирская финансовая школа. 2011. № 3 (86). С. 32-35.

2 Banaitiene N. Risk management in projects: peculiarities of lithuanian construction companies // International Journal of Strategic Property Management. 2011. V. 15. No 1. P. 60-73.

3 Брянцева Л.В., Макушникова Е.С. Управление развитием организации как системы//Экономика и предпринимательство. 2014 №1-2(42-2) С. 847-850.

4 Брянцева Л.В., Макушникова Е.С. Теоретические основы эффективного управления развитием организации // ФЭС: Финансы. Экономика. Стратегия. 2014 №1. С. 5-9.

5 Gondarev R.S. The applying stakeholder management tools for modelling business development // Middle East Journal of Scientific Research. 2013. V. 18. No 1. P. 75-79.

6 Платонова И.В., Горковенко Е.В. Необходимое условие инвестиционного развития промышленных предприятий//Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2014. №1. P. 174-177.

7 Дуденков Д.А. Генезис теории стейкхолдеров: нормативный, инструментальный, и дескриптивный аспекты // Экономика и предпринимательство. 2014. № 11-2 (52-2). С. 653-657.

8 Eskerod P., Vaagaasar A.L. Stakeholder management strategies and practices during a project course// Project Management Journal. 2014. V. 45. No 5. P.71-85.

9 Саликов Ю.А., Гончарова И.А., Барзенкова А.С. Анализ внешних факторов влияния на инновационную активность промышленного предприятия//Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2014. № 1 (59). С. 207-213.

10 Сироткина Н.В., Брякина А.В. Инструментальное обеспечение индикативного управления предприятиями пищевой промышленности и его совершенствование//Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2013. № 3 (57). С. 222-229.

11 Фомченкова Л.В. Экономический анализ в стратегическом менеджменте (процессный подход) // Управленческий учет. 2012. № 5. С. 34-39

REFERENCES

1 Barilenko V.I. Business analysis as a new line of analytical work. *Sibirskaya finansovaya shkola* [Siberian financial school] 2011. no 3 (86). pp. 32-35. (in Russian)

2 Banaitiene N. Risk management in projects: peculiarities of lithuanian construction companies. *International Journal of Strategic Property Management*. 2011, vol. 15. no 1. pp. 60-73.

3 Bryantseva L.V., Makushnikova E.S. Management of development of the organization as a system. *Ekonomika i predprinimatel'stvo* [Economics and Entrepreneurship] 2014, no. 1-2 (42-2), pp. 847-850. (in Russian)

4 Bryantseva L.V. Makushnikova E.S. The theoretical basis for effective management of development organizations. *Finansy. Ekonomika. Strategiya* [FES: Finance. Economy. Strategy] 2014, no. 1, pp. 5-9. (in Russian)

5 Gondarev R.S. The applying stakeholder management tools for modelling business development. *Middle East Journal of Scientific Research*. 2013. vol. 18. no 1. pp. 75-79.

6 Platonova I.V., Gorkovenko E.V. A necessary condition for the investment development of industrial enterprises. *Aktual'nye problem gumanitarnykh i estestvennykh nauk* [Actual problems of the humanities and natural sciences] 2014. no. 1. pp.174-177. (in Russian)

7 Dudenkov D.A. Genesis of stakeholder theory: normative, instrumental and descriptive aspects. *Ekonomika i predprinimatel'stvo* [Economy and Entrepreneurship] 2014. no 11-2 (52-2). pp. 653-657. (in Russian)

8 Eskerod P., Vaagaasar A.L. Stakeholder management strategies and practices during a project course//*Project Management Journal*. 2014. vol. 45. no. 5. pp.71-85.

9 Salikov Yu.A., Goncharov I.A., Barzenkova A.S. analysis of the influence of external factors on the innovative activity of industrial enterprises. *Vestnik VGUIT* [Bulletin of the Voronezh state University of Engineering Technology] 2014. no 1(59). pp 207-213. (in Russian)

10 Sirotkina N.V., Bryakina A.V. Instrumental provision of indicative management of enterprises of food industry, and its improvement. *Vestnik VGUIT* [Bulletin of the Voronezh state University of Engineering Technology] 2013. no. 3 (57). pp 222-229. (in Russian)

11 Fomchenkova L.V. The economic analysis in strategic management (process approach). *Upravlencheskii uchët* [Management Accounting] 2012. no 5. pp. 34-39. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Роман В. Нуждин к. э. н., доцент, кафедра бухгалтерского учета и бюджетирования, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия, rv.voronezh@gmail.com

Анна Н. Полозова д. э. н., профессор, кафедра налогов и налогообложения, Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I, ул. Мичурина, 1, г. Воронеж, 394087, Россия, annapollo@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Роман В. Нуждин написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат
Анна Н. Полозова консультация в ходе исследования

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 09.10.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 03.11.2016

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Roman V. Nuzhdin candidate of economical sciences, assistant professo, accounting and budgeting department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution av., 19, Voronezh, 394066, Russia, rv.voronezh@gmail.com

Anna N. Polozova doctor of economic sciences, professor, taxes and taxation department, Voronezh state agrarian state university named after Emperor Peter I, Michurina str., 1, Voronezh, 394087, Russia, annapollo@yandex.ru

CONTRIBUTION

Roman V. Nuzhdin wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism
Anna N. Polozova consultation during the study

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 10.9.2016

ACCEPTED 11.3.2016

Модели оценки эффективности деятельности сотрудников вуза

Канагат А. Дюсекеев¹ abetovich@mail.ru

Ольга М. Шикунская² shikul@mail.ru

¹ кафедра информационных технологий, Астраханский государственный университет, ул. Татищева, 20А, г. Астрахань, 414056, Россия)

² отдел Научно-исследовательской деятельности, Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, ул. Татищева, 18, г. Астрахань, 414056, Россия

Реферат. В работе обоснована необходимость совершенствования системы стимулирования сотрудников вуза в условиях конкурентной борьбы в сфере высшего образования, обоснована необходимость в разработке отдельной модели для оценки эффективности деятельности руководителей подразделений. Выполнен анализ методов оценки производственной функции подразделений. Показано преимущество применения пограничных методов оценки эффективности экономических структур в области высшего образования. Обоснован выбор метода оболочки данных DEA для решения поставленной задачи. Разработана модель оценки эффективности функционирования подразделений вуза на основе методологии DEA. На основе действующих в России, Казахстане и других странах систем оплаты труда сотрудников вузов разработана структура системы критериев оценки деятельности сотрудников вуза. Для уточнения и конкретизации критериев эффективности деятельности подразделений разработана стратегическая карта, которая позволила определить входные и выходные параметры модели. Использование методологии DEA позволяет учитывать большое количество входных и выходных параметров, повысить объективность оценки за счет исключения экспертов, получить промежуточные данные, позволяющие выявить сильные и слабые стороны оцениваемого объекта.

Ключевые слова: дифференцированная система оплаты, мультиагентный подход, стратегическая карта, сбалансированная система показателей, иерархическая система, критерий, дерево целей

Efficiency assessment models of higher education institution staff activity

Kanagat A. Dyusekeyev¹ abetovich@mail.ru

Olga M. Shikulskaya² shikul@mail.ru

¹ information technologies department, Astrakhan state university, Tatischeva, 20A, Astrakhan, 414056, Russia

² department research activities, Astrakhan state university of civil engineering, Tatischeva, 18, Astrakhan, 414056, Russia

Summary. The paper substantiates the necessity of improvement of university staff incentive system under the conditions of competition in the field of higher education, the necessity to develop a separate model for the evaluation of the effectiveness of the department heads. The authors analysed the methods for assessing production function of units. The advantage of the application of the methods to assess the effectiveness of border economic structures in the field of higher education is shown. The choice of the data envelopment analysis method to solve the problem has proved. The model for evaluating of university departments activity on the basis of the DEA-methodology has developed. On the basis of operating in Russia, Kazakhstan and other countries universities staff pay systems the structure of the criteria system for university staff activity evaluation has been designed. For clarification and specification of the departments activity efficiency criteria a strategic map has been developed that allowed us to determine the input and output parameters of the model. DEA-methodology using takes into account a large number of input and output parameters, increases the assessment objectivity by excluding experts, receives interim data to identify the strengths and weaknesses of the evaluated object.

Keywords: differentiated system of payment, analysis of a cover of data, DEA, strategic map, nonparametric method, hierarchical system, criterion

Введение

Высшие учебные заведения являются важными компонентами экономики, поскольку они производят как человеческий капитал, так и новое знание. Кроме того, сектор высшего образования во многих странах финансируется частично из государственных фондов. В связи с этим возникает вопрос измерения

эффективности учреждений этого сектора. Однако этот сектор имеет особенности, значительно усложняющие задачу измерения эффективности:

- вуз – это некоммерческий объект в буквальном понимании этого слова;
- отсутствие входных цен и продукции;
- многообразие выходов (продукции) вуза и многообразие входов.

Для цитирования

Дюсекеев К.А., Шикунская О.М. Модели оценки эффективности деятельности сотрудников вуза // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 446–452. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-446-452

For citation

Dyusekeyev K.A., Shikulskaya O.M. Efficiency assessment models of higher education institution staff activity. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 446–452. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-446-452

Множество работ отечественных и зарубежных ученых посвящены решению этой проблемы [1–6].

При решении задачи разработки системы стимулирования работников вуза целесообразно разделить сотрудников на профессорско-преподавательские кадры и руководители подразделений, и создать модели для этих групп на основе различных подходов. Модель совершенствования системы дифференцированной оплаты труда профессорско-преподавательских кадров базируется на теории игр [7–9]. Особенностью подхода в работах [8, 9] от предыдущих исследований является гибкость системы критериев оценки деятельности научно-педагогических сотрудников, возможность ее адаптации к изменяющимся требованиям рынка труда. Размер стимулирующих выплат руководителям подразделений должен определяться эффективностью функционирования возглавляемых ими подразделений.

Для разработки модели стимулирования руководителей подразделений вуза необходимо решить следующие задачи:

- анализ существующих методов оценки эффективности функционирования экономических объектов;
- разработка модели оценки эффективности деятельности подразделений вуза
- определение параметров модели.

1.1 Методы исследования

Известны два основных подхода к оценке производственной функции: статистический (или эконометрический) и нестатистический (или программирующий подход). В ранних исследованиях для решения проблемы измерения эффективности в этом контексте использовались методологические подходы, основанные на методах регрессионного анализа. Более поздние исследования проводились на основе пограничных методов, таких как анализ оболочки данных, стохастический пограничный анализ [10–12].

При статистическом подходе производственная функция может быть представлена следующим образом.

$$y_k = f(x_{1k}, x_{2k}, \dots, x_{mk}) e^{-u_k}, \quad (1)$$

где y_k – продукция k -го производителя; x_{ik} – сумма i -ых входов ($i = 1, \dots, m$), используемых k -ым производителем; u_k – неэффективность

k -го производителя. Техническая эффективность фирмы определяется по формуле (2).

$$TE_k = \frac{y_k}{f(x_{1k}, x_{2k}, \dots, x_{mk})} e^{-u_k} \quad (2)$$

Статистический подход часто является параметрическим, так как для производственной функции принята конкретная функциональная форма (1), и, следовательно, мера неэффективности u_k может быть оценена и использованием множества статистических методов. Очевидный недостаток любых показателей эффективности, полученных на основе регрессивного анализа, состоит в том, что они базируются на производственной функции, описывающей усредненную зависимость данных, но не границу данных. Кроме того, их достаточно сложно применить в ситуации с многочисленными входами и выходами. Это является существенным недостатком данных методов в контексте высшего образования. Пограничные методы, такие как анализ оболочки данных (DEA) и стохастический пограничный анализ (SFA) решают эту проблему. Оба эти метода применимы в контексте высшего образования.

Метод анализа оболочки данных или Data Envelopment Analysis (DEA) был предложен учеными Charnes, Cooper, and Rhodes [10]. Это простой, и в то же время эффективный метод, используемый для измерения относительной эффективности группы однородных производственных объектов (например, фирм) или единиц принятия решения – decision making units (DMU). Термин DMU может быть определен как предприятие, ответственное за преобразование входов в выходы (продукцию), действия которого должны быть оценены. Популярность методологии DEA является следствием ее способности измерить относительные полезные многократные преобразования объектами DMU входа (входов) в продукцию (выходы) без предварительного определения весов входов и выходов.

Метод анализа оболочки данных (DEA) представляет собой нестатистический и непараметрический подход, который не делает предположений относительно распределения неэффективности или функциональной формы производственной функции. Метод использует данные о входе и выходе для самостоятельного вычисления границы производственных возможностей на основе методов линейного программирования. Эффективность каждой

единицы принятия решений (DMU) определяется как отношение взвешенного выхода (продукции) к взвешенному входу, причем, используемые веса не назначены априорно, но вычисляются технологически самим методом для отражения эффективности объекта (DMU) относительно всех других объектов в наборе данных. В контексте производственных процессов с множеством входов и выходов метод DEA обеспечивает оценку функции расстояния (Шепард), которая является единственным обобщенным выходом производственной функции. Преимущества такого подхода с использованием функции расстояния заключаются в следующем: во-первых, в отсутствии какой-либо необходимости в поведенческих предположениях о фирмах, таких как минимизация стоимости или максимизация прибыли, которые в контексте высшего образования неприемлемы, во-вторых, в отсутствии потребности в информации о ценах входа и выхода (часто неизвестны в контексте высшего образования).

В рассмотренных выше методах использовались предположения, что отклонения от производственной функции детерминированы, и, следовательно, являются исключительно последствием неэффективности. При стохастическом подходе, таком как стохастический пограничный анализ (SFA), однако, остаток разделен на два компонента: результат неэффективности и случайная погрешность, которая на практике дополняется определенным распределением для каждого ошибочного компонента. Производственная функция SFA может быть записана следующим образом:

$$y_k = f(x_{1k}, x_{2k}, \dots, x_{mk}) e^{\varepsilon_k} \quad (3)$$

где $\varepsilon_k = v_k - u_k$, $u_k \cong N(0, \sigma_v^2)$, u_k и v_k статистически независимы и $u_k \geq 0$. Один компонент разности (v_k) нормален и отнесен к ошибке измерения и случайным возмущениям, в то время как второй компонент (u_k) односторонний (типично показательный или полунормальный) и отнесен к технической неэффективности. Поэтому стохастический подход формирует меры эффективности, которые отделены от случайных возмущений или ошибок измерения, но, тем не менее они все же потенциально могут быть затронуты эконометрическими ошибками. Кроме того, метод SFA достаточно сложно применить при условии множественных входов и выходов.

Для оценки производственной функции в сфере высшего образования и получения мер эффективности аналитик сталкивается с необходимостью выбора одного из множества методов. Специфика процессов высшего образования, характеризующихся с одной стороны множеством входов и выходов, а с другой стороны отсутствием цен, как входов, так и выходов, делает методологию DEA наиболее привлекательной.

Для решения поставленной задачи воспользуемся основной моделью DEA, названной CCR в честь вышеуказанных трех авторов.

1.2 Модель оценки эффективности подразделений вуза с использованием методологии DEA

Методология DEA будет применена для относительной оценки полезных действий однородных по функциям подразделений вуза. В качестве единиц принятия решений DMU у нас будут выступать такие подразделения вуза, как кафедры, факультеты и пр., причем сравниваться будут кафедры с кафедрами, факультеты с факультетами и т. д. Предположим мы имеем n единиц принятия решений DMU: $DMU_1, DMU_2, \dots, DMU_n$. Каждое подразделение DMU_j ($j = 1, 2, \dots, n$) использует m входов x_{ij} ($i = 1, 2, \dots, m$) и производит s выходов y_{rj} ($r = 1, 2, \dots, s$), представленных переменными. Определим DMU_o , который будет оценен на любом испытании, как DMU_o [6].

Для определения весовых коэффициентов входов v_i ($i = 1, 2, \dots, m$) и весовых коэффициентов выходов u_r ($r = 1, 2, \dots, s$) в качестве переменных необходимо решить задачу дробно-линейного программирования (fractional programming FP_o):

$$(FP)_o \max_{v, u} \theta = \frac{u_1 y_{1o} + u_2 y_{2o} + \dots + u_s y_{so}}{v_1 x_{1o} + v_2 x_{2o} + \dots + v_s x_{mo}} \quad (4)$$

с условиями:

$$\frac{u_1 y_{1j} + u_2 y_{2j} + \dots + u_s y_{sj}}{v_1 x_{1j} + v_2 x_{2j} + \dots + v_s x_{mj}} \leq 1 \quad (j = \overline{1, n}) \quad (5)$$

$$v_1, v_2, \dots, v_m \geq 0 \quad (6)$$

$$u_1, u_2, \dots, u_s \geq 0 \quad (7)$$

Ограничения означают, что отношение «виртуального выхода» к «виртуальному входу» не должно превышать 1 для каждого DMU. Цель состоит в том, чтобы для оценки DMU получить веса v_i и u_r , которые максимизируют

отношение DMU_o . На основании ограничений максимальное оптимальное значение $\theta^* = 1$. Будем считать, что у всех выходов и входов есть некоторое значение, отличное от нуля, что отражается в их весовых коэффициентах. Затем мы переходим от дробно-линейного к линейному программированию, заменяя $(FP)_o$ на $(LP)_o$. [6].

$$(FP)_o \max_{\mu, \nu} \theta = \mu_1 y_{1o} + \mu_2 y_{2o} + \dots + \mu_s y_{so} \quad (8)$$

с условиями:

$$\nu_1 x_{1j} + \nu_2 x_{2j} + \dots + \nu_s x_{mj} \quad (9)$$

$$\mu_1 y_{1j} + \dots + \mu_s y_{sj} \leq \nu_1 x_{1j} + \dots + \nu_s x_{mj} \quad (10)$$

$$(j = \overline{1, n})$$

$$\nu_1, \nu_2, \dots, \nu_m \geq 0 \quad (11)$$

$$\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_s \geq 0 \quad (12)$$

1.3 Алгоритм оценки эффективности подразделений вуза с использованием методологии DEA

1. Для каждого объекта DMU формируем виртуальный вход и выход с еще неизвестными весовыми коэффициентами ν_i и u_r :

$$\text{virtual input} = \nu_1 x_{10} + \dots + \nu_m x_{m0}$$

$$\text{virtual output} = u_1 y_{10} + \dots + u_s y_{s0}$$

Затем для определения весовых коэффициентов, используя в качестве инструментария метод линейного программирования, мы максимизируем следующее отношение:

$$\text{virtual input} / \text{virtual output}.$$

Оптимальные весовые коэффициенты, как правило, отличаются при переходе от одного DMU к другому. Таким образом, «веса» в DEA, не фиксируются предварительно, а получаются из данных. Каждому DMU назначают лучший набор весов со значениями, которые могут измениться от одного DMU к другому. Здесь, веса DEA отличаются от общепринятых. В связи с этим, чтобы отличать значения этих весовых коэффициентов метода DEA от других весовых коэффициентов, обычно используемых при других подходах, удобнее использовать термин «множитель».

2. для неэффективного DMU определяется CCR-эффективность с множествами элементарных выходов.

3. Для решения задачи используются процедуры линейного программирования.

1.4 Выбор и обоснование показателей входов/выходов для оценки эффективности функционирования подразделений вуза

Выбор входов и выходов процессов кардинально влияет на результаты оценки объектов. Не существует никакого жесткого стандарта для выбора входов / выходов при оценке эффективности вузов и их подразделений. Обычно согласованные входы для университетов могут быть классифицированы как человеческий и физический капитал, а выходом (продукцией) должны явиться результаты учебной и научной деятельности [10]. Однако необходимы конкретные объективные вычисляемые показатели для оценки этих критериев.

С целью определения критериев оценки авторами рассмотрены действующие в России, Казахстане и других странах системы оплаты труда сотрудников вузов. При сравнении различных систем оценки эффективности вузов и их сотрудников применяемые в них критерии были распределены по видам деятельности в 4 группы: образовательная, научная, международная и повышение имиджа университета. Были рассмотрены и учтены уровень показателя и нормативный балл за единицу выполнения показателя. Всего проанализировано более 200 показателей [9]. Сопоставление различных систем критериев показало, что они неоднородны, частично различаются в различных системах. В таком виде учесть все критерии при разработке системы стимулирования сотрудников вуза практически невозможно. Был сделан вывод о целесообразности формирования гибкой динамической системы критериев, настраиваемой в зависимости от требований рынка образовательных услуг. На основании сделанного анализа была предложена структура системы критериев оценки деятельности сотрудников вуза (рисунок 1).

Для уточнения критериев была разработана стратегическая карта финансирования вуза (рисунок 2).

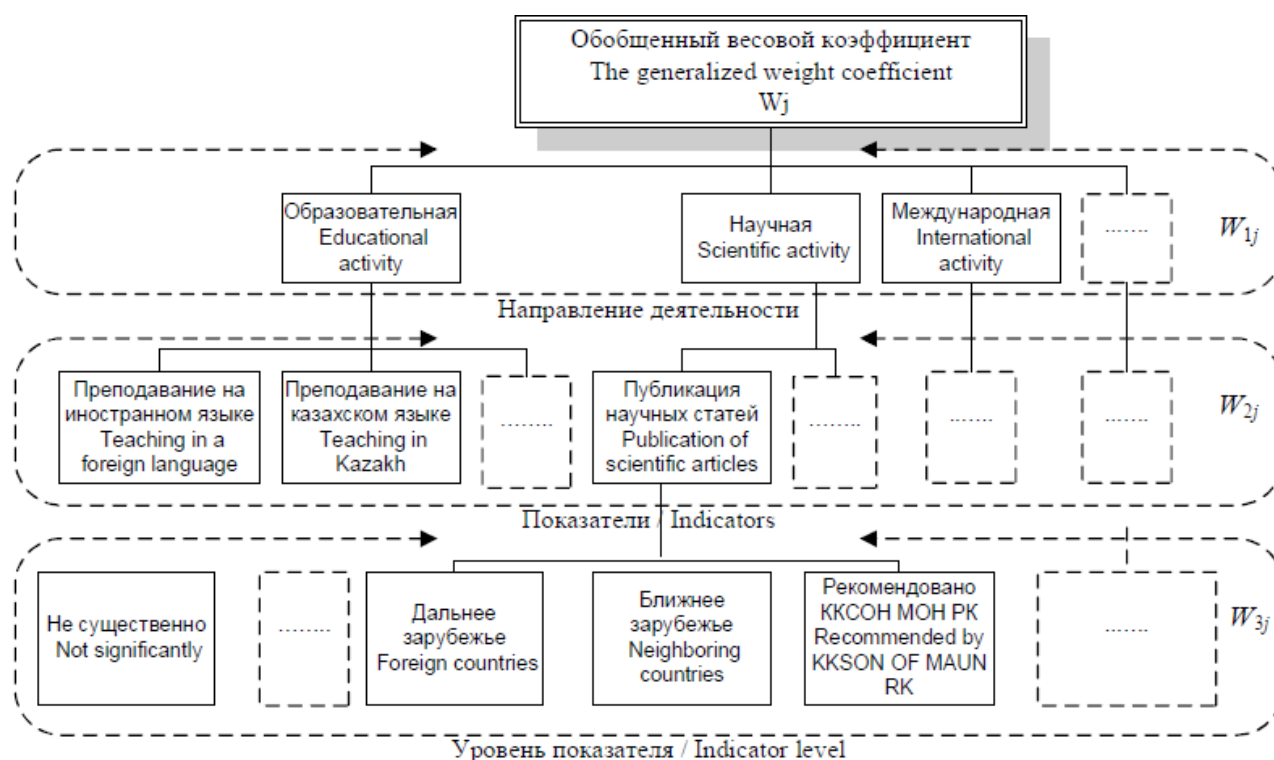


Рисунок 1. Структура системы критериев оценки деятельности сотрудников вуза

Figure 1. Structure of criteria system for evaluation of higher education institution staff activity

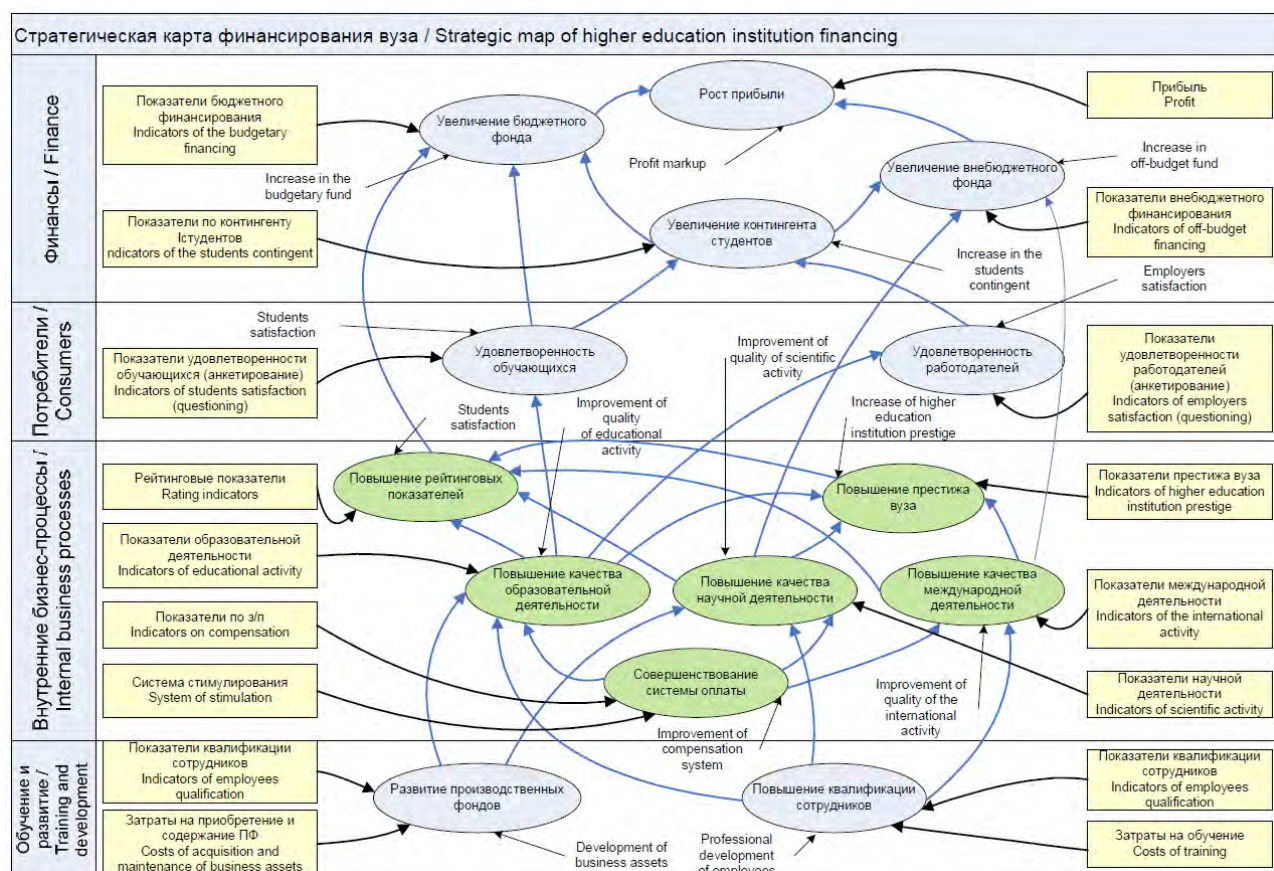


Рисунок 2. Стратегическая карта финансирования вуза

Figure 2. Strategic map of higher education institution financing

Стратегическая карта и ССП определяют логику подхода к совершенствованию процесса управления вузом, повышению его качества. Причинно-следственные отношения стратегической карты, а также и показатели, цели и инициативы сбалансированной системы составляют стратегию направления. ССП описывает многочисленные опосредованные связи между совершенствованием нематериальных активов, которые стали основными факторами достижения успеха в информационную эпоху.

Стратегическая карта финансирования вуза позволяет обоснованно определить входы и выходы модели, построенной по методологии DEA, а весовые коэффициенты определяются самой системой.

Заключение

В работе обоснована необходимость совершенствования системы стимулирования сотрудников вуза в условиях конкурентной борьбы в сфере высшего образования, обоснована необходимость в разработке отдельной модели для оценки эффективности деятельности руководителей подразделений. Выполнен анализ методов оценки производственной функции подразделений. Показано преимущество применения пограничных методов оценки эффективности экономических структур в области высшего образования. Обоснован выбор метода оболочки данных DEA для решения поставленной задачи. Разработана модель оценки

эффективности функционирования подразделений вуза на основе методологии DEA. На основе действующих в России, Казахстане и других странах систем оплаты труда сотрудников вузов разработана структура системы критериев оценки деятельности сотрудников вуза. Для уточнения и конкретизации критериев эффективности деятельности подразделений разработана стратегическая карта, которая позволила определить входные и выходные параметры модели.

Преимущество применения методологии DEA для решения поставленной заключается в следующем:

- специфика высшего образования, предполагающая большое количество входных и выходных параметров, а также необходимость учета нематериальных активов делает неэффективным использование параметрических (статистических) методов;
- специальный инструментарий для определения весовых коэффициентов без привлечения экспертов повышает объективность оценки;
- вычисление весовых коэффициентов по каждому из критериев выявить относительную степень неэффективности по каждому из параметров, выделить сильные и слабые стороны каждого подразделения и принимать взвешенные, аргументированные решения по совершенствованию деятельности анализируемых объектов.

ЛИТЕРАТУРА

1 Benoit Millot. International rankings: Universities vs. higher education systems // *International Journal of Educational Development* № 40. 2015, С. 156–165. doi:10.1016/j.ijedudev.2014.10.004

2 Miran Zlatovi_c, Igor Balaban, Dragutin Kermek. Using online assessments to stimulate learning strategies and achievement of learning goals // *Computers & Education* № 91. 2015, С. 32–45. doi:10.1016/j.compedu.2015.09.012

3 Chih-Chao Hsu, Chiung-Hui Chiu, Chun-Hsu Lin, Tzone-I. Wang. Enhancing skill in constructing scientific explanations using a structured argumentation scaffold in scientific inquiry // *Computers & Education* № 91. 2015, С. 46–59. doi:10.1016/j.compedu.2015.09.009

4 Irina Abankina, Fuad Aleskerov, Veronika Belousova, Leonid Gokhberg, Sofya Kiselgof, Vsevolod Petrushchenko, Sergey Shvydun, Kirill Zinkovsky. From equality to diversity: Classifying Russian universities in a performance oriented system // *Technological Forecasting & Social Change* № 103. 2016, С. 228–239. doi:10.1016/j.techfore.2015.10.007

5 Olga Yurevna Bakhtina, Andrey Vladimirovich Kirillov, Sergey Askoldovich Matyash & Olga Aleksandrovna Urzha. The Development of Technology for Higher Education Institution's Administrative Personnel Assessment // *International Education Studies*; Т. 8, №. 5; 2015, С. 1913–9039 doi :10.5539/ies.v8n5p179.

6 Williams, R., de Rassenfosse, G., Jensen, P., Marginson, S., 2013. The determinants of quality national higher education systems.

7 Тукубаев З.Б., Умаров А.А. Модель управления качеством образования в вузе // *Управление большими системами*. Выпуск 37. М.: ИПУ РАН, 2012. С. 95–144

8 Шикунская О.М., Дюсеев К.А. Модель совершенствования системы дифференцированной оплаты труда сотрудников вуза // *Современные наукоемкие технологии*. 2016. № 2–1. С. 44–49

9 Dmitriy Anufriev, Olga Shikulskaya, Kanagat Dyusekeyev, Mikhail Shikulskiy. Management of higher education institution staff activity efficiency on the basis of flexible stimulation system // 2016 IEEE 10th International Conference on Application of Information and Communication Technologies (AICT), 12–14 Oct 2016, Baku, Azerbaijan, С. 619 – 623

10 Cooper William W., Seiford Lawrence M., Tone Kaoru. Data envelopment analysis. A Comprehensive Text with ModePs, Applications, References and DEA Solver Software. Springer. 2007

11 Johnes. J. Data envelopment analysis and its application to the measurement of efficiency in higher education / *Economics of Education Review* 25. 2006. С. 273–288

12 Kuah T., Wong K.Y. Efficiency assessment of universities through data envelopment analysis // *Procedia Computer Science*, С. 129–145.

REFERENCES

- 1 Benoit Millot. International rankings: Universities vs. higher education systems International Journal of Educational Development no. 40. 2015, pp. 156–165. doi:10.1016/j.ijedudev.2014.10.004
- 2 Miran Zlatovic, Igor Balaban, Dragutin Kermek. Using online assessments to stimulate learning strategies and achievement of learning goals Computers & Education no. 91. 2015, pp. 32–45. doi:10.1016/j.compedu.2015.09.012
- 3 Chih-Chao Hsu, Chiung-Hui Chiu, Chun-Hsu Lin, Tzone-I. Wang. Enhancing skill in constructing scientific explanations using a structured argumentation scaffold in scientific inquiry Computers & Education no. 91. 2015, pp. 46–59. doi:10.1016/j.compedu.2015.09.009
- 4 Irina Abankina, Fuad Aleskerov, Veronika Belousova, Leonid Gokhberg, Sofya Kiselgof, Vsevolod Petrushchenko, Sergey Shvydun, Kirill Zinkovsky. From equality to diversity: Classifying Russian universities in a performance oriented system Technological Forecasting & Social Change no. 103. 2016, pp. 228–239. doi:10.1016/j.techfore.2015.10.007
- 5 Olga Yurevna Bakhtina, Andrey Vladimirovich Kirillov, Sergey Askoldovich Matyash & Olga Aleksandrovna Urzha. The Development of Technology for Higher Education Institution's Administrative Personnel Assessment International Education Studies; V. 8, no. 5; 2015, pp. 1913–9039 doi:10.5539/ies.v8n5p179.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Канагат А. Дюсекеев аспирант, кафедра информационных технологий, Астраханский государственный университет, ул. Татищева, 20А, г. Астрахань, 414056, Россия), abetovich@mail.ru
Ольга М. Шикунская д.т.н., профессор, отдел Научно-исследовательской деятельности, Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, ул. Татищева, 18, г. Астрахань, 414056, Россия, shikul@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Канагат А. Дюсекеев обзор литературных источников по исследуемой проблеме, написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат
Ольга М. Шикунская постановка задачи, предложила методику проведения исследований, консультация в ходе исследования

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 14.11.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 09.12.2016

6 Williams, R., de Rassenfosse, G., Jensen, P., Marginson, S., 2013. The determinants of quality national higher education systems.

7 Tukubaev Z. B., Umarov A. A. The model of education quality management in higher education. *Upravlenie bol'shimi sistemami* [Control of large systems]. 2012. pp. 95–144. (in Russian).

8 Shikul'skaya O. M., Dyuskeev K. A. Model of improving the system of differentiated payment of work of employees of the. *University Sovremennye naukoemkie tekhnologii* [Modern high technologies]. 2016. no. 2-1. pp. 44–49. (in Russian).

9 Dmitriy Anufriev, Olga Shikulskaya, Kanagat Dyusekeyev, Mikhail Shikulskiy. Management of higher education institution staff activity efficiency on the basis of flexible stimulation system 2016 IEEE 10th International Conference on Application of Information and Communication Technologies (AICT), 12–14 Oct 2016, Baku, Azerbaijan, pp. 619 – 623

10 Cooper William W., Seiford Lawrence M., Tone Kaoru. Data envelopment analysis. A Comprehensive Text with ModePs, Applications, References and DEA Solver Software. Springer. 2007

11 Johnes. J. Data envelopment analysis and its application to the measurement of efficiency in higher education / Economics of Education Review 25. 2006. pp. 273–288

12 Kuah T., Wong K.Y. Efficiency assessment of universities through data envelopment analysis Procedia Computer Science, pp. 129–145.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Kanagat A. Dyusekeyev postgraduate student, information technologies department, Astrakhan state university, Tatischeva, 20A, Astrakhan, 414056, Russia, abetovich@mail.ru

Olga M. Shikulskaya doctor of technical sciences, chief research worker, department research activities, Astrakhan state university od civil engineering, Tatischeva, 18, Astrakhan, 414056, Russia, shikul@mail.ru

CONTRIBUTION

Kanagat A. Dyusekeyev review of the literature on an investigated problem, wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Olga M. Shikulskaya problem definition, proposed a scheme of the experiment and organized production research, consultation during the study

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 11.14.2016

ACCEPTED 12.9.2016

Аутсорсинг в строительной индустрии

Игорь В. Линеv¹ shunka1956@yandex.ru

¹ кафедра городского строительства и хозяйства, МИТУ-МАСИ

Реферат. Материал посвящен относительно новому для российской экономики явлению – аутсорсингу в строительной отрасли. Широко применяемый в зарубежной экономической практике он выступает одновременно как микро, так и макроэкономический фактор. Вывод неосновных активов из структуры строительной компании (особенно – крупной) и передача функций по их управлению другим организациям, специализирующихся на этих услугах, позволяет решать ряд задач. Задачи в строительстве, решаемые с помощью аутсорсинга, касающиеся подготовки необходимых исходно-разрешительных документов и контроля хода выполнения работ, рассмотрены более подробно. Компания может сосредоточиться на выполнении своих основных функций, не отвлекаясь на организацию сопутствующих процессов. В результате аутсорсинг не только приносит ей дополнительную прибыль, но и повышает ее конкурентоспособность. Рассмотрены и другие преимущества, а также недостатки. Аутсорсинг может быть представлен в различных видах и принимать различные формы. В статье рассмотрены наиболее распространенные из них: полный, частичный и усовершенствованный аутсорсинг. При внешней схожести аутсорсинга и субподряда – это два различных экономических явления. Основные отличия исходят из целей их применения и порядка осуществления контроля, а также заключаются в разделении полномочий сторон. Присутствует и ряд других отличий. Проведенный анализ показывает преимущества первого перед вторым. Аутсорсинг в конкретных видах строительной деятельности рассмотрен на примере аутсорсинга персонала. Российский строительный бизнес постепенно приходит к пониманию того, что аутсорсинг – это способ минимизации совокупных затрат, повышения качества и сокращения времени исполнения работ.

Ключевые слова: аутсорсинг, строительная фирма, компания-аутсорсер, преимущества, недостатки, виды, формы, субподряд, аутсорсинг персонала

Outsourcing in the construction industry

Igor V. Linev¹ shunka1956@yandex.ru

¹ city construction and economy department, MITU-MASI

Summary. Material is devoted to the phenomenon, rather new to the Russian economy, – to outsourcing in construction branch. Widely applied in foreign economic practice he acts at the same time both a micro, and macroeconomic factor. A conclusion of non basic assets from structure of real estate development company (especially – large) and transfer of function on their management to other organizations, specializing in these services, allows to solve a number of problems. The tasks in construction solved by means of outsourcing, concerning preparation of necessary initial and allowing documents and control of work progress are considered in more detail. The company can concentrate on performance of the main functions, without being distracted by the organization of the accompanying processes. As a result outsourcing not only makes for it additional profit, but also increases its competitiveness. Also other advantages, and also shortcomings are considered. Outsourcing can be presented in different types and take various forms. In article the most widespread of them are considered: full, partial and advanced outsourcing. At external similarity of outsourcing and a subcontract are two various economic events. The main differences proceed from the purposes of their application and a procedure of control, and also consist in division of powers of the parties. There is also some other differences. The carried-out analysis shows advantages of the first before the second. Outsourcing in concrete types of construction activity is considered on the example of outsourcing of personnel. The Russian construction business gradually comes to understanding that outsourcing is a way of minimization of cumulative expenses, improvement of quality and reductions of time of execution of works.

Keywords: outsourcing, civil engineering firm, company-outsourcer, advantages, shortcomings, types, forms, subcontract, outsourcing of personnel

Введение

Специфика строительной отрасли такова, что при возведении (реконструкции, капитальном ремонте) объектов от застройщика (технического заказчика), помимо высокой квалификации, требуется большая отдача личного времени и запас неисчерпаемой энергии. Решение этой проблемы можно искать в плоскости передачи некоторых своих функций сторонней организации, которая обладает необходимым опытом, квалифицированным персоналом и другими необходимыми ресурсами. Эта организация, которая обычно имеет узкую специализацию, называется аутсорсинговой или компанией-аутсорсером. То есть в общем виде аутсорсинг¹ в строительстве –

это принятие строительной фирмой решения о передаче (на договорной основе и на длительный период) другой организации исполнение отдельных функций, направлений бизнес-процессов с целью снижения сроков возведения (реконструкции, капитального ремонта) зданий, сооружений и повышения его качества. При этом основной потенциал передающей стороны и все усилия ее сотрудников будут сосредоточены на выполнении основных задач. На уровне строительной компании аутсорсинг рассматривается как микроэкономический фактор.

В современной экономической практике развитых стран разделение труда и углубление специализации является объективной тенденцией.

¹ Аутсорсинг в дословном переводе – «использование чужих ресурсов»
Для цитирования

Линеv И. В. Аутсорсинг в строительной индустрии // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 453–459. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-453-459

For citation

Linev I. V. Outsourcing in the construction industry. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 453–459. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-453-459

Если аутсорсинг рассматривать как одно из проявлений этой тенденции, то правомерным является утверждение о том, что через взаимодействие предприятий на уровне бизнес-процессов аутсорсинг интегрирует предприятия различных стран, отраслей и сфер деятельности в единое мировое экономическое пространство, прямо способствуя глобализации мировой экономики [1]. При таком подходе его можно отнести к макроэкономическим факторам.

Объем аутсорсинга в мировой экономике оценивается в \$500 млрд. Примеры: компания IKEA использует более 2500 сторонних организаций для производства продукции, NOKIA – вывела на аутсорсинг техническое обслуживание. Он охватывает все отрасли, в т. ч. – строительную.

Материалы исследования

В условиях усиления кризисных тенденций и известных внешнеэкономических ограничений становится очевидной необходимость проявления заботы структур, позиционирующих себя в сфере строительного бизнеса, о своей конкурентоспособности. Повышение ее уровня

возможно только путем активного внедрения достижений научно-технического прогресса, новейших технологий производства. Российское строительное бизнес-сообщество постепенно приходит к пониманию того, что вывод неосновных (неключевых, непрофильных) активов из структуры компании (особенно – крупной) и передача функций по их управлению другим организациям, специализирующихся на этих услугах не только способствует получению большей прибыли, но и повышает конкурентоспособность. Она и лежит в основе аутсорсинга, более того – является его стимулом (движущей силой) [2–5].

Аутсорсинг наиболее часто применяют для решения задач, представленных в таблице 1. Сложность и многообразие некоторых из них показаны в пояснениях к ней. Исходя из задач, решаемых с помощью аутсорсинга, можно выделить основные его преимущества, представленные в таблице 2. Некоторые проблемы, возникающие при реализации аутсорсинга, представлены в таблице 3.

Таблица 1.

Задачи в строительстве, решаемые с помощью аутсорсинга

Table 1.

Problems in the construction to be solved with the help of outsourcing

Подготовка необходимых исходно-разрешительных документов* Preparation of necessary initial permit documents *
Составление, обоснование технического задания проекта и его согласование Drawing up, study the terms of reference of the project and its coordination
Получение разрешения на строительство Obtaining a building permit
Подбор, закупка стройматериалов и управление поставками Selection, procurement of materials and supply chain management
Обоснование размещения заказов на: строительство, отделку, дизайн Justification placing orders for construction, decoration, design
Производство Production
Внедрение новых изделий The introduction of new products
Сбыт готовой продукции – логистика Sales of finished goods - logistics
Дистрибуция продукции, внешняя логистика Distribution of products, external logistics
Послепродажное обслуживание After-sales service
Бухгалтерский учет Accounting
Управление персоналом Personnel Management
Контроль хода выполнения работ** Control of work progress **

*Получение ее, происходит быстрее благодаря опыту, отлаженной системе работы и налаженным связям с государственными органами власти у компаний-аутсорсеров. | * Get it faster thanks to the experience, well-functioning system of work and established relations with public authorities in companies outsourcers.

**Включает в себя задачи: | Includes tasks:

проверках качества и стоимости используемых стройматериалов, | quality control and cost of materials used, проверка соблюдения технологии строительства объекта, | verification of compliance with the construction technology of the object, текущий контроль качества проведения строительных работ, | the current quality control of construction works, прием готового объекта, инженерных систем и т. п. | acceptance of a facility, systems engineering, and so on.

Преимущества аутсорсинга

Table 2.

Benefits of outsourcing

Сокращение управленческих издержек и, как следствие – повышение прибыли Reducing administrative costs and, as a consequence - increase in profits
Обеспечение высокого уровня качества услуг – увеличение конкурентоспособности Ensuring a high level of service quality - increase the competitiveness of
Обеспечение приоритетности главного бизнес-процесса за счет перераспределения ресурсов, ранее задействованных на второстепенных задачах Providing the main priority of business process through the reallocation of resources previously involved in secondary tasks
Доступ к новым технологиям и ресурсам другой компании, привлечение чужого опыта Access to new technologies and resources of other companies, to attract others' experiences
Быстрое получение комплектующих высшего качества и по оптимальной цене Quickly getting the highest quality components and at the best price
Передача ответственности за конечный результат и гарантирование его получения The transfer of responsibility for the final result and the guarantee of its receipt
Обеспечение надежности и стабильности за счет взятой на себя компанией-аутсорсером ответственности за проделанную работу Ensuring the reliability and stability due to take over the company-outsourcer responsibility for the work done

Таблица 3.

Проблемы аутсорсинга

Table 3.

Outsourcing Issues

Проблема доверия, которая сдерживает желание обратиться к услугам компании-аутсорсера и заключить с ним контракт credibility problem that hinders the desire to turn to companies outsourcing services and to enter into a contract with him
Проблема в определении круга обязанностей, при постоянном сотрудничестве The problem in determining the terms of reference at constant cooperation
Самостоятельный подход к решению вопросов компанией-аутсорсером может противоречить основным принципам строительной фирмы Independent approach to the company-outsourcer questions may be contrary to the basic principles of the construction company
Проблема привлечения компании-аутсорсера к ответственности за допущенные ошибки The problem of attracting outsourcing company liable for errors
Проблема обеспечения контроля над выполнением задач компанией-аутсорсером The problem of control over the execution of tasks outsourcing company
Достаточно высокая стоимость оказания услуг по аутсорсингу Rather high cost of providing services outsourcing

Виды аутсорсинга

В отечественной и зарубежной литературе выделяются следующие виды аутсорсинга:

- IT-аутсорсинг;
- аутсорсинг бизнес-процессов (АБП);
- производственный аутсорсинг;
- аутсорсинг управления знаниями.

IT-аутсорсинг – передача сторонней компании решение задач, связанных не только с разработкой, внедрением, сопровождением программного обеспечения. Он также подразумевает передачу довольно широкого спектра функций, связанных с обслуживанием компьютеров и прочей офисной техники. В отдельных случаях сюда относят и обслуживание оборудования (ремонт принтера, моноблока и т. д.). Этот вид представляет собой новацию, подлежащую отдельному глубокому освещению, и в предлагаемом материале подробно не рассматривается.

АБП подразумевает передачу другой организации каких-либо определенных процессов (задач), представленных в таблице 1. Отметим, что они могут не являться для строительной фирмы ведущими в основной деятельности.

Отдельно можно выделить производственный аутсорсинг характерный для высокотехнологичных предприятий. При его использовании компания отдает часть производственных процессов или все производство другой компании, то есть он включает в себя:

- Аутсорсинг основного производства;
- Аутсорсинг вспомогательного производства.

Это позволяет снижать себестоимость продукции, повышать ее качество и надежность. Сама же компания сосредоточивается на реализации существующих товаров и разработке их новых видов.

При аутсорсинге управления знаниями, применяемом при необходимости принятия важного решения, на компанию-аутсорсер возлагаются задачи управления: базами знаний и процессами, требующими максимального изучения.

При применении аутсорсинга компания использует различные его формы, но все их (с достаточной долей условности) можно разбить на группы, представленные в таблице 4.

Таблица 4.

Формы аутсорсинга

Table 4.

Outsourcing forms

Полный Full	Фирма передает компании-аутсорсеру 90% своей деятельности The company passes the outsourcing company 90% of its activity
Частичный Partial	Фирма передает только часть своих определенных задач* компании-аутсорсеру или созданной для конкретной цели дочерней компании The company transfers only part of its specific tasks * company-outsourcer or created for a specific purpose subsidiary
Усовершенствованный Improved	Известная фирма передает компаниям-аутсорсерам определенные функции, оставляя за собой роль распределителя The well-known company passed outsourcing company specific functions, reserving the role of the distributor
Совместный Joint	Фирма нанимает несколько компаний-аутсорсеров для разных бизнес-процессов The company employs several outsourcers companies for different business processes
Промежуточный Intermediate	Фирма передает бизнес-процесс третьей компании, при этом свои специалисты могут разработать новый способ этого бизнес-процесса The company sends the business process to a third company, with its staff can develop a new way of business process
Трансформационный Transformational	Компания-аутсорсер полностью реорганизует работу какого-либо процесса, а затем передает управление обратно в руки руководителя. The company-outsourcer completely reorganize the work of a process, and then passes control back into the hands of the head.
Совместных предприятий joint ventures	Фирма и компания-аутсорсер создают новую компанию для использования будущих деловых возможностей** The company and the outsourcing company create a new company for future business opportunities **

*Например, производство конкретной детали дорогостоящего оборудования, а ее установка в здание или сооружение – внутреннее дело фирмы (For example, the production of a particular part of the expensive equipment, and its installation in a building or co-re- equipment - an internal affair of the company)

**Все активы передаются в совместное предприятие для ведения бизнеса. Аутсорсер, и компания делят прибыль, заработанную совместной компанией (All of the assets transferred to the joint venture for business. Outsourcer and the company shared with-profit earned by the joint venture)

Рассмотрим подробнее некоторые, наиболее часто встречающиеся, из указанных форм.

Появившийся в середине 90-х годов прошлого столетия, **полный аутсорсинг** подразумевает передачу: не отдельных функций какого-либо подразделения фирмы, а целиком определенного производственного процесса. Обычно применяется для традиционных видов деятельности таких как: управление финансами и недвижимостью, кадровыми вопросами, административными функциями, документооборотом и т. п. Для его реализации фирма обеспечивает компанию-аутсорсер необходимой документацией.

Частичный аутсорсинг хорошо зарекомендовал себя при изготовлении дорогостоящей строительной продукции (например, элитное жилье). Помимо продукции, эта форма может проявляться в переадресации конкретного

пакета функций компании-аутсорсеру или созданной для этой цели дочерней компании.

В условиях нормальной рыночной конкуренции, компании, занимающиеся аутсорсингом, вынуждены инвестировать инновационные технологии и совершенствовать методологии. Оставаясь востребованными, они, работая с большим количеством клиентов, приобретают необходимый опыт. В этом случае, фирма, занимающая устойчивое положение на рынке, путем использования аутсорсинга получает возможность не вкладывать средства в развитие основных фондов, связанных со второстепенными и непрофильными функциями. При этом финансовые показатели этой фирмы улучшаются, так как нет необходимости показывать отдачу от инвестиций в некоторые виды деятельности. Все это в комплексе представляет собой **усовершенствованный аутсорсинг**.

Отметим, что использование любой формы аутсорсинга позволяет фирмам повысить их конкурентоспособность, например, за счет снижения цены на продукцию или повышения инновационного потенциала.

При рассмотрении аутсорсинга в строительной индустрии необходимо четко разделить

его от субподряда. На наш взгляд, основные отличия аутсорсинга от субподряда (рисунок 1) заключаются в целях их применения и в порядке осуществления контроля, а также в разделении полномочий сторон. Присутствует и ряд других отличий.

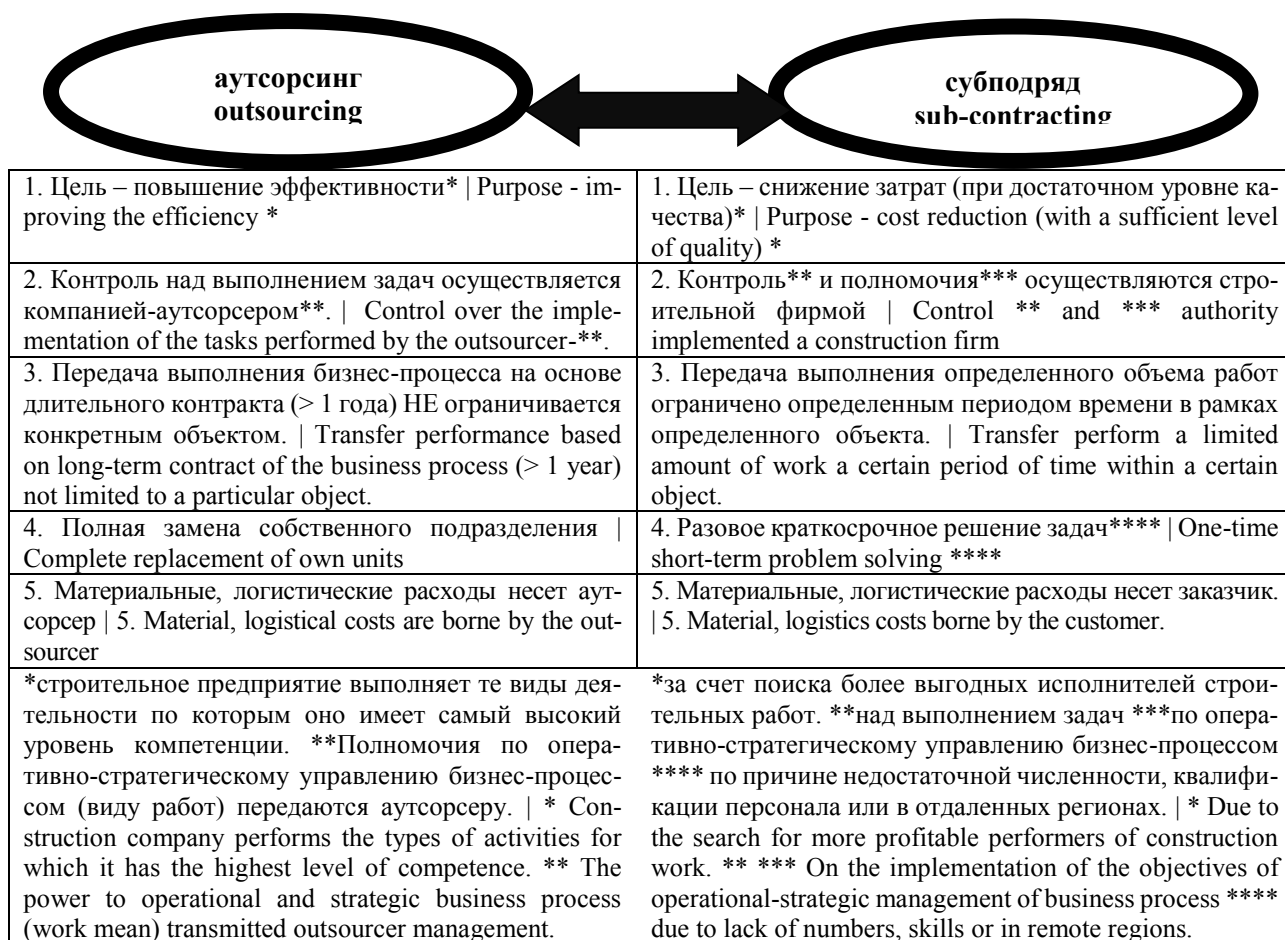


Рисунок 1. Отличие субподряда от аутсорсинга

Figure 1. The difference from the subcontracting outsourcing

Исходя из анализа различий, можно говорить о преимуществе аутсорсинга перед субподрядом. В его основе лежит принятие рисков и ответственности аутсорсинговой компании за качество бизнес-процессов.

Важным вопросом является выявление причин необходимости возникновения и установление критериев целесообразности использования аутсорсинга. Решение этого вопроса осуществляется в несколько этапов.

Для выявления причин необходимости возникновения целесообразно определить значимость каждой составляющей строительного процесса относительно:

- сложности исполнения,
- себестоимости работ,
- наличия корпоративных ресурсов.

В качестве причины можно рассматривать понижение оперативности принятия управленческого решения и необеспечение подходящего контроля.

На следующем этапе обосновывается:

- невозможность достижения необходимого качества и требуемого уровня снижения затрат,
- необходимость высвобождения дефицитных ресурсов и оборудования,
- обязательность привлечения высококвалифицированной рабочей силы.

Исходя из этого устанавливаются сами критерии целесообразности использования аутсорсинга, которые можно разбить на 3 группы:

1. Критерии надежности поставщиков строительной услуги;

2. Критерии обеспечения качества и сокращения времени производства строительного продукта;

3. Критерии отказа от аутсорсинга в связи возможной потенциальной зависимости от монополии поставщика.

Аутсорсинг в конкретных видах строительной деятельности рассмотрим на примере **аутсорсинга персонала**. Он, как правило, является актуальным для крупных строительных организаций, где наблюдается текучесть кадров. Кроме того, как показывает практика, вопросы, связанные с кадровой политикой, являются весьма затратными по времени и стоимости.

Перед строительными организациями остро стоит проблема комплектования инженерами производственно-технических отделов,

(ПТО) особенно для небольших фирм. Дефицит инженеров ПТО обусловлен, в первую очередь, зарплатами, уровень которых, как правило, ниже, чем у линейных специалистов. При этом уровень нагрузки и ответственности у первых не ниже, чем у вторых. В результате страдает подготовка производства, должным образом не ведется исполнительная документация, и как следствие, – упущенная прибыль. Честный бизнес не предусматривает переманивание профессионалов из других компаний, а четко организованный – не предусматривает возложение дополнительных обязанностей на службу главного инженера, поэтому выход видится в применении рассматриваемого инструмента. Схематично аутсорсинг персонала в общем виде показан на рисунке 2.

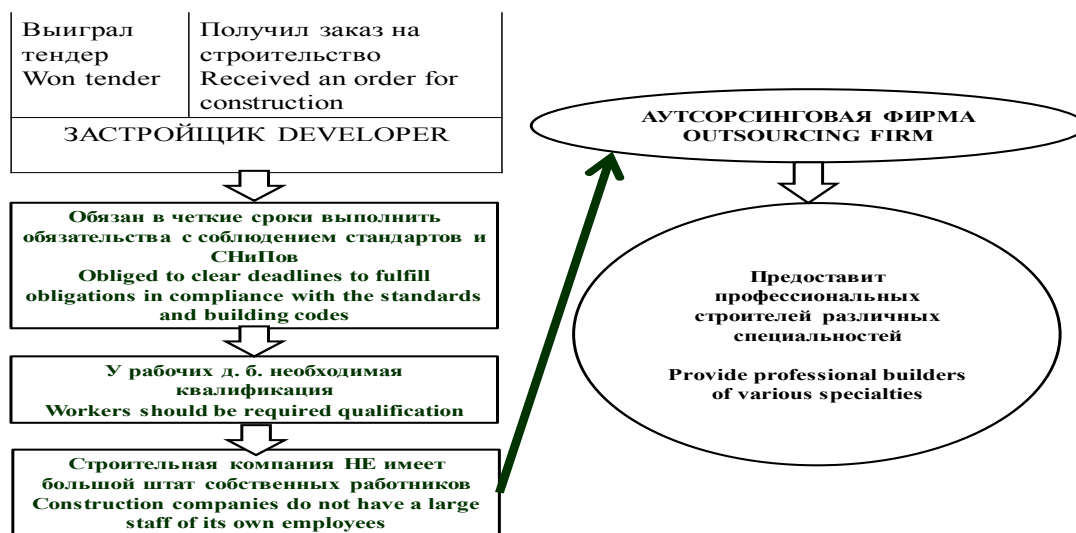


Рисунок 2. Аутсорсинг персонала

Figure 2. Название на английском языке.

Такой подход позволяет укомплектовать рабочие бригады и полностью освободить строительную организацию от забот, связанных с расчетом заработной платы, оформлением и оплатой больничных листов, оформлением отпусков и т. д. В результате компания может сосредоточиться на выполнении своих основных функций, не отвлекаясь на организацию сопутствующих процессов.

Минимизация затрат (финансовых и временных) обуславливает следующие преимущества аутсорсинга:

- Уменьшение кадровых затрат при найме персонала;
- Значительное сокращение штатных рабочих единиц;

- Уменьшение численности сотрудников – легальное сокращение налогового бремени;
- Сокращение затрат на кадровое дело-производство;
- Уменьшение расходов на подготовительный период, увеличение скорости работ на нем;
- Высвобождение средств для инвестиционных проектов.

В качестве недостатков отметим отсутствие четкой нормативно-правовой законодательной базы, регламентирующей подобный способ найма специалистов и возможность некоторых рисков

Следует подчеркнуть, что очевидность и многообразие выгод аутсорсинга персонала превалируют над отдельными недостатками.

Заключение

В сознание российских предпринимателей необходимо внедрение понимания того, что аутсорсинг – это не привлечение сторонних сотрудников определенной квалификации, а – полноценное сотрудничество в конкретной сфере. При этом ответственность разделяется между фирмой и компанией-аутсорсером, а не полностью перекладывается на последнего.

Использование строительной фирмой аутсорсинговых услуг (исходя из того, что некоторые конкретные функции компаний-аутсорсером выполняются более качественно, эффективно и дешево, чем их исполнение самой фирмой) дает ей возможность укрепить свои позиции на рынке. Он позволяет увеличивать мощности и долю на рынке.

Аутсорсинг способствует продвижению строительной продукции, разгрузке персонала, отвлечению его от рутины, в результате снижаются издержки.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Анисимова О. Н. Инновационный аутсорсинг и его преимущества на предприятиях строительной отрасли. // Теоретичні і практичні аспекти економіки та інтелектуальної власності. 2013. Т. 3. № 1. С. 283–286.
- 2 Покровская Л. Л. Аутсорсинг как инструмент управления изменениями в современной организации // Российское предпринимательство. 2011. № 4-1 (181). С. 121–125.
- 3 А. Дж. Стрикленд III Аутсорсинг: преимущества и недостатки URL: www.elitarium.ru
- 4 Koppman S., Mattarelli E., Gupta A. Third-World “Sloggers” or Elite Global Professionals? Using Organizational Toolkits to Redefine Work Identity in Information Technology Offshore Outsourcing // Organization Science. 2016. Т. 27. №. 4. С. 825–845.
- 5 Yang Q. et al. Improving logistics outsourcing performance through transactional and relational mechanisms under transaction uncertainties: Evidence from China // International Journal of Production Economics. 2016. Т. 175. С. 12–23.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Игорь В. Линеv к. э. н., профессор, кафедра городского строительства и хозяйства, МИТУ-МАСИ, shunka1956@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Игорь В. Линеv полностью подготовил рукопись и несет ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 10.11.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 28.11.2016

Аутсорсинг универсален в том смысле, что он может использоваться любой компанией, не зависимо от ее размеров, численности персонала и объемов выручки, то есть как малыми, так и крупными предприятиями.

В мировой экономической практике фирмы, задействованные в строительной индустрии, как правило, не имеют собственного ремонтного оборудования, транспортных цехов, маркетинговых служб и т. п. При этом развит рынок компаний, которые оказывают технологические, управленческие, маркетинговые услуги с использованием аутсорсинга. Это позволяет минимизировать совокупные затраты, повысить качество и сократить время исполнения работ фирмами, осуществляющими выпуск строительной продукции.

Так как компания-аутсорсер оказывает поддержку и полное обслуживание определенного процесса, то аутсорсинг способствует развитию строительной фирмы. В том числе и по этой причине он должен занять достойное место в российской экономике и в строительной индустрии в частности.

REFERENCES

- 1 Anisimova O. N. Innovative outsourcing and its benefits to the construction industry. *Teoretichni i praktichni aspekti ekonomiki ta intelektual'noi vlastnosti* [Theoretical and practical aspects of economics and intellectual property]. 2013. V. 3. no. 1. pp. 283–286. (in Russian).
- 2 Pokrovskaya L. L. Outsourcing as a tool for change management in modern organizations. *Rossiiskoe predprinimatel'stvo* [Journal of Russian entrepreneurship]. 2011. no. 4-1 (181). pp. 121–125. (in Russian).
- 3 Koppman S., Mattarelli E., Gupta A. Third-World “Sloggers” or Elite Global Professionals? Using Organizational Toolkits to Redefine Work Identity in Information Technology Offshore Outsourcing. *Organization Science*. 2016. V. 27. no. 4. pp. 825–845.
- 4 Yang Q. et al. Improving logistics outsourcing performance through transactional and relational mechanisms under transaction uncertainties: Evidence from China. *International Journal of Production Economics*. 2016. V. 175. pp. 12–23.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Igor V. Linev candidate of economical sciences, professor, city construction and economy department, MITU-MASI, shunka1956@yandex.ru

CONTRIBUTION

Igor V. Linev wrote the manuscript and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The author declare no conflict of interest.

RECEIVED 11.10.2016

ACCEPTED 11.28.2016

Формирование системы обеспечения экономической безопасности предприятия

Надежда А. Серебрякова ¹	nad_serebryakova@mail.ru
Светлана А. Волкова ²	svetlan_volkova@mail.ru
Татьяна А. Волкова ³	

¹ кафедра теории экономики, товароведения и торговли, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия

² Воронежский государственный технический университет, Московский пр-т, 14, г. Воронеж, 394046, Россия

³ Воронежский филиал РЭУ им. Г.В. Плеханова

Реферат. В статье исследуются вопросы обеспечения экономической безопасности предприятия. Функционирование предприятий в настоящее время осуществляется в условиях нестабильной рыночной среды, что требует всесторонней оценки не только отдельных факторов, оказывающих воздействие на работу предприятия, но и побуждает к необходимости разработки на предприятии комплексной системы обеспечения экономической безопасности. Цель настоящего исследования заключается в изучении теоретических и методических подходов к оценке и обеспечению экономической безопасности предприятия, разработке механизма обеспечения экономической безопасности предприятия. Мероприятия по обеспечению кадровой безопасности предполагают профилактическую работу с персоналом, профессиональную подготовку личного состава подразделения службы безопасности, формирование кадрового резерва сотрудников службы безопасности, организацию работы с новыми сотрудниками, снижение текучести кадров. Профилактические мероприятия по минимизации потерь торгового предприятия во время обеспечения операционной деятельности: контроль проведения инвентаризаций; контроль документооборота; плановые и внеплановые проверки во время приема товара; выделение и организация контроля движения товаров группы риска. Разработка инструкций и регламентов предполагает планирование мероприятий по четкой правовой регламентации всех процессов, обеспечивающих функционирование торгового объекта, потенциально опасных с точки зрения возникновения каких-либо рисков коммерческой деятельности или угроз безопасности. Успех деятельности во многом определяется скоростью и правильностью реакции предприятия на возникающие угрозы, где ключевым фактором, определяющим эффективность предпринимательской деятельности, является создание системы обеспечения экономической безопасности предприятия.

Ключевые слова: экономическая безопасность предприятия, механизм обеспечения экономической безопасности предприятия

Formation of maintenance economic safety enterprise system

Nadezhda A. Serebryakova ¹	nad_serebryakova@mail.ru
Svetlana A. Volkova ²	svetlan_volkova@mail.ru
Tatyana A. Volkova ³	

¹ theory of economics, commodity and trade department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394066, Russia

² Voronezh state technical university, Moscow Av., 14, Voronezh, 394046, Russia

³ Voronezh Branch of REU named after G. V. Plekhanov

Summary. The article examines the issues of economic security. The operation of enterprises is being implemented in a volatile market environment, which requires a comprehensive assessment of not only the individual factors affecting the operation of the enterprise, but also encourages the need to develop a comprehensive system for the enterprise to ensure economic security. The purpose of this study is to examine the theoretical and methodological approaches to assessing and ensuring the economic security of the enterprise, the development of a mechanism to ensure the economic security of the enterprise. Measures to ensure the safety of personnel suggest preventive work with the personnel, training personnel of the security services division, formation of personnel reserve of security personnel, the organization of work with new employees, reducing staff turnover. Preventive measures to minimize include activities not directly related to the activities of security units, but to minimize losses of commercial enterprise in the course of maintenance operations: control of inventories; control document; scheduled and unscheduled inspections during the reception of the goods; selection and organization of the movement control risk goods. Development of guidelines and regulations involves the planning of a clear legal regulation of all processes for the operation of commercial facility, potentially dangerous from the point of view of any commercial activity or threats to the security risks. The success of the activities is largely determined by the speed and accuracy of enterprise responses to emerging threats, where a key determinant of the effectiveness of business, is to create a system to ensure the economic security of the enterprise.

Keywords: economic security of the enterprise, methods of evaluation of economic security

Введение

В современных условиях на экономическую деятельность хозяйствующих субъектов оказывают влияние как макроэкономические факторы (состояние коммерческого законодательства, политическая и социально-экономическая ситуация в стране и др.) так и микроэкономические (кадры, достаточность капитала, менеджмента), что обостряет проблему обеспечения экономической безопасности предприятия [3].

Для цитирования

Серебрякова Н. А., Волкова С. А., Волкова Т. А. Формирование системы обеспечения экономической безопасности предприятия // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 460–465. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-460-465

Экономическая безопасность предприятия – это состояние, обеспечивающее наиболее эффективное использование ресурсов предприятия для обеспечения стабильного функционирования и развития, при котором оно способно к максимизации своей стоимости при приемлемом уровне риска [4].

Цель экономической безопасности предприятия состоит в эффективной защите жизненно важных экономических интересов соответствующего объекта безопасности от угроз.

For citation

Serebryakova N. A., Volkova S. A., Volkova T. A. Formation of maintenance economic safety enterprise system. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 460–465. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-460-465

Ввиду комплексности и многоаспектности содержания данной категории, ее следует рассматривать как систему. Под системой экономической безопасности предприятия понимают организованную совокупность специальных органов, служб, средств, методов и мероприятий, обеспечивающих защиту жизненно важных интересов предприятия от внутренних и внешних угроз [8].

Основу системы обеспечения экономической безопасности предприятия составляют: цель, задачи, объект, субъект, механизм обеспечения экономической безопасности.

К приоритетным целям экономической безопасности предприятия следует отнести обеспечение эффективности деятельности, финансовой устойчивости и независимости предприятия. Основными задачами системы обеспечения экономической безопасности являются:

- мониторинг и прогнозирование угроз экономической безопасности предприятия;
- оценка рисков и угроз количественными и качественными методами;
- разработка инструментов и механизма нивелирования угроз и поддержания стабильного развития предприятия;
- постоянное совершенствование механизма обеспечения экономической безопасности.

Наличие угроз стабильному функционированию предприятия обуславливает необходимость применения соответствующих методологических приемов исследования экономической безопасности предприятия.

Одним из наименее изученных, но вместе с тем имеющих практическую значимость и ценность является вопрос оценки рисков

и угроз экономической безопасности предприятия. Чем достовернее и своевременнее будет оценка, тем более обоснованными и действенными будут меры по ее обеспечению.

Для того чтобы получить комплексную оценку уровня экономической безопасности предприятия необходимо использование комплекса индикаторов. Индикаторы экономической безопасности представляют собой показатели, характеризующие состояние детерминант (факторов) экономической безопасности предприятия [7].

Индикаторы включают систему показателей: макроуровня, характеризующие состояние внешней среды (изменения в законодательстве, уровень макроэкономической нестабильности и др.), мезоуровня (региональная политика, ресурсная обеспеченность территории и т. д.) и микроуровня (обеспеченность трудовыми ресурсами, качество трудовой жизни и т. д.).

В качестве основных тенденций воздействия на безопасность функционирования предприятия на макроуровне нами выделены политические, экологические, экономические, социальные, технико-технологические и правовые факторы [6].

Мезоуровень системы экономической безопасности можно исследовать как в отраслевом, так и в территориальном аспекте. В отраслевом аспекте в качестве фактора, выступающего угрозой, рассматриваются характеристики сферы функционирования предпринимательской структуры. Мезоуровень с позиции территории предполагает в качестве угроз характеристики определенного региона. Характеристики территории и характеристики сферы деятельности, отраженные на рисунке 1.

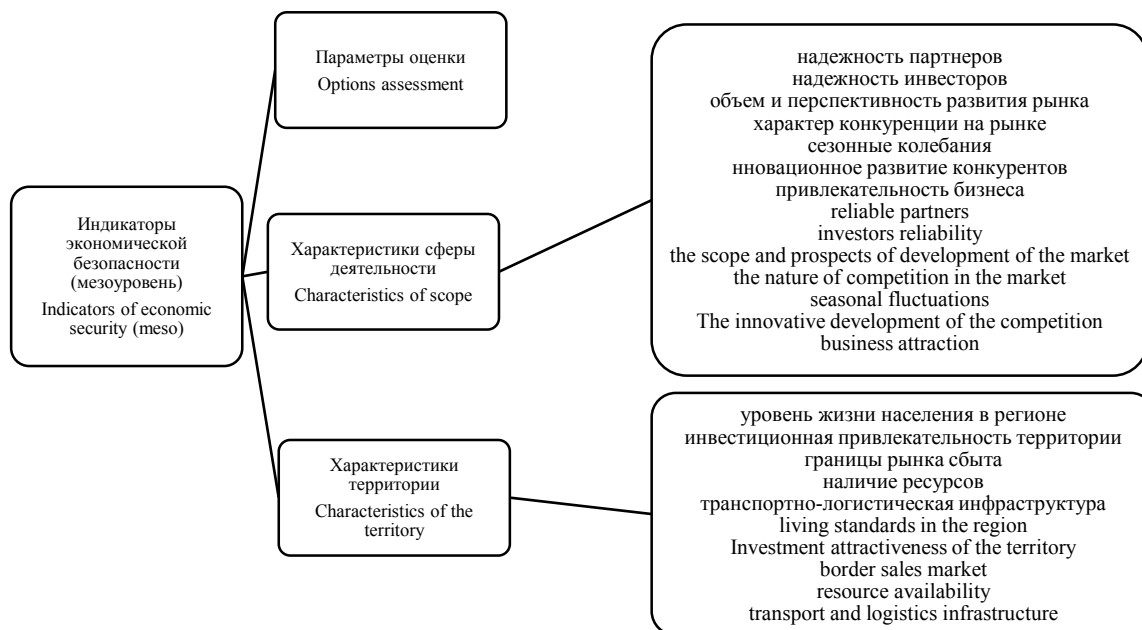


Рисунок 1. Индикаторы и параметры оценки угроз мезоуровня

Figure 1. Indicators and evaluation parameters mesolevel threats

С целью оценки экономической безопасности предприятия на микроуровне все показатели можно распределить по категориям: финансовые показатели; производственно-сбытовые; показатели инновационной деятельности; социальные индикаторы. Интегральная оценка экономической безопасности с учетом рисков и угроз на всех уровнях позволит выявить те объекты безопасности, в отношении которых необходима разработка механизма и инструментов повышения экономической безопасности.

К объектам системы обеспечения экономической безопасности предприятия относятся:

а) направления деятельности хозяйствующего субъекта (снабжение, производственная, управленческая, коммерческая);

б) имущество и ресурсы (материально-технические, финансовые, интеллектуальные, информационные);

в) персонал, различные структурные подразделения, службы и т. д.

Субъектами обеспечения экономической безопасности предприятия являются лица, службы и подразделения, которые занимаются обеспечением безопасности.

Практические действия по обеспечению экономической безопасности базируются на нормативно-правовой основе деятельности предприятий, мотивации персонала, мерах экономического стимулирования, административных рычагов управления, ресурсосбережения и других приемах. [2]. Основные мероприятия, а также методы и инструменты позволяют сформировать механизм обеспечения экономической безопасности предприятия.

В экономическом словаре термин «механизм» определяется как система, устройство, определяющее порядок какого-либо действия.

Механизм обеспечения экономической безопасности предприятия может быть реализован только в рамках системы управления, которая обеспечивает решение возникающих проблем. С точки зрения управления, механизм экономической безопасности предприятия – это такое состояние предприятия, при котором все его основные элементы находятся в состоянии поддерживать свои параметры в определенном диапазоне.

Механизм обеспечения экономической безопасности предприятия реализуется поэтапно:

Этап 1. Формирование основ обеспечения экономической безопасности предприятия. Необходимо сформулировать стратегию, цели, функции, принципы и методы управления предприятием, а также конкретизировать субъект и объект управления в рамках концепции обеспечения экономической безопасности предприятия [3].

Этап 2. Качественный и количественный анализ факторов внешней и внутренней среды.

Идентификация рисков и угроз экономической безопасности предприятия, анализ влияния факторов на устойчивое развитие предприятия.

Этап 3. Оценка значимых факторов и рисков и оценка их влияния на экономическую безопасность предприятия. На основании изучения внешних и внутренних факторов предприятия выявляются основные возможности и угрозы, в результате чего оценивается потенциал экономической безопасности предприятия.

Этап 4. Анализ и оценка экономической безопасности предприятия. На этом этапе определяется конкретный набор показателей экономической безопасности.

Этап 5. Разработка управленческих решений и рекомендаций, корректировка основ управления рисками предприятия. Управление рисками предприятия основывается на постановке принципов управления, целей, функций и методов управления, а также выделении объекта и субъекта управления. Все вышеперечисленные элементы конкретизируются таким образом, чтобы обеспечивать стабильность и экономический эффект. Представленный механизм обеспечения экономической безопасности предприятия позволяет поэтапно разрабатывать грамотные управленческие решения в области устойчивого развития.

Механизм обеспечения экономической безопасности предприятия имеет следующие характерные черты:

— динамизм и постоянное совершенствование элементов механизма на основе анализа их эффективности;

— адаптивность и способность к изменениям в соответствии с внешней и внутренней средой функционирования предприятия.

Использование системного подхода к исследованию механизма обеспечения экономической безопасности предприятия предполагает учет всех реальных условий его функционирования, а в самом механизме следует четко определить составные элементы, принципы их действия и взаимодействия. Как показал проведенный анализ, механизм обеспечения экономической безопасности предприятия может быть в различной степени структурирован и формализован. Эффективная структура механизма обеспечения экономической безопасности предприятия включает несколько блоков, результативное взаимодействие которых позволяет обеспечивать предприятию нормальную прибыль, получаемую в результате соблюдения интересов предприятия.

Механизм обеспечения экономической безопасности включает следующие элементы:

— непрерывный и всесторонний мониторинг состояния предприятия в целях обнаружения, прогнозирования и предотвращения угроз экономической безопасности;

— определение пороговых значений производственно-экономических показателей, неблагоприятные отклонения от которых вызывает нестабильность и конфликты;

— деятельность служб безопасности по выявлению и предупреждению внутренних и внешних угроз безопасности предприятия [2].

Механизм обеспечения экономической безопасности предприятия выполняет ряд важных функций, среди которых можно выделить защитную, регулятивную, превентивную (предупредительную), инновационную и социальную. Рассмотрим их более подробно.

Выполнение защитной функции подразумевает предотвращение внутренних и внешних угроз деятельности предприятия и предполагает наличие достаточного ресурсного потенциала. Для реализации защитной функции требуется выполнение следующих условий:

а) наличие и эффективное использование кадрового и экономического потенциала предприятия;

б) рациональное использование оптимизация имеющихся ресурсов;

в) развитие человеческого потенциала, управленческих и кадровых ресурсов предприятия;

г) защита предприятия от негативного внешнего воздействия, нейтрализация угроз и рисков.

Регулятивная функция механизма обеспечения экономической безопасности предполагает регулирование состояния среды функционирования предприятия.

Наиболее важными элементами такого регулирования чаще всего выступают условия внешней и внутренней среды хозяйствования субъектов, такие характеристики рынка, как конкуренция и уровень цен.

Превентивная функция механизма обеспечения экономической безопасности предприятия направлена на прогнозирование ситуации и предупреждение возникновения критических ситуаций, внутренних и внешних угроз и рисков. Реализация данной функции основана на выработке множества мероприятий экономического, технологического, организационного характера. Наиболее важными из них являются мероприятия, обеспечивающие защиту экономической безопасности предприятия и формирование системы информационной безопасности.

Разработка прогнозов и превентивных мероприятий базируется на информационной составляющей обеспечения экономической безопасности. Для качественного прогнозирования рисков и угроз и определения эффективных мероприятий необходима качественная, достаточная, достоверная и своевременная информация.

Инновационная функция механизма обеспечения экономической безопасности основана на разработке и последующей реализации

инновационных решений и мероприятий с целью преодоления возникающих и уже действующих угроз. Цель компенсационной функции триединая: устранить угрозу – ликвидировать последствия – компенсировать потери.

Социальная функция механизма обеспечения безопасности направлена на достижение наиболее высокого уровня и качества жизни владельца и сотрудников предприятия, путем взаимного партнерства и удовлетворения социальных потребностей.

В концепции механизма обеспечения экономической безопасности предприятия необходимым условием является проведение индикативного анализа, как метода экономических исследований, заключающегося в выявлении динамики и тенденций изменения показателей экономической безопасности и их интегрированности в систему обеспечения экономической устойчивости хозяйствующего субъекта и соблюдения его экономических интересов [1].

Как мы отмечали выше, индикаторами экономической безопасности предприятия выступают нормативные характеристики и показатели, которые:

1) в количественном виде отражают угрозы экономической безопасности;

2) имеют высокую чувствительность и изменчивость и, соответственно, большую сигнальную способность предупреждать субъектов хозяйственной деятельности о возможных опасностях в связи с изменением макро- и микроэкономической ситуации, принимаемых правительством мер в сфере экономической политики, изменением финансового положения контрагентов.

Сбор информации о численных параметрах индикаторов необходим для идентификации уязвимых мест в работе предприятия, установления последствий реализации угроз и выработки обоснованных управленческих решений.

Система контролируемых параметров деятельности предприятия содержит специальные показатели экономической безопасности развития предприятия, по динамике которых за определённый временной период можно провести диагностику состояния предприятия: нормальное, предкризисное, кризисное. С целью выявления перспектив развития предприятия можно осуществить прогнозирование банкротства предприятия.

Результат идентификации экономической безопасности имеет принципиальное значение, так как он не только даёт обобщающую оценку текущего состояния предприятия, но и указывает на необходимые направления воздействия и принятие определённых управленческих решений в области планирования, организации и мотивации.

При выявлении первых признаков кризиса приводятся в действие превентивные механизмы, направленные на нейтрализацию и предотвращение развития кризиса и приводящие предприятие в нормальное состояние.

Проведенное исследование и систематизация научных подходов к вопросам обеспечения экономической безопасности предприятия позволили сделать следующие выводы.

Обеспечение экономической безопасности предприятия следует рассматривать как непрерывный во времени процесс, основанный на системном мониторинге индикаторов экономической безопасности, позволяющем получить объективную оценку состояния экономической безопасности предприятия и применять соответствующие механизмы её обеспечения.

Состояние экономической безопасности предприятия определяет выбор соответствующих рычагов управления.

Планирование работы подразделения службы безопасности призвано не только обеспечить должную организацию его работы, направленную на достижение конкретных и значимых результатов. Система планирования должна быть достаточно гибкой, учитывать реалии деятельности предприятия на конкретный момент времени и в конкретном регионе [9].

Мероприятия по обеспечению кадровой безопасности предполагают профилактическую работу с персоналом, профессиональную подготовку личного состава подразделения службы безопасности, формирование кадрового резерва сотрудников службы безопасности, организацию работы с новыми сотрудниками, снижение текучести кадров и т. д.

ЛИТЕРАТУРА

1 Alexander I. Khorev, Yuri A. Salikov & Nadezhda A. Serebryakova. Conceptual Features of the Balanced Development of Business Organizations. // Asian Social Science T. 11. №. 20. 2015. С. 22–29.

2 Безуглая Н. С. Экономическая безопасность предприятия. Сущность экономической безопасности предприятия // Российское предпринимательство. 2010. № 4-1. С. 63–67.

3 Богомолов В. А. Экономическая безопасность: учеб. пособие М.: ЮНИТИДАНА, 2011. 263 с.

4 Ендовицкая А. В., Волкова Т. А., Балиашвили Д. У. Теоретико-методические подходы к определению сущности экономической безопасности предприятия и ее оценке // Современная экономика: проблемы и решения. 2014. № 10 (58). С. 62–68.

5 О стратегии национальной безопасности РФ до 2020 года (Электронный ресурс): Указ Президента РФ от 12 мая 2009 г. № 537.

6 Панин А. У., Семененко С. В., Синюкова В. А. Экономическая безопасность предприятий: организация, функционирование, развитие Воронеж, 2014.

Профилактические мероприятия по минимизации включают мероприятия, не связанные непосредственно с деятельностью подразделения безопасности, но направленные на минимизацию потерь торгового предприятия во время обеспечения операционной деятельности: контроль проведения инвентаризаций; контроль документооборота; плановые и внеплановые проверки во время приема товара; выделение и организация контроля движения товаров группы риска и т. п.

Тактические приемы обеспечения безопасности предполагают осуществление мероприятий, разработанных на основе анализа результатов итоговой инвентаризации по потерям [7].

Разработка инструкций и регламентов предполагает планирование мероприятий по четкой правовой регламентации всех процессов, обеспечивающих функционирование торгового объекта, потенциально опасных с точки зрения возникновения каких-либо рисков коммерческой деятельности или угроз безопасности (бизнес-процессы, обеспечение сохранности товарно-материальных ценностей, утилизация мусора, внутриобъектовый режим, обеспечение процессов функционирования подразделений собственного производства и т. п.) [8].

Заключение

Успех деятельности во многом определяется скоростью и правильностью реакции предприятия на возникающие угрозы, где ключевым фактором, определяющим эффективность предпринимательской деятельности, является создание системы обеспечения экономической безопасности предприятия.

7 Волкова Т. А., Волкова С. А. Механизм обеспечения экономической безопасности предприятия // Актуальные вопросы развития современного общества сборник научных статей VI Международной научно-практической конференции. 2016. С. 66–68.

8 Спиридонов С. П. Роль качества жизни и человеческого капитала в повышении конкурентоспособности экономики // Социально-экономические явления и процессы. 2010. № 5 (21) С. 115–120.

9 Serebryakova N.A., Volkova S.A., Volkova T.A., Semenenko S.V. Methodological Approaches To Evaluation Of Economic Security Of Enterprise // Journal of applied economic sciences, № 1. 2016.

10 Шлыков В. В. Комплексное обеспечение экономической безопасности предприятия СПб.: Алетейя, 2013. 91 с.

11 Калинина И. В., Фаткуллин Р. И. Инновационное развитие предприятий пищевой отрасли: проблемы и перспективы // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. 2015. Т. 3. № 3. С. 17–22.

REFERENCES

1 Alexander I. Khorev, Yuri A. Salikov & Nadezhda A. Serebryakova. Conceptual Features of the Balanced Development of Business Organizations. Asian Social Science V. 11, no. 20; 2015. pp. 22–29.

2 Bezuglaya N. S. Economic security of enterprise The essence of economic security of enterprise. Rossiiskoe predprinimatel'stvo [Journal of Russian entrepreneurship]. 2010. no. 4-1. pp. 63–67. (in Russian).

3 Bogomolov V. A. Ekonomicheskaya bezopasnost' [Economic security: educational grant] Moscow, YUNITIDANA publ., 2011. 263 p. (in Russian).

4 Endovitskaya A. V., Volkova T. A., Baliashvili D. U. Theoretical-methodological approaches to definition of essence of economic safety of the enterprise and its evaluation. Sovremennaya ekonomika: problemy i resheniya [Modern Economics: problems and solutions]. 2014. no. 10 (58). pp. 62–68. (in Russian).

5 O strategii natsional'noi bezopasnosti RF do 2020 goda (Elektronnyi resurs): Ukaz Prezidenta RF ot 12 maya 2009 g. № 537. [On the national security strategy of Russian Federation until 2020 (Electronic resource): the decree of the President of the Russian Federation of 12 may 2009 № 537.] (in Russian).

6 Panin A. U., Semenenko S. V., Sinyukova V. A. Ekonomicheskaya bezopasnost' predpriyatii: organizatsiya, funktsionirovanie, razvitie [Economic security of enterprises: organization, functioning, development] Voronezh, 2014. (in Russian).

7 Volkova T. A., Volkova S. A. The mechanism of ensuring economic security of an enterprise Aktual'nye voprosy razvitiya sovremennogo obshchestva sbornik nauchnykh statei VI Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii [Topical issues of development of modern society, the collection of scientific articles VI International scientific-practical conference]. 2016. pp. 66–68. (in Russian).

8 Spiridonov S.P. The role of quality of life and human capital to increase the competitiveness of the economy. Sotsial'no-ekonomicheskiye yavleniya i protsessy [Socio-economic phenomena and processes] 2010. no. 5 (21) pp. 115–120.

9 Serebryakova N.A., Volkova S.A., Volkova T.A., Semenenko S.V. Methodological Approaches To Evaluation Of Economic Security Of Enterprise. Journal of applied economic sciences, no. 1. 2016.

10 Shlykov V. V. Kompleksnoe obespechenie ekonomicheskoi bezopasnosti predpriyatiya [Complex providing of economic security of enterprise] St Petersburg, Aleteiya publ., 2013. 91 p. (in Russian).

11 Kalinin I.V., Fatkullin R.I. Innovative development of the food industry: problems and prospects. Vestnik YUzhno-Uralskogo gosudarstvennogo universiteta Seriya Pishchevye i biotekhnologii [Bulletin of South Ural State University. Series: Food and Biotechnology.] 2015. No. 3. pp. 17–22. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Надежда А. Серебрякова д. э. н., профессор, кафедра теории экономики, товароведения и торговли Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия, nad_serebryakova@mail.ru

Светлана А. Волкова к. э. н., доцент, Воронежский государственный технический университет, Московский пр-т, 14, г. Воронеж, 394046, Россия, svetlan_volkova@mail.ru

Татьяна А. Волкова к. э. н., доцент, Воронежский филиал РЭУ им. Г.В. Плеханова,

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Nadezhda A. Serebryakova doctor of economical sciences, professor, theory of economics, commodity and trade department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394066, Russia, nad_serebryakova@mail.ru

Svetlana A. Volkova candidate of economical sciences, assistant professor, Voronezh state technical university, Moscow Av., 14, Voronezh, 394046, Russia, svetlan_volkova@mail.ru

Tatyana A. Volkova candidate of economical sciences, assistant professor, Voronezh Branch of REU named after G. V. Plekhanov,

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Надежда А. Серебрякова консультация во время исследования

Светлана А. Волкова обзор литературных источников по исследуемой проблеме

Татьяна А. Волкова написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

CONTRIBUTION

Nadezhda A. Serebryakova consultation during the study

Svetlana A. Volkova review of the literature on an investigated problem

Tatyana A. Volkova wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

ПОСТУПИЛА 25.09.2016

RECEIVED 9.25.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 04.11.2016

ACCEPTED 11.4.2016

Состояние и перспективы развития нефтегазохимического комплекса государств Евразийского Экономического Союза

Екатерина В. Хворова	¹	evh0504@gmail.com
Елена И. Черкасова	²	cherkasova.kstu@yandex.ru
Флора Н. Шайхутдинова	¹	flura_kzn@mail.ru
Илшат И. Салахов	³	

¹ кафедра экономики, Казанск. национальн. исследовательск. технологич. ун-т, ул. К.Маркса, 68, г. Казань, 420015, Россия

² кафедра химической технологии переработки нефти и газа, Казанск. национальн. исследовательск. технологич. ун-т, ул. К.Маркса, 68, г. Казань, 420015, Россия

³ АО «ТАНЕКО», а/я 97 РУПС, г. Нижнекамск, 423570, Россия

Реферат. Обеспечение конкурентоспособности национальных товаров и ускорение экономического развития стран в современных условиях во многом определяются их ролью в мировых интеграционных структурах. Одним из перспективных направлений участия России в интеграционных процессах является развитие экономических отношений в рамках ЕАЭС. Среди стран-участниц наибольшим потенциалом обладает нефтегазохимический комплекс России и Казахстана. Спрос на нефть, газ и нефтепродукты в Кыргызстане и Армении в основном удовлетворяется за счет импорта из соседних стран. Россия является основным экспортером топливно-энергетических ресурсов для соседних стран и одним из главных потребителей, производимых в странах ЕАЭС товаров. В связи с этим именно Россия выступает определяющим ориентиром в вопросах взаимодействия и унификации различных национальных систем стран-участниц. Важнейшим направлением развития Евразийского экономического союза является создание общих рынков нефти, газа, электроэнергии и нефтепродуктов. Географическое положение позволяет создавать общие транспортные маршруты, что может послужить основой ускорения темпов экономического роста для России, Казахстана, Белоруссии, Армении и Киргизии. Среди актуальных вопросов интеграции стран, существенно различающихся составом налоговых систем и структурой государственного бюджета, наиболее значимым является создание единой системы налогообложения нефтегазохимического комплекса. В этой связи необходимо планомерное реформирование налоговых систем всех участников в налогообложении и контроле за недропользователями на объединенной территории, а также в вопросах косвенного налогообложения углеводородов. Следующим этапом является совершенствование системы определения тарифов на транспортировку ресурсов различными видами транспорта. Высокий потенциал нефтегазохимического комплекса в России и Казахстане и значительный опыт в налогообложении недропользователей этих стран предполагает, что именно они будут иметь ведущую роль в разработке и принятии решений по основным вопросам.

Ключевые слова: Евразийский экономический союз, нефтегазохимический комплекс, налогообложение, недропользователи

State and prospects petrochemical complex of the Euroasian Economic Union States

Ekaterina V. Khvorova	¹	evh0504@gmail.com
Elena I. Cherkasova	²	cherkasova.kstu@yandex.ru
Flura N. Shaihutdinova	¹	flura_kzn@mail.ru
Ilshat I. Salakhov	³	

¹ economics department, Kazan national research technological university, K.Marx St., 68, Kazan, 420015, Russia

² processing of oil and gas department, Kazan national research technological university, K.Marx St., 68, Kazan, 420015, Russia

³ АО «ТАНЕКО», and/I 97 rups, Nizhnekamsk, 423570, Russia

Summary. Ensuring the competitiveness of national products and the acceleration of economic development in modern conditions are largely determined by their role in the world integration structures. One of the promising directions of Russia's participation in the integration process is the development of economic relations within the EEUS. Among the member countries the greatest potential petrochemical complex have Russia and Kazakhstan. Demand for oil, gas and petroleum products in Kyrgyzstan and Armenia are mainly met by imports from neighboring countries. Russia is a major exporter of energy resources for the neighboring countries, and one of the major consumers of manufactured goods in the countries of the EEUS. In this regard, it is Russia that is the determining reference point in matters of cooperation and harmonization of the various national systems of member countries. The most important direction of development of the Eurasian Economic Union is to create common markets for oil, gas, electricity and petroleum products. The geographical position allows you to create general transport routes, which can serve as a basis to accelerate economic growth in Russia, Kazakhstan, Belarus, Armenia and Kyrgyzstan. Among the topical issues of the integration of significantly different structure of tax systems and the structure of the state budget, the most important is to create a unified system of taxation petrochemical complex. In this regard, it is necessary planned reform of the tax systems of all the participants in the taxation and control of subsoil users on the combined area, as well as in matters of indirect taxation of hydrocarbons. The next step is to improve the system of determining the tariffs for the transportation of various types of transport resources. High potential petrochemical complex in Russia and Kazakhstan and significant experience in the taxation of subsoil users in these countries suggests that they will have a leading role in the development and decision-making on major issues.

Keywords: Eurasian Economic Union, oil, gas and chemical complex, taxation, mining companies

Для цитирования

Хворова Е.В., Черкасова Е.И., Шайхутдинова Ф.Н., Салахов И.И. Состояние и перспективы развития нефтегазохимического комплекса государств Евразийского Экономического Союза // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 466–475. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-466-475

For citation

Khvorova E. V., Cherkasova E.I., Shaihutdinova F. N., Salakhov I.I. State and prospects petrochemical complex of the Euroasian Economic Union States. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 466–475. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-466-475

Введение

За последние десятилетия в мире происходят сложные процессы сближения стран, направленные на создание единого рынка, что является неотъемлемой частью общемировой тенденции ускорения интеграции. В конце XX века интеграция стала мощным инструментом ускорения развития региональных экономик и повышения конкурентоспособности на мировом рынке.

Международная конкурентоспособность России, ее цивилизованная устойчивость и возможность влиять на мировые процессы в решающей степени зависят от дальнейшего развития интеграционных процессов. В этом аспекте наиболее перспективным является Евразийский Экономический Союз (ЕАЭС).

ЕАЭС это международное интеграционное экономическое объединение, договор о его создании был подписан 29 мая 2014 года, и вступил в силу 1 января 2015 года. Договор имеет эпохальное, историческое значение, открывает самые широкие перспективы для развития экономик и повышения благосостояния граждан стран участниц [1].

Государствами-членами являются Россия, Армения, Беларусь, Казахстан и Киргизия. Евразийский экономический союз создан для укрепления экономик стран-участниц, а также для модернизации и повышения их конкурентоспособности на мировом рынке.

Страны-участницы создают мощный, притягательный центр экономического развития, крупный региональный рынок, объединяющий более 20 млн кв. км., с населением около 175 млн человек, с огромным производственным, научным и технологическим потенциалом и с колоссальными природными ресурсами.

Валовой внутренний продукт стран ЕАЭС в 2015 году составил 2336,5 млрд долл. США (96,9% к уровню прошлого года), объем промышленного производства – 1,5 трлн долл. США. Объем производства по добыче полезных ископаемых государств – членов ЕАЭС в 2015 году составил 222,1 млрд долл. США и остался на уровне 2014 года. Объем промышленного производства составил 907,1 млрд долл. США. При этом объемы добычи нефти составили 614,36 млн тонн (1 место в мире), газа – 679,39 млрд куб. м (1 место в мире), выработки электроэнергии – 1209,1 млрд кВт. ч (3 место в мире). [2]

Создание общих рынков нефти, газа и электроэнергии, объединение многих гражданских рынков, финансовой и транспортных систем позволит существенно расширить возможности экономического роста для России, Казахстана и Белоруссии, Армении и Киргизии.

Географическое положение позволяет создавать транспортные, логистические маршруты не только регионального, но и глобального значения, а также открыть масштабные торговые потоки «Европы и Азии». Длина железнодорожных путей составляет 106,6 тыс. км., протяженность автомобильных дорог – 1601,4 тыс. км. [3].

Перспективы развития нефтегазохимического комплекса ЕАЭС

Нефтегазохимический комплекс традиционно является определяющим в интеграционных процессах государств ЕАЭС [4].

Оценка вклада государств-членов ЕАЭС в совокупные показатели, характеризующие потенциал нефтегазохимический комплекс, позволяет отметить следующие особенности.

Россия играет ведущую роль на рынке энергоресурсов, занимая первое место в мире по экспорту газа (в 2015 году доля – 18%) и второе место после Саудовской Аравии по нефти (доля 12,4%). Объемы добычи нефти в России в 2015 году составили 10,4 млн тонн, что обеспечило третье место после Саудовской Аравии и США (с объемами добычи 11,55 и 11,13 млн тонн соответственно) [5].

По прогнозам, к 2035 году в России добыча энергоресурсов возрастет и составит 525 млн тонн нефти и 885 млрд куб. метров газа [6].

В торгово-экономических отношениях между государствами ЕАЭС в этой сфере можно отметить следующее.

Россия остается одним из главных рынков сбыта для производителей стран ЕАЭС, при этом значительные объемы, в основном топливно-энергетических ресурсов, экспортируются соседям. Основу российского экспорта (более 60%) составляют топливно-энергетические товары [7].

Белоруссия традиционно ориентирована на Россию, которая остается одним из главных экспортных рынков, но что касается нефти и газа, то собственных ресурсов недостаточно.

В Казахстане наблюдается обратная ситуация – при изобилии собственного сырья, как углеводородного, так и минерального, хорошо развит сектор неорганической химии и недостаточно – нефтехимический.

Необходимо отметить, что казахстанские углеводороды в виде сырья в больших объемах экспортируются. Казахстан располагает значительными запасами нефти и газа, занимая в мировом рейтинге 15-е место по подтвержденным запасам нефти. Согласно данным Министерства нефти и газа Казахстана, общие прогнозные извлекаемые ресурсы углеводородного сырья в стране составляют 17 млрд тонн, из них 8 млрд приходится на казахстанский регион Каспийского моря.

Основные запасы нефти в Казахстане (более 90%) сконцентрированы на 15 крупнейших месторождениях: Тенгиз, Кашаган, Карачаганак,

Узень, Жетыбай, Жанажол, Каламкас, Кенкияк, Каражанбас, Кумколь, Бузачи Северные, Алибек-мола, Прорва Центральная и Восточная, Кенбай, Королевское. Дальнейшему наращиванию ресурсного потенциала нефтегазовой отрасли Казахстана способствует проводимое республикой широкомасштабное изучение участков недр в акватории Каспийского и Аральского морей. Перспективы поиска нефти и газа связывают с неизученными глубокопогруженными структурами в Прикаспийской впадине, Приаралье, а также с выявленными в результате региональных сейсмических работ объектами в северном, центральном и южном Казахстане.

Согласно статистическим данным, добыча сырой нефти в Казахстане в 2015 году составила 66,52 млн тонн, что на 2% меньше, чем в 2014 году. Добыча газового конденсата составила 12,94 млн тонн, что на 0,1% больше, чем в 2014 году [8]. В республике добыто 21,64 млрд куб. метров газа природного, и 23,83 млрд куб. метров нефтяного попутного газа, что больше показателей прошлого года на 1,7 и 8,8% соответственно [2].

Производство бензина в 2015 году составило 2,88 млн тонн, что на 4,8% меньше, чем в 2014 году. Дизтоплива произведено 4,56 млн тонн, что на 9% меньше, чем в 2014 году. Топочного мазута произведено 3,83 млн тонн, что больше на 4,6%, чем в 2015 году [9].

Углеводородное сырье внутри страны перерабатывается на трех нефтеперерабатывающих и трех газоперерабатывающих заводах, однако о глубокой переработке сырья пока говорить не приходится. По оценкам экспертов, глубина переработки нефти на казахстанских НПЗ составляет около 45–50%. Высокий выход мазута, значительная часть которого, используется для выработки тепла и электроэнергии. Низкий выход и высокооктанового бензина, поэтому около 40% потребностей внутреннего рынка в этом виде топлива покрывается за счет поставок из России.

В Казахстане осуществляется модернизация существующих НПЗ с дальнейшим увеличением их суммарных мощностей в 2016 году до 17,5 млн тонн в год, что позволит полностью обеспечить потребности республики в автомобильном и авиационном топливе.

В настоящее время Белоруссия добывает на своей территории порядка 1,65 млн тонн нефти, 4 млн тонн получает из Азербайджана и основная масса – более 22 млн тонн нефти – поступает в республику из России.

Углеводородное сырье внутри страны перерабатывается на двух нефтеперерабатывающих заводах: ОАО «Нафтан» в Новополоцке и ОАО «Мозырский нефтеперерабатывающий завод».

В соответствии с Программой реконструкции и модернизации «Нафтан 2010–2015» в ОАО «Нафтан» был реализован ряд проектов, направленных на увеличение мощностей

по первичной переработке нефти до 12 млн тонн в год; снижение выхода топочного мазута до 6–8%; обеспечение соответствия качества продукции действующим и перспективным требованиям стран Европейского Сообщества; развитие инфраструктуры; мероприятия по улучшению энергообеспечения предприятия и снижению энергопотребления.

Так в 2010 году произведена реконструкция комплекса «Ароматика» с целью оптимизации технологической схемы установок комплекса и увеличения производства товарного параксилола. С целью увеличения межремонтного периода (не менее 3-х лет) и снижения удельного энергопотребления установок произведена замена физически и морально устаревшего оборудования. В 2016 году ожидается введение в эксплуатацию после реконструкции установки производства элементарной серы и установки производства водорода. В 2016 году приступили к пуско-наладочным работам на модернизированной установке первичной переработки нефти. Кроме того, будет получен широкий ассортимент сырьевых компонентов для обеспечения технологической цепочки всего предприятия [10].

По окончании реализации Программы планируется, что ОАО «Нафтан» выйдет на уровень современных предприятий с глубиной переработки не менее 92%.

В ОАО «Мозырский НПЗ» завершено строительство комплекса гидрокрекинга тяжелых нефтяных остатков, установки вакуумной перегонки мазута и комбинированной установки по производству высокооктановых добавок к бензинам, что позволит переработать по 12,5 млн тонн нефти в течение года.

В марте 2016 года введена в эксплуатацию установка адсорбционной очистки бутановой фракции, предназначенная для обеспечения стабильной работы действующей комбинированной установки фтористоводородного алкилирования, продуктом которой является изобутан – сырьевой компонент для получения алкилата, экологически чистого высокооктанового компонента товарных автобензинов. Расчетная годовая производительность установки по сырью бутановой фракции составляет 136 тыс. тонн в год. Ввод в эксплуатацию процесса глубокой очистки бутановой фракции позволит увеличить срок службы дорогостоящего платиносодержащего катализатора, а также снизить скорость коррозии оборудования и трубопроводов секции алкилирования.

В мае 2016 года введена установка производства серы (Сера-2). Она предназначена для получения серы из кислых газов, содержащих сероводород, полученных при регенерации насыщенного раствора МЭА и отпарке кислой воды, поступающих с различных установок завода.

Реализация проекта позволит не допустить сверхнормативные выбросы диоксида серы в атмосферу, обеспечить технологическую безопасность и бесперебойную работу производства.

В июне 2016 года введена комбинированная установка производства высокооктановых компонентов бензина, эксплуатация которой обеспечит техническую возможность для производства бензина в соответствии с требованиями стандарта EN 228:2008 (класс 5, Евро-5) с октановым числом 95 и более и снизить объемы закупки по импорту высокооктановых компонентов. В активной стадии реализации находится масштабный инвестиционный проект «Строительство комплекса гидрокрекинга тяжелых нефтяных остатков» [11].

Более 10 лет предприятие работает в составе компании «Славнефть» (Россия–Беларусь), которой принадлежит 42,25% акций предприятия.

Ярким примером интеграционных процессов стран ЕАЭС является договоренности Белоруссии и Казахстана о совместной реализации проекта строительства нефтехимического предприятия по производству ПЭТ материалов на основе терефталевой кислоты, с использованием казахского параксилола в Могилеве. Стоимость проекта около 700 млн долл. США, совместные инвестиции [4].

Производство энергоресурсов в Армении представлено почти исключительно атомными и гидроэлектростанциями, которые обеспечивают около 1/3 национальных потребностей.

Топливные углеводородные ресурсы в Армении не добываются, а их потребление обеспечивается за счет импорта. Недостаток собственных энергоресурсов и небольшие объемы производства электроэнергии на действующих в стране АЭС и ГЭС приводят к высокой зависимости страны от поставок энергоносителей из России и других стран. При этом энергетическое сотрудничество России и Армении осложняется отсутствием общей границы. В данной ситуации Армения в целях диверсификации поставок первичных энергоресурсов развивает энергетическое сотрудничество с Ираном. Между странами уже построен газопровод, на очереди – нефтепродуктопровод, связывающий нефтеперерабатывающий завод (НПЗ) в Тебризе (Иран) с югом Армении.

Большая часть газа поступает в страну из России через Грузию, остальной газ импортируется из Ирана [12].

Положительным эффектом для экономики Армении явилось сотрудничество с Россией в рамках ЕАЭС. Так, только в 2015 году членство в ЕАЭС позволило стране сэкономить около 1 млрд долл. США.

Во-первых, Россия предоставила республике 30-процентную скидку на поставки природного газа.

Во-вторых, несмотря на сокращение трансфертов из России в Армению с 2,2 до

1,5 млрд долл. США, не вступление в ЕАЭС привело бы к двукратному снижению этой суммы. Вступление в ЕАЭС позволило гражданам Армении легально и на равных условиях с гражданами государств союза работать в России, Белоруссии, Казахстане и Киргизии. На Россию приходится более 90% трудовых мигрантов Армении, которые переводят свои заработки на родину, что является существенными инвестициями.

Необходимо отметить, что 90% объема экспорта Армении приходится на Россию [13]. Кроме того, если не членство в ЕАЭС, для Армении действовали дополнительные таможенные сборы и санитарные ограничения, и потери от экспорта, составившие в 2015 году 28%, были бы значительно больше.

Ухудшение ценовой конъюнктуры на внешних рынках не привело к значительному сокращению стоимостных объемов экспорта благодаря росту физических объемов экспорта [14].

В структуре производства энергоресурсов Кыргызской республики доминируют гидроэнергия и добыча угля. В структуре потребления первичных энергоресурсов преобладают нефтепродукты, гидроэнергия и уголь. Республика является нетто-импортером первичных энергоресурсов, при этом, за счет собственного производства обеспечивается около 40% объема потребления, остальное приходится на импорт.

Добыча газа осуществляется на шести месторождениях, наиболее крупным из которых, является Восточный Майлису-4. Около 97% потребления газа обеспечивается за счет импорта, который полностью осуществляется из Узбекистана. С 2006 года ОАО «Газпром» проводит геологоразведочные работы на нефтегазоперспективных площадях Восточный Майлису-4 и Кугарт.

По оценкам экспертов прогнозируемые запасы нефти в Кыргызстане составляют от 500 миллионов до миллиарда тонн [15]. Однако доказанные запасы незначительны и составляют 15 млн тонн. Основные месторождения сосредоточены в Ферганском нефтегазоносном районе [16].

В Кыргызстане ежегодно добывается 75–100 тыс. тонн нефти, что частично покрывает потребности республики в углеводородах [17]. Основной добывающей компанией является ОАО «Киргизнефтегаз», 85,2% акций которой контролируются Мингосимуществом Республики Кыргызстан. К крупнейшим добывающим углеводородное сырье компаниям относятся также ЗАО «Текстоник» и ООО «Южный Деррик» (СП ОАО «Киргизнефтегаз» (30%) и австралийской «Деррик Пугай» (70%)) [18]. В 2015 году добыча нефти сырой, включая газовый конденсат составила 0,107 млн тонн, добыча газа составила 0,031 млрд куб. метров.

Объемы трансграничных поставок незначительны и осуществляются железнодорожным транспортом.

Объемы экспортных поставок нефтепродуктов из Кыргызской республики незначительны. Экспортные поставки автомобильных бензинов производятся преимущественно в Афганистан и Таджикистан; дизельного топлива – в Афганистан и Узбекистан. Основным направлением экспорта мазута является Китай. Региональная структура экспорта авиационного керосина характеризуется высокой межгодовой изменчивостью, однако ключевыми направлениями поставок при этом остаются Россия, ОАЭ, Турция, Китай и Афганистан [18].

Спрос на нефтепродукты в республике практически полностью покрывается за счет импорта (преимущественно из России) [12]. Закупки нефтепродуктов по импорту также осуществляются из Казахстана, Белоруссии, Литвы, Эстонии и др. [18]. Имеющиеся два НПЗ (СП «Кыргыз Петролеум Компани» и СП «Восток» с суммарной мощностью по различным оценкам от 375 до 680 тыс. тонн в год) работают не на полную мощность. В 2013 году китайской компанией Чайна Петроль Компани «Джунда» построено НПЗ мощностью 850 тыс. тонн, на которое сырье поставляется из Казахстана и России. Существуют также планы по строительству еще одного НПЗ [12].

Создание общих рынков нефти, газа и электроэнергии является одной из важнейших направлений развития Евразийского экономического союза. В 2016 году утверждена концепция по формированию каждого из трех рынков: нефти, нефтепродуктов, газа. В 2018 году появятся программы по формированию этих рынков, и к 2024 году эти программы будут реализованы.

Особенности налогообложения нефтегазохимического комплекса стран ЕАЭС

В связи с объединением в единую экономическую интеграционную структуру нескольких стран, существенно различающимися не только составом налоговых систем, но и национальной структурой экономики, а также порядком формирования и структурой государственного бюджета, актуальными становятся вопросы налогообложения нефтегазохимического комплекса.

Опыт международных интеграционных сообществ, свидетельствует о сохранении в каждой стране некоторых национальных особенностей налогообложения, при одновременном неизбежном процессе унификации некоторых налоговых платежей на территории всех стран – участниц таких объединений. Это обусловлено в первую очередь тем, что экономические интеграционные союзы одной из основных целей своего создания имеют отмену внутри общей зоны таможенных пошлин, налогов (преимущественно косвенных) и сборов, и уменьшение различных ограничений по перемещению товаров и ресурсов внутри

общих границ. Кроме того, в процессе разработки более эффективного механизма распределения, точного планирования и контроля за суммами налоговых платежей, остающихся в распоряжении каждого участника и координатора интеграционного сообщества, также происходит унификация налогообложения. Несмотря на это между странами сохраняются таможенные границы и посты, позволяющие контролировать происхождение и другие параметры товаров, пересекающих государственные границы.

В частности, пример Европейского Союза свидетельствует о неизбежном процессе постепенного сближения национальных налоговых систем участников. Постепенная гармонизация налогообложения в Европе привела к унификации косвенного налогообложения (прежде всего по НДС и акцизам) и разработке общих правил определения налоговой базы и порядка взимания по основным прямым налогам. Это проводилось с целью предотвращения двойного налогообложения прибыли компаний, осуществляющих деятельность в нескольких странах участницах, и одновременно пресечения возможных схем уклонения от уплаты налогов на территории всей интеграционной зоны. Кроме того, интеграция налогообложения призвана обеспечить максимальную нейтральность с точки зрения поддержки конкуренции и равенства налоговой нагрузки для ведения деятельности на территории любого государства.

Рассматривая налоговые системы стран – участниц евразийского экономического союза, можно отметить следующее.

В России предприятия нефтегазохимического комплекса несут наибольшее налоговое бремя от таможенных платежей (включая акциз, НДС и таможенные пошлины), налог на добычу полезных ископаемых НДПИ и налог на прибыль организаций НПО. Максимальная ставка НДС в России составляет 18%, налог на прибыль организаций взимается по ставке 20%. Российские компании, занятые в добыче нефти и газа в обязательном порядке уплачивают налог на добычу полезных ископаемых (в зависимости от объемов добычи) и экспортные пошлины. Суммарно эти два платежа при мировой цене на нефть в размере 109 долл. США превышали семидесятипроцентную долю в ее структуре. При этом существуют льготы по НДПИ и экспортной пошлине для месторождений с высокой степенью истощения.

Анализ международного опыта налогообложения добычи углеводородного сырья свидетельствует о том, что в России самая высокая налоговая нагрузка в данной сфере. Так, по официальным данным нефтегазовых компаний их суммарные выплаты в бюджет в 2013 году составили 8,6 трлн рублей

(более 272 млрд долларов), а это 2/3 всех доходов российского федерального бюджета. В структуре этих выплат доля таможенных пошлин составила 48%, НДС – 32%, налога на прибыль – 7%, акцизов – 5%, НДС – 2%. Конкретная ставка НДС получается корректировкой базовой ставки на коэффициенты, учитывающие изменение мировых цен на нефть, степень выработки конкретного месторождения, запасы разработки и сложность добычи. При этом в силу различий в структуре реализуемой продукции и соотношением внутренних и зарубежных продаж структура налоговых выплат в разрезе конкретных компаний существенно различается. Например, в ОАО «Газпром» на таможенные пошлины приходилось 31,82%, то есть на 16-процентных пунктов меньше средней величины по компаниям, а на НДС – 25,7%. В среднем налоговая нагрузка нефтедобывающих компаний составляла 40% от выручки.

С 2015 года в России действует ряд мер под общим названием «налоговый маневр», предусматривающий снижение акцизов на топливо и экспортных пошлин на нефть с одновременной компенсацией доходов бюджета за счет увеличения ставок НДС. В связи с более низким уровнем экспортных пошлин среди государств – членов ЕАЭС), формула расчета ставки НДС на сырую нефть была скорректирована в сторону увеличения: в 2015 году базовая ставка была увеличена до 766 рублей за тонну (на 55,4% относительно 2014 г.), а в 2016 г. ставка выросла до 857 рублей за тонну. С 2017 года будет действовать ставка в размере 919 р. за тонну, что еще больше увеличит нагрузку на нефтегазовый сектор.

В 2015 году нефтегазовый комплекс сохранил за собой ведущую роль в формировании российского федерального бюджета, обеспечив 51,3% совокупного объема его доходов. При этом, из-за снижения мировых цен на нефть и ухудшения конъюнктуры мировых рынков, произошло уменьшение стоимостного объема экспорта топливно-энергетических товаров на 7,5% и сокращение нефтегазовых поступлений в федеральный бюджет на 26,3% [19]. В настоящее время налоговая нагрузка на независимые нефтяные компании возросла до 50% [20], что отрицательно сказывается на уровне их инвестиционной активности.

В условиях падения мировых цен на углеводороды существенно ухудшились и финансовые показатели деятельности российских компаний нефтегазового сектора. Сокращение экспортной выручки компаний частично было компенсировано ослаблением курса рубля и снижением экспортных пошлин на нефть и нефтепродукты. В то же время рост НДС и снижение экспортных пошлин оказали негативное влияние на нефтеперерабатывающий сектор, который

вынужден закупать относительно подорожавшую ввиду роста налога нефть в условиях нестабильной конъюнктуры, снижения мировых цен на нефть и понижения из-за санкций степени доступности финансовых ресурсов. В итоге снизилась рентабельность и объемы нефтепереработки, и нефтеперерабатывающие компании увеличили уровень первичной переработки нефти и выпуск нефтепродуктов с более высокой добавленной стоимостью.

С 2017 года Минфин и Минэнерго планируют дополнительное повышение налоговой нагрузки на нефтяную отрасль для дополнительного изъятия 200 млрд рублей с целью покрытия дефицита бюджета. При этом повысятся суммы выплат по НДС, акцизам на топливо и экспортной пошлине. Эксперты считают, что от повышения НДС наиболее всего пострадают крупные нефтедобывающие компании, так как на них придется около 50 процентов дополнительных выплат бюджету. Особенно сильно такое увеличение скажется на компаниях с высокой долей добычи («Роснефти» и «Сургутнефтегазе»), а также на независимых производителях, не имеющих перерабатывающих мощностей.

В 2015 году Правительство Российской Федерации поручило Министерству энергетики и Министерству финансов подготовить законопроект по введению на нескольких месторождениях нового налога – налога на финансовый результат, который заменит действующий НДС. Экспериментальными площадками по отработке налоговых нововведений могли стать зрелые месторождения, в частности Импилорское месторождение (ЛУКОЙЛ) и Шпильмановское месторождение (Сургутнефтегаз). Однако, в 2015 году законопроект так и не был утвержден. Министерство финансов предложило ввести не налог на финансовый результат, а налог на добавленный доход (НДД) для старых и новых месторождений. В 2016 году Министерства финансов и энергетики концептуально договорились о введении для нефтяной отрасли налога на добавленный доход. Он будет взиматься с нефтяников в размере 50% с доходов от продажи нефти за вычетом расходов на добычу и транспортировку, но не более 9520 рублей за тонну. При этом ставки НДС будут снижены, а таможенные пошлины – отменены. К концу 2016 года министерства окончательно должны согласовать новый законопроект.

В Республике Беларусь общая система налогообложения подразумевает уплату: НДС по ставке 20%, налога на прибыль по ставке 18%, земельного налога (в виде фиксированного платежа за гектар), налога на недвижимость по ставке 1%, экологического налога, различных сборов (гербовый, оффшорный и некоторых других) и пошлин [21]. Кроме налогов обязательна уплата страховых взносов с фонда оплаты труда работников в размере 34% (не считая взносов

на страхование от несчастных случаев на производстве). Как правило, предприятия нефтегазохимического комплекса сталкиваются также с необходимостью уплаты акциза и налога на добычу (изъятие) природных ресурсов. В созданных свободных экономических зонах резиденты освобождены в течение пяти лет от налога на прибыль при реализации продукции собственного производства, и вдвое снижены ставки по налогу на иную прибыль и по НДС. Заключены соглашения более чем с 60 странами об избежании двойного налогообложения.

В Армении действуют: НДС со ставкой 20%, налог на прибыль предприятий со ставкой 20%, акцизный сбор (в том числе за бензин, сырую нефть, нефтепродукты, дизельное топливо и нефтяные газы), земельный налог со ставкой 0,5 и 1% для сельской и городской земли соответственно, налог на рекламу, коммунальный налог, а также различные сборы (за пользование местной символикой, проведение лотерей и др.), рентные и ресурсные платежи. Ставки акцизного налога для газа и газообразных углеводородов составляет 1 тыс. драм за тонну (2,5 долл. США), дизельного топлива – 11500 драм за тонну (28 долл. США), сырой нефти – 27 тыс. драм за тонну (66 долл. США). Предусмотрены и платежи за загрязнение, например, для топливно-смазочных материалов он составляет 2% от цены.

В Киргизии действуют следующие налоги: налог на прибыль по ставке 10%, налог на добавленную стоимость по ставке 12%, налог с продаж по ставкам от 0,5 до 2%, земельный налог, налог на имущество, налог на пользование недрами (ставки зависят от типа полезных ископаемых), акцизный налог. Страховые взносы взимаются по ставке 29%. В основном налогообложение недропользователей ориентировано на компании, связанные с добычей золота и редкоземельных металлов. В структуре доходов бюджета платежи горнодобывающих предприятий составляют значительный удельный вес (более 10% или около 9 млрд сомов). С 2013 года налог на пользование недрами заменен налогом на доходы производителей золота. Дополнительно был введен обязательный платеж добывающих компаний в размере 2% от прибыли, половина суммы которого поступает в местные бюджеты. Плательщики налога на доходы от добычи природных ресурсов уплачивают налог на прибыль по ставке 0%. Кроме налогов предусмотрены обязательные экологические платежи (за выброс в атмосферу, сточные воды, загрязнение почвы). С точки зрения режима обложения недропользователей выделяют три возможных варианта:

- 1) лицензионный порядок, когда оплачивается лицензия и выплачивается разовый бонус 5% за право доступа к месторождению;
- 2) соглашения о разделе продукции между предприятием и правительством;

3) договор о концессии, когда уплачиваются только налоги, предусмотренные договором (исключительный пример золотой рудник «Кумтор»).

Необходимо отметить, что Кыргызстан заключил соглашения об избежании двойного налогообложения с Казахстаном, Россией, Беларусью, Таджикистаном, Узбекистаном, Молдовой, Монголией, Индией, Турцией, Ираном, Пакистаном и КНР [22].

В Казахстане действует корпоративный подоходный налог в размере 20% от доходов, уменьшенных на величину установленных расходов. Кроме того, дивиденды, выплачиваемые нерезидентам, облагаются налогом в размере 15%. НДС имеет основную ставку в размере 12%. Кроме того, уплачиваются: налог на имущество по ставке 1,5%, социальный налог по ставке 11%, земельный налог, плата за загрязнение окружающей среды, прочие налоги, сборы и платежи (плата за использование внутренних судоходных путей, плата за использование радиочастотного спектра и др.) [23].

Поскольку экономика Казахстана достаточно похожа на российскую в плане сильной зависимости бюджета от платежей основных недропользователей – нефтяных, газовых и горнодобывающих компаний, то в стране также действует налог на добычу полезных ископаемых (НДПИ).

НДПИ уплачивается при добыче сырой нефти, газового конденсата и природного газа исходя из объемов добычи (чем выше объем, тем выше ставка), и назначения продукции (экспортируемая или для внутреннего потребления). Ставка колеблется в пределах от 0,5% до 18%. Продукты добычи обычно облагаются еще и акцизом, при этом на сырую нефть и газовый конденсат установлена нулевая ставка. При вывозе продукции экспортная пошлина на сырую нефть составляет 60 долл. США за тонну.

Для недропользователей предусмотрены также такие специфические выплаты, как налог на сверхприбыль, платеж за возмещение исторических затрат и бонусы. Для осуществления деятельности по разведке и добыче в нефтяной отрасли предприятия должны заключить с правительством страны контракт на недропользование. При этом, как правило, применяется общеустановленный режим, предусматривающий комбинацию корпоративного подоходного налога, рентного налога на экспортируемую нефть, бонусов и налога на добычу полезных ископаемых. Рентный налог на экспортируемую нефть взимается в размере 7–32% от стоимости экспортируемой сырой нефти и газового конденсата, в случае превышения мировыми ценами отметки в 40 долл. США за баррель. Бонусы недропользователей включают подписной бонус и бонус коммерческого обнаружения

(5–5,5 млн тенге и 0,1% от стоимости подтвержденных запасов соответственно). Кроме того, контактами предусмотрена ежегодная уплата налога на сверхприбыль (НСП). По данному налогу действует прогрессивная шкала ставок (10–60%), которая применяется к части чистого дохода, превышающей 25% от суммы вычетов. Базой для исчисления НСП является чистый доход, определяемый как разница между совокупным годовым доходом, и вычетами, корпоративным подоходным налогом и налогом на чистый доход. Максимальный размер ставки налога на сверхприбыль составляет 60%.

Существуют исключения в режиме налогообложения недропользователей Казахстана, обусловленные наличием подписанных до 2009 года соглашений о разделе продукции (СРП). С 2009 года в Казахстане предусмотрен обязательный государственный платеж по возмещению исторических затрат (для возмещения государственных расходов на геологоразведку и обустройство территории, осуществленных до заключения контракта с недропользователем).

Ухудшение конъюнктуры мирового рынка нефти отрицательно сказалось и на показателях деятельности предприятий нефтегазового комплекса Казахстана. В связи с этим сумма выплаченных недропользователями налогов и обязательных платежей за исключением экспортных пошлин в 2015 году составила 2,3 трлн тенге – это наихудший показатель за последние 5 лет. Часть налоговых выплат направляется непосредственно в Государственный бюджет, а некоторая часть поступает в Национальный Фонд. Кроме того, в Государственный бюджет за 2015 год поступили таможенные платежи за экспорт нефти в размере 647,7 млрд тенге. Несмотря на снижение в марте 2015 года величины таможенной пошлины с 80 до 60 долларов США за тонну, этот вид платежа имеет существенное значение в формировании налоговой нагрузки на нефтедобывающие компании (составляет приблизительно 21,5% суммы всех налоговых выплат). Всего недропользователями было выплачено налогов и обязательных

платежей в бюджет на сумму 2,95 трлн тенге, из которых 1,6 трлн тенге (53,3%) поступило в Национальный Фонд [24]. С целью увеличения доходов бюджета страны в 2015 году были повышены ставки акцизов при оптовой реализации бензина (кроме авиационного) и дизельного топлива с 4,5 тыс. тенге до 10,5 тыс. тенге. Таким образом, ставка акциза на бензин в 2015 году в Казахстане соответствовала приблизительно 2400 рублям, тогда как в России действовала ставка 7300 рублей за тонну. В целом же по ставкам акцизов наблюдалась тенденция сближения налоговых систем двух стран: в России ставки были снижены на 15%, а в Казахстане повышены в 2,3 раза.

Основные выводы

Создание интеграционной структуры потребует пересмотра порядка налогообложения всех участников. При этом можно предположить, что, учитывая значительный опыт в налогообложении недропользователей в России и Казахстане основные изменения в сфере «френтного обложения» будут продиктованы именно этими странами. При этом возможны разночтения, связанные с тем, что в настоящий момент в России применяется лицензионный принцип недропользования, а в Казахстане – контрактный.

Некоторые эксперты предлагают создание специального межгосударственного органа или корпорации, в сферу полномочий которой будет входить контроль за компаниями недропользователями на объединенной территории.

Второй немаловажный аспект – учет национальных интересов стран, не обладающих значительным объемом ресурсов нефти и газа (Армения, Киргизия). Для них более принципиальным станет решение вопросов о косвенном налогообложении углеводородов. Кроме того, они могут рассматриваться в качестве площадки для транспортировки ресурсов в другие азиатские и европейские страны. В этом случае потребуются пересмотр системы определения тарифов на транспортировку ресурсов различными видами транспорта через территории соответствующих государств.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Официальный сайт ЕАЭС. URL: <http://www.eaeunion.org/about-info> (дата обращения: 15.11.2016)
- 2 Аналитический обзор Евразийской экономической комиссии «Об основных социально-экономических показателях государств – членов Евразийского экономического союза за январь–декабрь 2015 года». URL: http://eec.eaeunion.org/ru/act/integr_i_makroec/dep_stat/econstat/Documents/Indicators201512.pdf (дата обращения: 15.11.2016)
- 3 Справочная информация о деятельности автомобильного транспорта в рамках Таможенного союза и Единого экономического пространства (за период 2010–2014 гг.) и Евразийского экономического союза (в I квартале 2015 г.). URL: <http://www.eurasiancommission.org/ru/act/energetikaiinfra/transport/SiteAssets/ДТИ> (дата обращения: 15.11.2016)

- 4 Шайхутдинова Ф.Н. Состояние и перспективы развития нефтехимии государств Таможенного союза // Вестник Казанского технологического университета. 2013. № 22 С. 369–373

- 5 Добыча нефти по странам мира 2015, 2014 список, карта. Объемы нефтедобычи в день // Сайт «Нефть-газ-ископаемые. рф», 10.05.2015 г. URL: [neft-gaz-iskopaemye. рф/dobicha-nefti-strany](http://neft-gaz-iskopaemye.rf/dobicha-nefti-strany) (дата обращения: 16.11.2016).

- 6 Энергетическая стратегия России на период до 2030 года. URL: <http://www.scrf.gov.ru/documents/15/122.html> (дата обращения: 16.11.2016).

- 7 Шайхутдинова Ф.Н. Экспортная стратегия нефтегазового комплекса Туркменистана: состояние и перспективы // Вестник Казанского технологического университета. Том 17 № 21. Казань, 2014. С. 345–351

8 Казахстан в 2014 г. снизил добычу нефти и конденсата на 1,2%, но увеличил добычу газа на 1,6% // Сайт Информационного Агентства «Новости-Казахстан» 16 января 2015. URL: <http://www.neftegaz.kz/kazaxstanskienovosti/32421307654.html> (дата обращения: 16.11.2016).

9 Статистика ТЭК Казахстана // Портал Neftegaz. RU URL: <http://neftegaz.ru/news/view/133810> (дата обращения: 16.11.2016).

10 «Нафтан» завершает крупный инвестпроект по реконструкции установки первичной переработки нефти // Белорусское телеграфное агентство «Новости Беларуси», Новости компаний 13.10.2016 года. URL: <http://www.belta.by/newscompany/view/naftan-zavershaet-krupnyj-investproekt-po-rekonstruktsii-ustanovki-pervichnoj-pererabotki-nefti-214554-2016/> (дата обращения: 15.11.2016).

11 В 2016 году Мозырский НПЗ ввел в эксплуатацию три крупных технологических объекта // Интернет-портал Сообщества ТЭК. Новости отрасли ТЭК. 03.08.2016 года. URL: <http://www.energyland.info/analytic-show-149103/> (дата обращения: 15.11.2016).

12 Заур Расулзаде. Российский газ в Армению через Иран // 23 Января 2016. Сайт haqqin.az. URL: <http://haqqin.az/news/61935> (дата обращения: 16.11.2016).

13 Маленькая страна на большом рынке // Сайт Информационного агентства «Росбалт», 12 февраля 2016 года // URL: <http://www.rosbalt.ru/world/2016/02/12/1489339.html> (дата обращения: 15.11.2016).

14 Годовой доклад Евразийской экономической комиссии за 2015 год «Об итогах и перспективах социально-экономического развития государств – членов ЕАЭС и мерах, предпринятых государствами – членами ЕАЭС в области макроэкономической политики», Москва 2016. URL: http://www.eurasiancommission.org/ru/act/integr_i_makroec/dep_makroec_pol/economyViews/Documents/Годовой%20доклад%202015.pdf.

15 Официальный сайт новостного портала «tengrinews». URL: <http://tengrinews.kz/markets/> (дата обращения: 16.11.2016).

16 Состояние и перспективы развития магистрального трубопроводного транспорта в государствах-участниках СНГ. Москва, 2013. URL: www.e-cis.info/foto/pages/23887.doc

17 Сайт проекта «Центральная Азия». URL: http://www.centralasia-biz.com/cabiz/kirgizstan/Industry/abt_indstry_kg.htm (дата обращения: 15.11.2016).

18 Нефтяная промышленность Киргизии // Сайт Центрального диспетчерского управления топливно-энергетического комплекса. URL: <http://www.cdu.ru/articles/detail.php?ID=309594> (дата обращения: 15.11.2016).

19 Нефтегазовый комплекс России: итоги 2015 года (по сост. на 08.05.2016 г.) // Национальное рейтинговое агентство. URL: http://www.ra-national.ru/sites/default/files/analytic_article/Neftegaz%202015.pdf

20 Пресс-релиз «Налоговая система в нашей стране крайне нестабильна», – участники круглого стола «Реформа налогообложения добычи углеводородов» 28 сентября 2016 года // Национальный отраслевой журнал «Нефтегазовая вертикаль». URL: http://www.ngv.ru/pr/nalogovaya-sistema-v-nashey-strane-kрайne-nestabilna-uchastniki-kruglogo-stola-reforma-nalogooblozhe/?sphrase_id=4697449 (дата обращения: 15.11.2016).

21 Путеводитель по бизнесу и инвестициям в Республике Беларусь Аспекты налогообложения 2014. URL: http://france.mfa.gov.by/upload/economy/del_be_tax_guide_rus_soft.pdf.

22 Шайхутдинова Ф.Н., Хворова Е.В. Перспективы реализации Соглашений о разделе продукции нефтегазохимического комплекса России в условиях Всемирной торговой организации // Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17, В. 7, С. 375–380.

23 Обзор налогового режима в нефтегазовой отрасли Казахстана Выпуск 2014 года URL: [http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY-KZ-Oil-and-Gas-Tax-guide-2014-Rus/\\$FILE/EY-KZ-Oil-and-Gas-Tax-guide-2014-Rus.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY-KZ-Oil-and-Gas-Tax-guide-2014-Rus/$FILE/EY-KZ-Oil-and-Gas-Tax-guide-2014-Rus.pdf).

24 Факты и цифры нефтегазовой отрасли Казахстана за 2015 год // Портал «Якутия. Образ будущего» URL: <http://yakutiafuture.ru/2016/02/20/fakty-i-cifry-neftegazovoj-otrasli-kazaxstana-za-2015-god> (дата обращения: 16.11.2016).

REFERENCES

1 Official website of the EEU. (In Russian) Available at: <http://www.eaunion.org/about-info> (accessed 15.11.2016)

2 Analytical review of the Eurasian economic Commission "On the main socio-economic indicators of member States of the Eurasian economic Union in January-December of 2015" (In Russian). Available at: http://eec.eaunion.org/ru/act/integr_i_makroec/dep_stat/econstat/Documents/Indicators201512.pdf (accessed 15.11.2016)

3 Background information on the activities of road transport in the framework of the Customs Union and the common economic space (over the period 2010–2014) and the Eurasian economic Union (in I quarter of 2015) (In Russian). Available at: <http://www.eurasiancommission.org/ru/act/energetikaiinfr/transport/SiteAssets/ДТИ> (accessed 15.11.2016)

4 Shaihtudinova F.N. The state and prospects of development of petrochemical industry of the Customs Union member States. *Vestnik Kazanskogo tehnologicheskogo universiteta* [Proceedings of the Kazan technological University]. 2013, no. 22, pp. 369–373 (In Russian)

5 Oil production by country 2015, 2014, list, map. Production in the day. "Neft'-gaz-iskopaemye.rf 10.05.2015" ["Oil-gas-minerals of the Russian Federation 10.05.2015"] (In Russian). Available at: oil-gas-minerals.RF/dobicha-nefti-strany (accessed 16.11.2016)

6 Jenergeticheskaja strategija Rossii na period do 2030 goda [The energy strategy of Russia for the period up to 2030] (In Russian). Available at: <http://www.scrf.gov.ru/documents/15/122.html> (accessed 16.11.2016).

7 Shaihtudinova F.N. Export strategy oil and gas complex of Turkmenistan: state and prospects. *Vestnik Kazanskogo tehnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Kazan technological University]. 2014, v. 17 no. 21, pp. 345–351 (In Russian).

8 Kazakhstan in 2014 decreased production of oil and condensate by 1.2%, but gas production increased by 1.6%. "Novosti-Kazakhstan" on January 16, 2015 (In Russian). Available at: <http://www.neftegaz.kz/kazaxstanskienovosti/32421307654.html> (accessed 16.11.2016).

9 Statistics FEC Kazahstana. Portal Neftegaz. RU (In Russian). Available at: <http://neftegaz.ru/news/view/133810> (accessed 16.11.2016)

10 "Naftan" zavershaet krupnyj investproekt po rekonstrukcii ustanovki pervichnoj pererabotki nefti. Belorusskoe telegrafnoe agentstvo "Novosti Belarusi", Novosti kompanij 13.10.2016 goda [Belarusian Telegraph Agency, "Belarus news", news companies 13.10.2016] (In Russian). Available at: <http://www.belta.by/newscompany/view/naftan-zavershaet-krupnyj-investproekt-po-rekonstruktsii-ustanovki-pervichnoj-pererabotki-nefti-214554-2016/> (accessed 16.11.2016)

11 V 2016 godu Mozyrskij NPZ vvel v jekspluataciju tri krupnyh tehnologicheskikh ob'ekta. Internet-portal Soobshhestva TJeK. Novosti otrasli TJeK 03.08.2016 goda. [The online community portal of fuel and energy complex. Industry news energy. 03.08.2016] (In Russian). Available at: <http://www.energyland.info/analytic-show-149103> (accessed 16.11.2016)

12 Zaur Rasulzade. Rossijskij gaz v Armeniju cherez Iran 23 Janvarja 2016 [Russian gas to Armenia via Iran January 23, 2016] (In Russian). The website haqqin.az. Available at: <http://haqqin.az/news/61935> (accessed 16.11.2016)

13 Malen'kaja strana na bol'shom rynke [A small country in a big market] (In Russian). The Website of the Information Agency "Rosbalt" on February 12, 2016. Available at: <http://www.rosbalt.ru/world/2016/02/12/1489339.html> (accessed 16.11.2016)

14 Godovoj doklad Evrazijskoj jekonomicheskoy komissii za 2015 god "Ob itogah i perspektivah social'no-jekonomicheskogo razvitiya gosudarstv – chlenov EAJES i merah, predprinjatyh gosudarstvennyh – chlenami EAJES v oblasti makroekonomicheskoy politiki", Moskva 2016 [Annual report of the Eurasian economic Commission for 2015 "results and prospects of socio-economic development of the member States of the EEUS and the measures taken by the member States of the EEUS in the field of macroeconomic policy," Moscow 2016] (In Russian). Available at: http://www.eurasiancommission.org/ru/act/integr_i_makroec/dep_makroec_pol/economyViews/Documents/Annual%20доклад%202015.pdf. (accessed 15.11.2016)

15 The official website of news Agency "tengrinews" (In Russian). Available at: <http://tengrinews.kz/markets/> (accessed 16.11.2016)

16 Sostojanie i perspektivy razvitiya magistral'nogo truboprovodnogo transporta v gosudarstvach-uchastnikah SNG. Moskva, 2013 [The state and prospects of development of main pipeline transport in the countries-participants of the CIS. Moscow, 2013] (In Russian). Available at: www.e-cis.info/foto/pages/23887.doc. (accessed 15.11.2016)

17 Website of the project "Central Asia" (In Russian). Available at: http://www.centralasia-biz.com/cabiz/kirgizstan/Industry/abt_industry_kg.htm (accessed 15.11.2016)

18 The oil industry of Kyrgyzstan. The Website of the Central dispatching management of fuel and energy complex (In Russian). Available at: <http://www.cdu.ru/articles/detail.php?ID=309594> (accessed 15.11.2016)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Екатерина В. Хворова к. э. н., доцент, кафедра экономики, Казанский национальный исследовательский технологический университет, ул. К. Маркса, 68, г. Казань, 420015, Россия, evh0504@gmail.com

Елена И. Черкасова к. т. н., доцент, кафедра переработки нефти и газа, Казанский национальный исследовательский технологический университет, ул. К. Маркса, 68, г. Казань, 420015, Россия, cherkasova.kstu@yandex.ru

Флора Н. Шайхутдинова к. т. н., доцент, кафедра экономики, Казанский национальный исследовательский технологический университет, ул. К. Маркса, 68, г. Казань, 420015, Россия, flura_kzn@mail.ru

Илшат И. Салахов к. т. н., зам. ген. директора по технической поддержке и качеству, АО «ТАНЕКО», а/я 97 РУПС, г. Нижнекамск, 423570, Россия, ,

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Екатерина В. Хворова обзор литературных источников по исследуемой проблеме

Елена И. Черкасова консультация в ходе исследования

Флора Н. Шайхутдинова написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

Илшат И. Салахов консультация в ходе исследования

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 03.11.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 01.12.2016

19 Neftegazovyy kompleks Rossii: itogi 2015 goda (po sost. na 08.05.2016 g.) [Oil and gas complex of Russia: the end of 2015 (for ed. on 08.05.2016 g)] (In Russian). National rating Agency. Available at: http://www.ra-national.ru/sites/default/files/analitic_article/Neftegaz%202015.pdf (accessed 15.11.2016)

20 Press release, "the Tax system in our country is extremely unstable," the participants of the round table "reform of the taxation of hydrocarbon production" on 28 September 2016. Nacional'nyj otraslevoj zhurnal "Neftegazovaja vertikal" [The national trade magazine "Oil and gas vertical"] (In Russian). Available at: http://www.ngv.ru/pr/nalogovaya-sistema-v-nashey-strane-krayne-nestabilna-uchastniki-kruglogo-stola-reforma-nalogooblozhe/?sphrase_id=4697449 (accessed 16.11.2016)

21 Putevoditel' po biznesu i investiciyam v Respubliku Belarus' Aspekty nalogooblozheniya 2014 [Guide to business and investment in the Republic of Belarus taxation Aspects 2014] (In Russian). Available at: http://france.mfa.gov.by/upload/economy/del_be_tax_guide_rus_soft.pdf (accessed 16.11.2016)

22 Shaikhutdinova, F.N., Khvorova, E.V. Prospects of realization of Agreements on production section of petrochemical complex of Russia in conditions of the world trade organization Vestnik Kazanskogo tehnologicheskogo universiteta [Bulletin of the Kazan technological University]. 2014, no. 17, v. 7, pp. 375–380 (In Russian)

23 Obzor nalogovogo rezhima v neftegazovoj otrasli Kazahstana Vypusk 2014 goda [A review of the fiscal regime in the oil and gas industry of Kazakhstan, the 2014 Edition] (In Russian). Available at: [http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY-KZ-Oil-and-Gas-Tax-guide-2014-Rus/\\$FILE/EY-KZ-Oil-and-Gas-Tax-guide-2014-Rus.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY-KZ-Oil-and-Gas-Tax-guide-2014-Rus/$FILE/EY-KZ-Oil-and-Gas-Tax-guide-2014-Rus.pdf) (accessed 15.11.2016)

24 Fakty i cifry neftegazovoj otrasli Kazahstana za 2015 god [Facts and figures oil and gas industry of Kazakhstan in 2015] (In Russian). The Portal "Yakutia. Obraz budushhego" Available at: <http://yakutiafuture.ru/2016/02/20/fakty-i-cifry-neftegazovoj-otrasli-kazahstana-za-2015-god> (accessed 16.11.2016).

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Ekaterina V. Khvorova candidate of economic sciences, assistant professor, economics department, Kazan national research technological university, K. Marx St., 68, Kazan, 420015, Russia, evh0504@gmail.com

Elena I. Cherkasova candidate of technical sciences, assistant professor, processing of oil and gas department department, Kazan national research technological university, K. Marx St., 68, Kazan, 420015, Russia, cherkasova.kstu@yandex.ru

Flura N. Shaihutdinova candidate of chemical sciences, assistant professor, economics department, Kazan national research technological university, K. Marx St., 68, Kazan, 420015, Russia, flura_kzn@mail.ru

Ilshat I. Salakhov candidate of technical sciences, deputy general director for technical support and quality, AO «TANECO», 97, RUPS, Nizhnekamsk, 423570, Russia,

CONTRIBUTION

Ekaterina V. Khvorova review of the literature on an investigated problem

Elena I. Cherkasova consultation during the study

Flura N. Shaihutdinova wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Ilshat I. Salakhov wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 11.3.2016

ACCEPTED 12.1.2016

Система индикаторов для оценки потенциала формирования кластера в регионе

Айса А. Манцаева¹ amancaeva@yandex.ru
Татьяна Г. Деликова² delikova.t@rambler.ru

¹ отдел экономических исследований, институт комплексных исследований аридных территорий, ул. Хомутникова, 111, г. Элиста, 358005, Россия

Реферат. В статье представлен результат разработки системы индикаторов для оценки перспектив формирования кластерных структур в регионе, причем каждый из этих индикаторов отражает специфическое свойство кластеров - взаимосвязанность или эффективность. Полнота и глубина системы показателей обеспечены использованием системного подхода и отражением количественных и качественных аспектов процесса формирования кластеров. Особенностью методики является использование индикаторов, требующих ведения специального учета и позволяющих отслеживать состояние кластера на определенной стадии развития. Апробация системы индикаторов произведена на примере туристской отрасли, что обусловлено, во-первых, высокими темпами развития сферы туристских услуг по сравнению с отраслями материального производства, а, во-вторых, повышенным интересом к вопросу создания в регионах туристско-рекреационных кластеров со стороны руководства страны. Количественные индикаторы формирования и развития туристско-рекреационных кластеров - территориальная близость компаний участников кластера, эффективность отрасли для региональной экономики, инновационная активность, экспорт производимых товаров и услуг, рассчитаны для регионов Южного и Северо-Кавказского федеральных округов. Универсальность методики обеспечивает ее эмпирическая база - официальные данные Росстата, Федерального агентства по туризму, а также результаты массовых социологических опросов, проводимые во всех субъектах страны в рамках ежегодного «Мониторинга качества предоставления государственных и муниципальных услуг» (на материалах Республики Калмыкия). В целом, нам представляется, что применение разработанной системы индикаторов будет способствовать интенсификации и повышению качества кластерной политики, реализуемой региональными органами исполнительной власти и органами местного самоуправления.

Ключевые слова: кластер, региональная экономика, оценка кластера, мониторинг формирования кластера, туристско-рекреационный кластер

The system of indicators for regional cluster formation assessment

Aisa A. Mantsaeva¹ amancaeva@yandex.ru
Tatyana G. Delikova² delikova.t@rambler.ru

¹ department of economic research, Arid territories integrated research institute, Homutnikova str, 111, Elista, 358005, Russia

Summary. The article shows the result of working-out the cluster formation assessment system, and each indicator of this system reflect the specific clusters property - cooperation and efficiency. Completeness and depth of the system of indicators provided by systematic approach and a representing of quantitative and qualitative aspects of cluster formation process. A feature of the technique is the use of indicators that require a special accounting and enable tracking of a certain stage of cluster development. Testing the system of indicators produced by the example on the tourism industry, which is due, firstly, the high development rate of the tourist services sphere in comparison with the branches of material production, and, secondly, the increased interest in the establishment of regional tourism and recreation clusters with the country's leadership. Quantitative indicators of the formation and development of tourism and recreation clusters - geographic proximity of companies cluster members, the effectiveness of the sector for the regional economy, innovation activity, exports of goods and services, intended for the regions of the South and the North Caucasian Federal District. Universality technique ensures its empirical base - official data from Rosstat, the Federal Agency for Tourism, as well as the results of mass opinion polls carried out in all regions of the country as part of the annual "Monitoring the quality of public and municipal services" (on the Republic of Kalmykia material). In general, we believe that the application of the developed system of indicators will contribute to intensify and improve the quality of cluster policy, implemented by the regional executive bodies and local authorities

Keywords: cluster, regional economy, cluster evaluation, monitoring the formation of a cluster, tourist cluster

Введение

В условиях нарастающей конкуренции между регионами инновационные программы территориального развития и модернизации должны опираться на активное развитие ограниченного числа приоритетных для каждого региона сильных отраслей. Именно поэтому кластерная политика, как «система государственных мер и механизмов стимулирования и поддержки кластеров, обеспечивающих устойчивое, сбалансированное экономическое развитие регионов и страны в целом, внедрение инноваций, реализацию сравнительных преимуществ данных территорий» [1], признается наиболее действенным инструментом повышения эффективности и конкурентоспособности региональных экономических систем.

В российской практике кластерная политика по большей части направлена на формирование и укрепление вновь образованных кластеров, нежели на развитие и поддержку уже существующих [2]. А поскольку искусственное создание кластера в регионе является долгим и весьма затратным процессом, важным этапом становится оценка потенциала формирования кластера в той или иной отрасли.

Многочисленные подходы к выявлению и формированию кластеров в различных секторах экономики освещены в трудах зарубежных и российских ученых: М. Портера [3], О. Солвелла, Г. Линдквиста, К. Кетелса [4], К. Koschatzky и V. Lo [5], Д. Шеннона [6], Г. Боуш [7], М. М. Гузева и Н. А. Мишуры [8] и других.

Для цитирования

Манцаева А. А., Деликова Т. Г., Система индикаторов для оценки потенциала формирования кластера в регионе // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 476–483. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-476-483

For citation

Mantsaeva A. A., Delikova T. G., The system of indicators for regional cluster formation assessment. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 476–483. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-476-483

При этом большинство теоретических и практических подходов к выявлению потенциала формирования кластеров использует как качественные оценки, так и количественный анализ [9]. А источниками информации служат не только данные официальной государственной статистики, но и косвенная информация – научные публикации, данные анкетирования, интервьюирования, «фокус-групп», экспертных опросов, отчеты отраслевых ассоциаций и другое.

Подобное комбинирование методов и данных имеет ряд преимуществ, однако вызывает сложности в практической реализации из-за ограниченного доступа к результатам, полученным отраслевыми организациями и во время социологических опросов, а также невозможности сопоставить эти результаты в годовой динамике и по субъектам РФ. В этой связи возникает необходимость разработки и внедрения универсальных индикаторов для оценки потенциала формирования кластера, позволяющих производить расчеты для любого региона. В основе расчетов должны лежать, прежде всего, общедоступные и сопоставимые данные официальной государственной статистики. Вместе с тем, надо признать, что официальная статистика далеко не в полной мере учитывает аспекты кластерного развития; и, следовательно, система индикаторов должна дополняться специфическими показателями, источниками для расчета которых являются унифицированные общероссийские исследования.

В настоящей статье представлено авторское видение системы индикаторов для оценки перспектив формирования кластерных структур в регионе. Логическая схема исследования имеет сходство с подходом А.Г. Афонинной: каждый индикатор отражает то или иное специфическое свойство кластеров [10], – однако состав индикаторов более узко специализирован с тем, чтобы полнее отвечать целям качественной оценки условий формирования кластера в регионе. Предложены некоторые индикаторы, требующие ведения специального учета и позволяющие отслеживать состояние кластера на определенной стадии развития.

На примере туристской отрасли произведена оценка потенциала формирования туристско-рекреационных кластеров в Южном и Северо-Кавказском федеральных округах. Этот выбор обусловлен тем, что в настоящее время сфера туристских услуг развивается более высокими темпами по сравнению с отраслями материального производства, а создание туристско-рекреационных кластеров признано руководством страны перспективным направлением повышения эффективности и конкурентоспособности региональных экономических систем [11].

В определении термина «туристско-рекреационный кластер» авторы следовали общему подходу, согласно которому это

«географически соседствующие взаимосвязанные компании, общественные организации и связанные с ними органы государственного управления, формирующие и обслуживающие туристские потоки, использующие рекреационный потенциал территории» [12].

Эмпирической базой для разработанной системы индикаторов послужили данные Росстата, Федерального агентства по туризму и результаты массовых социологических опросов, проводимые во всех субъектах страны в рамках ежегодного «Мониторинга качества предоставления государственных и муниципальных услуг» [13] (на материалах Республики Калмыкия).

Предлагаемая методика содержит две группы индикаторов: количественные и качественные. Рассмотрим их последовательно.

Количественные индикаторы

Свойство кластера – территориальная близость компаний-участниц кластера (1)

Расположение компаний-участниц кластера на относительно компактной территории приводит к снижению издержек и усилению конкурентоспособности этих компаний и кластера в целом.

Из различных определений туристско-рекреационного кластера [14] можно выявить следующий субъектный состав: организации, обеспечивающие подготовку и проведение путешествий (турфирмы, турагентства, турбюро и др.), средства размещения (отели, гостиницы, кемпинги и др.), учреждения общественного питания, транспортные и рекламные кампании. Поэтому для характеристики территориальной близости предприятий туристско-рекреационного кластера, на наш взгляд, представляется возможным взять показатель *плотности*, рассчитываемый по следующей формуле:

$$\rho = \sum_{i=1}^n \frac{N_i}{S} \quad (1)$$

где N_i – количество предприятий i -ой отрасли, задействованных в производстве и предоставлении туристского продукта, а S – площадь территории региона.

Свойство кластера – эффективность отрасли для региональной экономики (2)

Предполагается, что в регионе присутствия кластера достигается высокая производительность за счет доступа к специализированным факторам производства и рабочей силе, а также специализированной информации внутри кластера и общественным благам. И эффективность региональной экономики рассчитывается, как превышение темпа роста ВРП над темпом роста ВВП.

Применительно к конкретной отрасли, ее эффективность для региональной экономики можно оценить с помощью следующего индикатора:

$$Eff_i = \frac{TP_i}{TP_{ВРП}} \quad (2)$$

где Eff_i – эффективность i -ой отрасли, TP_i – средний темп продукции i -ой отрасли в регионе за последние 5 лет, а $TP_{БРП}$ – средний темп роста внутреннего регионального продукта за аналогичный период.

Следовательно, индикатор эффективности отрасли туризма для региональной экономики будет следующий:

$$Eff_{тур} = \frac{TP_{тур}}{TP_{БРП}} \quad (3)$$

где $TP_{тур}$ – средний темп роста объемов платных туристских услуг в регионе за последние 5 лет, а $TP_{БРП}$ – средний темп роста внутреннего регионального продукта за аналогичный период.

Свойство кластера – инновационная активность (3)

К основным направлениям инновационной деятельности в сфере туризма специалисты относят [15]:

- внедрение новых туристских маршрутов, выпуск нового туристского и ресторанного продукта, предоставление новых гостиничных услуг и т. д.;
- применение новой техники и технологий;
- использование новых туристских ресурсов;
- применение новых способов и методов организации бизнес-процессов;
- открытие новых направлений и новых рынков сбыта и другое.

Как можно заметить, многие инновации, внедренные в других сферах хозяйствования, могут успешно использоваться в туристской отрасли. Например, разработки в сфере информационных технологий уже давно и широко используются гостиничными предприятиями, туристскими агентствами, транспортными компаниями. Создание туристского продукта, обслуживание туристов, бронирование авиа- и железнодорожных билетов – все эти процессы перешли на качественно новый уровень с внедрением последних разработок в сфере информационных технологий. Поэтому на наш взгляд, на стадии формирования кластера целесообразно рассчитывать инновационную активность региона в целом.

Для этого мы воспользовались методикой, предложенной коллективом авторов А.П. Егоршиным, В.А. Кожиным, Э.Н. Кулагиной и др. [16], согласно которой, инновационную активность региона можно рассчитать с помощью трех коэффициентов: экстенсивного, интенсивного и интегрального.

Экстенсивный коэффициент инновационной активности региона определяется по формуле:

$$K_{экс} = \frac{T_{ин} \cdot 100\%}{T_{сов}} \quad (4)$$

где $K_{экс}$ – доля предприятий, занимающихся исследованиями и разработками, в общем их числе; $T_{ин}$ – число предприятий, занимающихся

исследованиями и разработками; $T_{сов}$ – общее число предприятий и организаций.

Интенсивный показатель инновационной активности бизнеса определяется по формуле:

$$K_{инт} = \frac{Q_{иннов} \cdot 100\%}{Q_{сов}} \quad (5)$$

где $K_{инт}$ – доля инновационной продукции в ее общем выпуске; $Q_{иннов}$ – объем инновационной продукции, млн рублей; $Q_{сов}$ – совокупный объем производства в регионе (объем отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами), млн рублей.

Однако, поскольку результаты инновационной деятельности всегда проявляются со значительным временным лагом, то мы решили учесть еще затраты на внутренние научные исследования и разработки $C_{иннов}^1$, млн рублей и затраты на технологические инновации $C_{иннов}^2$, млн рублей. Поэтому в нашем исследовании интенсивный показатель немного преобразовался:

$$K'_{инт} = \frac{(Q_{иннов} + C_{иннов}^1 + C_{иннов}^2) \cdot 100\%}{Q_{сов}} \quad (6)$$

В качестве обобщающего показателя используется интегральный коэффициент инновационной активности бизнеса, который вычисляется как среднее геометрическое интенсивного и экстенсивного коэффициентов:

$$K_{интег} = \sqrt{K_{экс} \cdot K'_{инт}} \quad (7)$$

На стадии развития туристско-рекреационного кластера необходимо вести учет всех нововведений. Возможным индикатором инновационной активности в кластере является удельный вес материальной выгоды $MI_{тур}$, полученной от применения новой техники и технологий, новых внедренных туристских маршрутов, выпуска новых туристских и ресторанных продуктов, предоставления новых гостиничных услуг в общем объеме платных туристских услуг:

$$Innov_{тур} = \frac{MI_{тур}}{Q_{тур}} \quad (8)$$

Свойство кластера – экспорт производимых товаров и услуг (4)

Внешнеэкономическая деятельность, т. е. осуществление экспорта производимых товаров и услуг за пределы региона, является приоритетным направлением развития любого кластера.

Поскольку специфика туристского продукта такова, что потребитель едет за ним сам, то аналогией доли экспорта для туристско-рекреационного кластера может выступать доля иностранных туристов в общем количестве гостей, посетивших регион:

$$FT = \frac{n_{FT}}{n} \quad (9)$$

где n_{FT} – число иностранных туристов, посетивших регион за год, n – общее число туристов, посетивших регион за аналогичный период.

Количественные индикаторы формирования и развития туристско-рекреационных кластеров в регионах Южного и Северо-Кавказского федеральных округов

Table 1.

Quantitative indicators of tourist and recreational cluster's formation and development in the Southern and North Caucasian Federal Districts

Свойства кластера Cluster properties	Территориальная близость компаний-участниц кластера The proximity of the companies cluster members	Эффективность отрасли для региональной экономики The effectiveness of the sector for the regional economy	Инновационная активность Innovative Activity	Экспорт производимых товаров и услуг Exports of goods and services
Формула для расчета индикатора The formula for calculating the indicator	$\rho = \sum_{i=1}^n N_i / S$	$Eff_{тур} = TP_{тур} / TP_{ВРП}$	$K_{интег} = \sqrt{K_{экс} \cdot K'_{инт}}$	$FT = n_{FT} / n$
Южный федеральный округ Southern Federal District	81,2	1,68	0,61	0,07
Республика Адыгея Republic of Adygea	87,2	-0,23	0,70	0,02
Республика Калмыкия Republic of Kalmykia	4,8	0,72	0,15	0,08
Краснодарский край Krasnodar region	227,8	1,59	0,23	0,07
Астраханская область Astrakhan region	45,0	0,90	0,70	0,09
Волгоградская область Volgograd region	44,1	2,80	0,84	0,07
Ростовская область Rostov region	86,5	2,00	1,00	0,08
Северо-Кавказский федеральный округ North Caucasian Federal District	52,9	-0,46	0,47	0,05
Республика Дагестан The Republic of Dagestan	38,5	-0,96	0,16	0,07
Республика Ингушетия The Republic of Ingushetia	63,3	–	0,14	0,11
Кабардино-Балкарская Республика Kabardino-Balkar Republic	81,1	0,84	0,39	0,03
Карачаево-Черкесская Республика Karachay-Cherkess Republic	38,0	0,88	0,29	0,02
Республика Северная Осетия – Алания Republic of North Ossetia - Alania	90,5	2,51	0,28	0,02
Чеченская Республика Chechen Republic	25,8	–	0,18	0,09
Ставропольский край Stavropol region	54,3	2,02	0,65	0,05

Источник: составлено по официальным публикациям Федеральной службы государственной статистики «Регионы России. Социально-экономические показатели. 2011–2015» и данным Федерального агентства по туризму URL: <http://opendata.russiatourism.ru/7708550300-ObuemUslugRosturizm>

Source: compiled from official publications of the Federal Service of State Statistics “Russia Regions. Socio-economic indicators. 2011–2015” and the Federal Agency for Tourism Available at: <http://opendata.russiatourism.ru/7708550300-ObuemUslugRosturizm>

Помимо описанных индикаторов, отражающих внешнюю, количественную сторону развития кластеров, предлагается оценивать «качество» кластера как системы, формирующей особые взаимосвязи между хозяйствующими субъектами и производящей конкурентоспособный продукт.

Качественные индикаторы

Свойство кластера – взаимодействие региональной образовательной системы с предприятиями кластера (5)

Огромное значение для всякого кластера имеет тесное сотрудничество предприятий основной и взаимодополняющих отраслей с региональной

системой образования [17]. Действительно, наличие специалистов необходимого уровня и профиля зачастую становится решающим фактором дальнейшего существования и развития кластера.

На наш взгляд, на стадии формирования туристско-рекреационного кластера необходимо учитывать присутствие в регионе образовательных учреждений и центров повышения квалификации, ведущих подготовку специалистов по направлениям в области туризма и связанных отраслей. Возможным индикатором может выступать общее количество выпускников этих направлений: «Экономика туризма», «Менеджмент в туризме и гостеприимстве», «Проектирование в туризме», «Гостиничное дело», подготовка поваров, кондитеров и парикмахеров в профессиональных лицеях и т. д.:

$$\sum_{i=1}^n l_i \quad (10)$$

где l_i – количество специалистов, бакалавров, технологов и т. д., подготовленных местными образовательными учреждениями для i – ой отрасли (туризма и связанных с ним).

К сожалению, на сегодняшний день такая информация есть только в разрезе федеральных округов [18]. Рассчитанный показатель для Южного федерального округа составляет 2551 человек, для Северо-Кавказского – 1398.

На стадии развития туристско-рекреационного кластера для оценки эффективности взаимодействия региональной образовательной системы с предприятиями кластера (EES – the Effectiveness of the Education System) можно рассчитывать долю работников кластера, подготовленных местными образовательными учреждениями:

$$EES_{\text{мвр}} = \sum_{i=1}^n l_i^K / L_{\text{мвр}}^K \quad (11)$$

где $\sum_{i=1}^n l_i^K$ – число специалистов, бакалавров, технологов и т. д. туристско-рекреационного кластера, подготовленных местными образовательными учреждениями, а $L_{\text{мвр}}^K$ – общее число занятых в туристско-рекреационном кластере.

Свойство кластера – взаимодействие предпринимательской среды и государства (6)

Успех кластеров обусловлен тесным взаимодействием предприятий основной и взаимодополняющих отраслей с государственными органами управления [19, 20].

В качестве индикатора, характеризующего эффективность взаимодействия предпринимательской среды и государства, предлагается рассчитывать обобщенный индекс удовлетворенности качеством предоставления государственных и муниципальных услуг [21].

Эмпирической базой для него служат результаты массовых социологических опросов, проводимых ежегодно во всех регионах РФ в соответствии с унифицированной общероссийской методикой [22].

Апробация этого индикатора была проведена на материалах Республики Калмыкия и показала, что фактически каждый третий предприниматель в регионе не доволен, как в целом качеством полученной им государственной или муниципальной услуги, так и каждым из ее аспектов. Так, для предпринимателей (их представителей), получавших услуги, не предусматривающие государственную пошлину, этот индикатор составил 66,2%, а для получателей, услуга которых предусматривала государственную пошлину, – 64,3%.

Свойство кластера – сотрудничество предприятий основной и взаимодополняющих отраслей кластера (7)

Важнейшей характеристикой кластера, приводящей к снижению издержек и усилению конкурентоспособности компаний-участниц кластера (и кластера в целом), является их активное сотрудничество. Для его измерения нам представляется возможным вести подсчет количества вновь заключенных договоров финансово-хозяйственной деятельности t_{IBS} (Interaction of Business Structures) между предприятиями кластера, а также объем услуг, предоставленных в рамках этих договоров Q_{IBS} .

Свойство кластера – высокое качество продукции и/или услуг кластера (8)

Конкурентоспособность кластера определяется качеством его продукции и/или услуг. На сегодняшний день основные требования к системам обеспечения качества туристских услуг формируются в соответствии с международным стандартом СТБ ИСО 9004-2-2000 «Система качества. Управление качеством и элементы качества», а также государственными стандартами Российской Федерации:

– ГОСТ 28681. О-90 «Стандартизация в сфере туристско-экскурсионного обслуживания. Основные положения»;

– ГОСТ Р 50644-94 «Туристско-экскурсионное обслуживание/Требования по обеспечению безопасности туристов и экскурсантов»;

– ГОСТ Р 50645-94 «Туристско-экскурсионное обслуживание / Классификация гостиниц»;

– ГОСТ Р 50681-94 «Туристско-экскурсионное обслуживание/ Проектирование туристских услуг»;

– ГОСТ Р 51185-98 «Туристские услуги. Средства размещения. Общие требования»;

– ГОСТ Р 50690-2000 «Туристские услуги. Общие требования».

Однако, несмотря на всеобъемлющую правовую базу, призванную облегчить создание системы качества туристского продукта, на практике существует масса самых разнообразных проблем, связанных с данным вопросом. Их определяют с помощью специальных методов маркетинговых исследований (исследование мнений потребителей), позволяющих детально определить и оценить уровень важности качественных признаков, которые связаны с обслуживанием клиентов.

Фактически все методы основываются на анкетных опросах, поэтому для измерения качества туристских услуг, предоставляемых предприятиями туристско-рекреационного кластера, на наш взгляд, также необходимо разрабатывать анкету. При этом первый ее вопрос должен касаться конкретной турфирмы, услугами которой воспользовался турист, остальные вопросы можно разбить на три блока:

1) блок утверждений для измерения ожиданий потребителей относительно качества туристских услуг в регионе. Ответы на вопросы даются в виде пятибалльной шкалы Лайкерта: «не важен» (1 балл) до «очень важен» (5 баллов), в третьем блоке шкалы;

2) блок утверждений для определения степени важности критериев качества услуг для потребителей (от респондентов требуется распределить 100 баллов между пятью критериями качества услуг, исходя из степени важности каждого из критериев для респондента);

3) блок утверждений для измерения восприятия потребителями качества услуг, предоставленных в регионе. Ответы на вопросы даются также в виде пятибалльной шкалы Лайкерта: от «полное неудовлетворение» (1 балл) до «полное удовлетворение» (5 баллов).

При проведении подобного исследования можно решить две основные задачи: во-первых, понять, что потребитель рассчитывает получить при посещении региона, во-вторых, оценить воспринимаемое качество обслуживания в туристических фирмах кластера, услугами которых потребитель воспользовался.

На основании данных, полученных в ходе опроса, можно рассчитать:

- рейтинг турфирм кластера;
- средние показатели по ожиданиям и восприятию;
- средний показатель по критерию качества услуг;
- средневзвешенный показатель по критерию качества услуг (рассчитывается по каждому из пяти критериев качества услуг с учетом степени важности критерия для потребителей);
- средние интегральные показатели по ожиданиям и восприятию (рассчитываются как средние показатели по анкете в целом, используются для отслеживания изменений в ожиданиях и восприятии в динамике).

Разница между «ожиданиями» и «восприятием» поможет понять, на каких аспектах туристской услуги необходимо сосредоточить усилия, а какие находятся на должном уровне.

Заключение

Существующий сегодня пробел в методическом обеспечении задач мониторинга процесса формирования кластеров в регионах обуславливает необходимость разработки универсальной системы формализованных показателей и создания специализированной базы данных. Преимуществом представленной системы индикаторов является, по мнению авторов, полнота отражения количественных и качественных аспектов процесса формирования кластеров. Построенная на системной основе, она отражает специфические свойства кластерных структур – взаимосвязанность и эффективность. Вместе с тем углубленный характер показателей, требует организации централизованного сбора специализированных данных с использованием опросов и экспертных оценок. Представляется, что организационно-финансовые сложности не должны становиться препятствием для реализации этой или иных методик, т. к. действующая система статистической информации объективно устарела и не отвечает меняющимся запросам современного общества. В целом применение разработанной системы индикаторов будет способствовать интенсификации и повышению качества кластерной политики, реализуемой региональными органами исполнительной власти и органами местного самоуправления.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Валицкий Д. А. Формирование кластерной политики как механизма развития экономики промышленных отраслей России // Вестник МГОУ. Серия «Экономика». 2010. № 1. С. 50–56.
- 2 Распоряжение Правительства Российской Федерации от 8 декабря 2011 г. № 2227 р «О Стратегии инновационного развития РФ на период до 2020 года».
- 3 Porter M.E. Cluster Mapping Methodology. Available at: <http://clustermapping.us/content/cluster-mapping-methodology>.

- 4 Solvell O., Lindqvist G., Ketels C. The Cluster Initiative Greenbook. Stockholm, Ivory Tower, 2003, 94 p.
- 5 Koschatzky K., Lo V. Methodological framework for cluster analysis. Working Papers “Firms and Region”. no. R1. 2007.
- 6 Shannon D. Tapping IMPLAN.s Data Mine to Identify and Analyze Regional Industries and Industry Clusters for Connecticut. Available at: http://www.cerc.com/images/customer-files/implan_paper.pdf

REFERENCES

- 7 Боуш Г. Д., Мадгазин Д. И. Новый методологический подход к первичной диагностике бизнес-кластеров на базе качественных и количественных методов // Вестник Уральского федерального университета. Серия Экономика и управление. 2011. № 3. С. 17–29.
- 8 Гузев М. М., Мишура Н. А. Ресурсно-факторный подход к оценке перспектив формирования региональных территориально-производственных кластеров на юге России // Региональная экономика. Юг России. 2013. Т. 1. С. 42–48.
- 9 Мишура Н. А. Кластерная организация экономики: к вопросу об идентификации кластера // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2012. № 43. С. 37–44.
- 10 Растворцева С. Н., Череповская Н. А. Идентификация и оценка региональных кластеров // Экономика региона Отраслевые и межотраслевые комплексы. 2013. № 4. С. 123–133.
- 11 Афонина А. Г. Роль правительства в процессе кластеризации экономики // Журнал «Перспективы науки». 2011. № 1. С. 104–107.
- 12 Крузалин В. И. Научные основы формирования туристско-рекреационных кластеров на принципах государственно-частного партнерства // Устойчивое развитие туризма: стратегические инициативы и партнерство: международная научно-практическая конференция. Улан-Удэ. 2009.
- 13 Федеральная целевая программа: «Развитие внутреннего и въездного туризма в Российской Федерации (2011–2018 годы)» Постановление Правительства РФ от 02.08.2011 № 644 (ред. от 11.06.2016).
- 14 Порядок изучения мнения населения о качестве оказываемых государственных услуг. Постановление Правительства Республики Калмыкия от 18.04.2011 г. № 97. URL: <http://www.egov08.ru/action/proekt/pgu.html>
- 15 Чабанок О. В. Инновационный менеджмент в туристской дестинации «Московский регион» М.: Логос, 2014. 207 с.
- 16 Управление инновационным развитием региона. под ред. Н.П. Егоршина Н. Новгород: НИМБ, 2008. 288 с.
- 17 Пятинкин С. Ф. Развитие кластеров: сущность, актуальные подходы, зарубежный опыт Минск: Тесей, 2008. 72 с.
- 18 Доклад о состоянии и развитии туризма в Российской Федерации в 2014 году. Министерство культуры Российской Федерации. URL: http://mkrf.ru/upload/mkrf/mkdocs2016/19_04_2016_08.pdf
- 19 Dohse D., Staehler T. BioRegio, BioProfile and the Rise of the German Biotech Industry. Kiel Working Paper, 2008. no. 1456.
- 20 Боуш Г. Д., Мадгазин Д. И., Кластерный подход к развитию региональной экономики: положительные и отрицательные эффекты // Материалы III Международной научно-практической конференции «Мир и Россия: регионализм в условиях глобализации Часть 2». С. 46–56.
- 21 Хашаева А. Б., Манцаева А. А. Качество предоставления государственных и муниципальных услуг как индикатор взаимодействия предпринимательской среды и государства при формировании мезоэкономических кластеров // Вестник экономики права и социологии. 2016. № 3. С. 82–86.
- 1 Valitskii D. A. The formation of cluster policy as a mechanism of development of economy of industrial sector. Vestnik MGOU. Seriya "Ekonomika" [Proceedings of MGOU]. 2010. no. 1. pp. 50–56. (in Russian).
- 2 Rasporyazhenie Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii ot 8 dekabrya 2011 g. № 2227 r O Strategii innovatsionnogo razvitiya RF na period do 2020 goda [The government of the Russian Federation from December 8, 2011 № 2227 R Strategy of innovative development of the Russian Federation for the period till 2020] (in Russian).
- 3 Porter M.E. Cluster Mapping Methodology URL: <http://clustermapping.us/content/cluster-mapping-methodology>
- 4 Solvell O., Lindqvist G., Ketels C. The Cluster Initiative Greenbook. Stockholm, Ivory Tower, 2003, 94 p.
- 5 Koschatzky K., Lo V. Methodological framework for cluster analysis. Working Papers "Firms and Region". 2007. no. R1
- 6 Shannon D. Tapping IMPLAN's Data Mine to Identify and Analyze Regional Industries and Industry Clusters for Connecticut. Available at: http://www.cerc.com/images/customer-files/implan_paper.pdf
- 7 Boush G. D., Madgazin D. I. A new methodological approach to the primary diagnosis of business-clusters on the basis of qualitative and quantitative methods. Vestnik Ural'skogo federal'nogo universiteta. Seriya Ekonomika i upravlenie [Proceedings of the Ural Federal University. Series Economics and management]. 2011. no. 3. pp. 17–29. (in Russian).
- 8 Guzev M. M., Mishura N. A. Resource-factor approach to the assessment of the prospects of formation of regional territorial-industrial clusters in the South of Russia. Regional'naya ekonomika. Yug Rossii [Regional economy. The South Of Russia]. 2013. V. 1 pp. 42–48. (in Russian).
- 9 Mishura N. A. Cluster organization of economy: the issue of identification of the cluster. Natsional'nye interesy: priority i bezopasnost' [National interests: priorities and security]. 2012. no. 43. pp. 37–44. (in Russian).
- 10 Rastvortseva S. N., Cherepovskaya N. A. Identification and assessment of regional clusters. Ekonomika regiona Otrasleye i mezhotraslevye komplekсы [The region's economy Sectoral and intersectoral complexes]. 2013. no. 4. pp. 123–133. (in Russian).
- 11 Afonina A. G. The role of the government in the process of clustering economy. Zhurnal "Perspektivy nauki" [Prospects of Science Magazine]. 2011. no. 1. pp. 104–107. (in Russian).
- 12 Kruzhalin V. I. Scientific bases of formation of tourist and recreational clusters on the basis of public-private partnership Ustoichivoe razvitie turizma: strategicheskie initsiativy i partnerstvo: mezhhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya [Sustainable development of tourism: strategic initiatives and partnership: the international scientific-practical conference]. Ulan-Ude, 2009. (in Russian).
- 13 Federal'naya tselevaya programma: Razvitie vnutrennego i v"ezdnogo turizma v Rossiiskoi Federatsii (2011–2018 gody) Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 02.08.2011 № 644 (red. ot 11.06.2016). [Federal target program: Development of domestic and inbound tourism in the Russian Federation (2011-2018) regulation of the Government of the Russian Federation of 02.08.2011 № 644 (ed. by 11.06.2016).] (in Russian).

14 Poryadok izucheniya mneniya naseleniya o kachestve okazyvaemykh gosudarstvennykh uslug. Postanovlenie Pravitel'stva Respubliki Kalmykiya ot 18.04.2011 g. № 97. [Procedure for the study of public opinion on the quality of public services. Resolution of the government of the Republic of Kalmykia dated 18.04.2011 No. 97.] URL: <http://www.egov08.ru/action/proekt/pgu.html> (in Russian).

15 Chabanyuk O. V. Innovatsionnyi menedzhment v turistskoi destinatsii "Moskovskii region" [Innovation management in tourist destinations "Moscow region"] Moscow, Logos publ., 2014. 207 p. (in Russian).

16 Innovatsionnyi menedzhment v turistskoi destinatsii «Moskovskii region» Upravlenie innovatsionnym razvitiem regiona [Management of innovative development of the region ed by N.P. Egorshin] Novgorod, NIMB publ, 2008. 288 p. (in Russian).

17 Pyatinkin S. F. Razvitie klasterov: sushchnost', aktual'nye podkhody, zarubezhnyi opyt [Cluster development: the nature, current approaches, international experience] Minsk, Tesei publ., 2008. 72 p. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Айса А. Манцаева мл. науч. сотр., отдел экономических исследований, институт комплексных исследований аридных территорий, ул. Хомутникова, 111, г. Элиста, 358005, Россия, amantsaeva@yandex.ru

Татьяна Г. Деликова к.э.н., заведующий отделом, отдел экономических исследований, институт комплексных исследований аридных территорий, ул. Хомутникова, 111, г. Элиста, 358005, Россия, delikova.t@rambler.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Айса А. Манцаева обзор литературных источников по исследуемой проблеме, разработка системы индикаторов, выполнил расчёты, несёт ответственность за плагиат

Татьяна Г. Деликова обзор литературных источников по исследуемой проблеме, консультация в ходе исследования, корректировала рукопись до подачи в редакцию

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 23.10.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 16.11.2016

18 Doklad o sostoyanii i razvitiu turizma v Rossiiskoi Federatsii v 2014 godu. Ministerstvo kul'tury Rossiiskoi Federatsii. [A report on the status and development of tourism in the Russian Federation in 2014. The Ministry of culture of the Russian Federation.] URL: http://mkrf.ru/upload/mkrf/mkdocs2016/19_04_2016_08.pdf (in Russian).

19 Dohse D., Staehler T. [BioRegio, BioProfile and the Rise of the German Biotech Industry]. Kiel Working Paper, 2008. no. 1456.

20 Boush G. D., Madgazin D. I., Cluster approach to the development of regional economy: positive and negative effects. Materialy III Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii "Mir i Rossiya: regionalizm v usloviyakh globalizatsii" [Proceedings of the III International scientific-practical conference "Russia and the World: regionalism in the context of globalization, Part 2"] pp. 46–56. (in Russian).

21 Khashaeva A. B., Mantsaeva A. A. The quality of rendering state and municipal services as an indicator of the interaction between the business environment and the state in the formation of the meso-economic clusters. *Vestnik ekonomiki prava i sotsiologii* [Proceedings of law Economics and sociology]. 2016. no. 3. pp. 82–86. (in Russian).

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Aisa A. Mantsaeva junior researcher, department of economic research, Arid territories integrated research institute, Homutnikova str, 111, Elista, 358005, Russia, amantsaeva@yandex.ru

Tatyana G. Delikova candidate of economic sciences, head of department, department of economic research, Arid territories integrated research institute, Homutnikova str, 111, Elista, 358005, Russia, delikova.t@rambler.ru

CONTRIBUTION

Aisa A. Mantsaeva review of the literature on an investigated problem, development of a system of indicators, performed computations, is responsible of plagiarism

Tatyana G. Delikova review of the literature on an investigated problem, consultation during the study, correct manuscript before filing in editing

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 10.23.2016

ACCEPTED 11.16.2016

Обесценение нематериальных активов: качество раскрываемой информации в финансовой отчетности в кризисных условиях функционирования экономики

Танзиля Р. Исмагилова¹ t.ismagilova@gmail.com

¹ кафедра бухгалтерского учета в коммерческих организациях, Финансовый университет при Правительстве РФ, ул. Кибальчича, 1, Москва, 107996, Россия

Реферат. В последнее время доля нематериальных активов в структуре отчета о финансовом положении компаний значительно увеличилась, мировые тенденции свидетельствуют о всевозрастающем влиянии НМА на стоимость компаний, в то же время из всех активов нематериальные оказываются наиболее сложными объектами исследования и наиболее подвержены обесценению. В текущих неблагоприятных экономических условиях наблюдается уменьшение денежных потоков, генерируемых активами, и, соответственно, увеличивается вероятность возникновения убытков от обесценения, количество допущений, используемых экономическими субъектами, увеличивается, а их разумность и надежность требует повышенного внимания и анализа. МСФО 36 требует раскрытия в финансовой отчетности информации об анализируемом объекте с указанием перечня необходимых раскрытий, при этом важно учитывать, что расчетные оценки часто индивидуальны и должны соответствовать структуре и деятельности конкретной компании. Процедура обесценения нематериальных активов и соответствующие раскрытия в финансовой отчетности не должны рассматриваться как упражнение на соответствие нормам бухгалтерского учета, так как в условиях нестабильной экономической ситуации обесценение нематериальных активов является одним из ключевых инструментов отражения реального финансового положения предприятия. В статье рассмотрены основные вопросы повышения качества раскрываемой информации в отношении обесценения нематериальных активов, проанализирована значимость вопроса о раскрытии информации о допущениях и расчетных оценках руководства, предложены рекомендации по документации этапов анализа и расчетов по проведению теста на обесценение нематериальных активов, обобщена ключевая информация к раскрытию, перечень которой может быть использован компаниями в качестве самопроверки.

Ключевые слова: обесценение нематериальных активов, убыток от обесценения, раскрытие информации об обесценении, требования к раскрытию информации, факторы обесценения.

Impairment of intangible assets: quality of disclosures in the financial crisis period

Tanzilya R. Ismagilova¹ t.ismagilova@gmail.com

¹ accounting in commercial organisations department, Financial university under the government of the Russian Federation, Kibalchicha str., 1, Moscow, 107996, Russia

Summary. The role of intangible assets presented in companies' financial statements cannot be underestimated as in recent years the structure of the companies' statement of financial position has significantly changed and is mainly presented by intangible assets instead of tangible assets. Global trends suggest a growing importance of intangible assets to business value, at the same time intangibles are one of the most complex assets in terms of their valuation. The widespread economic slowdown means that assets and businesses in many industries will generate lower cash flows than expected. This increases the likelihood that asset carrying amounts are greater than the expected cash flows from the assets. A number of assumptions used by management have increased, therefore there is a need for the detailed analysis of the disclosed information in terms of its reasonableness. IAS 36 Impairment of Assets sets out the requirements for the disclosed information, however, companies impairment testing processes, models and assumptions depend on the certain business and are individual. Impairment of intangible assets should not be treated by the companies as an exercise to conform IFRS requirements as it is the key element of the financial statements faithful representation. Main questions in terms of the quality of disclosed information regarding intangible assets impairment are addressed in this article, including the following: the role of the disclosed assumptions and estimates made by management is analysed, suggestions are made on the documentation of the stages of the impairment test performed, key disclosure requirements are summarised and can be used by companies in self-review purposes.

Keywords: impairment of intangible assets, impairment loss, disclosure of impairments, disclosure requirements, impairment indicators

Для цитирования

Исмагилова Т. Р. Обесценение нематериальных активов: качество раскрываемой информации в финансовой отчетности в кризисных условиях функционирования экономики // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 484–487. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-484-487

For citation

Ismagilova T. R. Impairment of intangible assets: quality of disclosures in the financial crisis period. Vestnik VSUET [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 484–487. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-484-487

Введение

МСФО (IAS) 36 требует применения профессионального подхода к большому кругу вопросов в отношении проведения тестирования на обесценения активов, в частности, к большому числу значительных допущений при проверке нематериальных активов на обесценение [1].

В последнее время доля нематериальных активов в структуре отчета о финансовом положении компаний значительно увеличилась в связи с расширением бизнеса, появлением новых брендов, созданием и покупкой сложных и дорогостоящих информационных систем [2]. Оценка нематериальных активов, полнота и достоверность раскрытий в финансовой отчетности компании определяют решения пользователей финансовой отчетности. В текущих экономических условиях внимание пользователей финансовой отчетности направлено на то, как организации реагируют на изменяющуюся экономическую конъюнктуру, насколько добросовестно менеджмент подходит к выявлению признаков возможного обесценения нематериальных активов, как наиболее подверженных обесценению, и влиянию оценочных значений и допущений руководства [3].

Перед экономическими субъектами стоят серьезные задачи обеспечения надежности, достоверности и полноты используемой в расчетах информации, и, соответственно в достаточной степени детального раскрытия такой информации перед пользователями финансовой отчетности [4].

Методологической основой исследования является анализ заключений финансовых аналитиков и экспертов, представленных в периодических изданиях, финансовые отчетности российских и зарубежных компаний, действующих международных и российских стандартов составления финансовой отчетности.

Рассмотрены ключевые этапы и сложности при формировании раскрытий соответствующих допущений и расчетных оценок, которые необходимо принимать во внимание в целях повышения качества раскрываемой информации и предложены рекомендации по организации процесса подготовки раскрытий к финансовой отчетности.

Как и другие стандарты, МСФО (IAS) 36 требует раскрытия в финансовой отчетности информации в первую очередь об анализируемом объекте. Перечень необходимых раскрытий подробно изложен в соответствующем разделе стандарта. Повышенное внимание к этому вопросу вызвано тем, что отчетность по МСФО предназначается, главным образом внешним пользователям, которым факт отражения убытка от обесценения важен для принятия решений.

В результате анализа нескольких сотен финансовых отчетностей, проведенного Европейской организацией по ценным бумагам и рынкам в 2013 году, было выявлено низкое качество раскрываемой информации об обесценении активов.

Эксперты отметили, что требования в отношении раскрытия информации, для выполнения которых необходимо активное участие руководства, соблюдаются в меньшей степени, чем в отношении раскрытия информации, для которых затрачены небольшие усилия. Это свидетельствует об использовании шаблонных фраз и моделей, не отражающих действительность [5].

Учитывая временные рамки проведенного анализа, с одной стороны, и текущее состояние экономики, с другой, говорить о том, что проблема недостаточности раскрытий, представленных в финансовых отчетах, об обесценении нематериальных активов не существует, не представляется возможным. В текущих неблагоприятных экономических условиях наблюдается уменьшение денежных потоков, генерируемых активами, и, соответственно, увеличивается вероятность возникновения убытков от обесценения, количество допущений, используемых экономическими субъектами, увеличивается, а их разумность и надежность требует повышенного внимания и анализа.

Основное внимание в отчете Европейской организации по ценным бумагам и рынкам уделяется качеству информации, раскрываемой в финансовой отчетности. Отчет критикует некоторые раскрытия информации как «шаблонные», нехарактерные для конкретной компании и в некоторых случаях даже не соответствующие требованиям стандарта [6].

В мае 2013 года Советом по МСФО были опубликованы поправки к МСФО (IAS) 36 «Обесценение активов», которые относятся к раскрытию возмещаемой стоимости нефинансовых активов [7]. Данные изменения говорят как о заинтересованности пользователей в раскрываемой информации, так и о наличии вопросов о повышении достоверности и прозрачности информации в части обесценения активов со стороны бизнес-сообщества.

Очевидно, что данные поправки требуют дополнительных усилий при формировании показателей финансовой отчетности и подготовке соответствующих раскрытий.

В качестве самопроверки, рекомендуем компаниям применять следующую сводную таблицу ключевой информации к раскрытию в отношении проведенного теста на обесценение (таблица 1).

Раскрытие ключевой информации в отношении проведенного теста на обесценение

Table 1.

Key disclosures related to the Impairment of Intangible assets

Предмет раскрытия / The subject of the disclosure	Комментарий / A comment
Информация об основных допущениях / Information about the key assumptions	Допущения, к которым наиболее чувствительной является возмещаемая стоимость (например, показатели темпов роста выручки); Подход, используемый для определения допущений (например, рост цен или объема продаж); Уровень допущений в иерархии источников справедливой стоимости согласно МСФО 13 «Оценка справедливой стоимости». / Assumptions to which the most sensitive is the recoverable amount (for example, performance revenue growth); The approach used to determine the assumptions (eg, price or sales growth); Level assumptions in the fair value of hierarchy according to IFRS 13 "Fair Value Measurements".
Информация об используемых ставках дисконтирования / Information about the utilized discount rates	Ставки дисконтирования, применяемые в отношении каждой ЕГДС или группы ЕГДС, на которые были отнесены суммы балансовой стоимости гудвила или нематериальных активов с неопределенным сроком полезного использования. Средневзвешенная ставка дисконтирования вероятнее введет пользователей в заблуждение, чем предоставит информацию для анализа. / The discount rates used for each CGU or CGU group to which are allocated the sum of the book value of goodwill or intangible assets with indefinite useful lives. The weighted average discount rate likely will introduce user confusion than provide information for analysis.
Долгосрочные темпы роста показателей / Long-term growth rates	Важно не использовать ни излишне консервативный, ни излишне оптимистичный подход и помнить о том, что чем выше темпы роста, тем больше риски, что может послужить причиной более высоких ставок дисконтирования краткосрочной перспективе / It is important not to use any overly conservative nor overly optimistic approach and remember that the higher the growth rate, the greater the risks that may cause higher rates of short-term discount
Анализ чувствительности, в том числе его количественная информация / The sensitivity analysis, including its quantitative information	Учитывая экономическую ситуацию последних лет можно с уверенностью сказать, что изменения в среде функционирования предприятия происходят быстро и часто существенным образом оказывают влияние на финансовое положение компании / Given the economic situation of recent years, it is safe to say that changes in the operational environment of the enterprise happen quickly and often significantly affect the company's financial position

В целях повышения качества раскрытий об обесценении нематериальных активов достаточно обратиться к цели раскрытий, которой является презентация надеждой и достаточной информации пользователям финансовой отчетности для принятия решений [8]. Таким образом, если основные допущения руководства отличаются от внешних общедоступных источников информации, компаниям необходимо раскрыть информацию о причинах такого расхождения (например, выход компании на новый рынок).

На основании проведенного анализа требований к раскрытию информации об обесценении нематериальных активов, а также учитывая возрастающее в период кризиса внимание к оценкам и допущениям, использованным компаниями при расчетах, рекомендуем компаниям документировать этапы анализа и расчеты по проведению теста на обесценение. Такая документация должна включать [9]:

- перечень критериев (факторов) необходимости проведения анализа обесценения;
- метод расчета ценности использования актива (если эта оценка выбрана в качестве возмещаемой стоимости), в том числе порядок определения ставки дисконтирования, длительность прогнозного периода в расчете;
- метод расчета справедливой стоимости актива за вычетом затрат на продажу (даже если эта оценка не выбрана в качестве возмещаемой стоимости), в том числе уровень исходных данных, использованных для определения справедливой стоимости;

- сумму убытка к отражению и соответствующие строки отчетности;
- сумму восстановленных убытков;
- описание единицы, генерирующей денежные потоки, – порядок ее определения и оценки;
- анализ чувствительности, показывающий, как изменение допущений, использованных в расчете, способно повлиять на сумму обесценения нематериального актива.

Заключение

В отношении оценки последствий выявленных факторов обесценения, компаниям следует отслеживать все факторы потенциального обесценения активов, как в целях управленческого учета (в том числе в целях совершенствования понимания экономической природы конкретного нематериального актива или группы активов), так и в целях своевременного реагирования на стремительно изменяющиеся условия функционирования экономики в будущих отчетных периодах. При этом очевидно, что раскрывать в текущем отчетном периоде стоит лишь информацию о значимых факторах и анализе их последствий, так как нерелевантная в текущих условиях информация способна ввести пользователей финансовой отчетности в заблуждение, которое приведет к экономически неверным решениям [10]. На практике это подчеркивает значение проведения оценки факторов обесценения нематериальных активов и их последствий одновременно как по вероятности их возникновения, так и по величине потенциального убытка от обесценения.

ЛИТЕРАТУРА

1 Исмагилова Т.Р. Обесценение нематериальных активов: уровень неопределенности расчета в кризисных условиях экономики // Вестник профессиональных бухгалтеров. 2016. № 4. С. 21–23

2 Брэнд Файнанс в партнерстве с Сертифицированным институтом специалистов по управленческому учёту «Обзор стоимости мировых нематериальных активов» // Энциклопедия маркетинга. URL: http://www.marketing.spb.ru/mr/business/Global_Intangible_Financial_Tracker.htm.

3 Рыльцова Г. Влияние финансового кризиса на отчетность по МСФО // Пресс-ланч.

Выручаева А. Раскрытие информации в отчетности по МСФО // GAAP.RU. Сайт о теории и практике финансового учета и корпоративных финансов. URL: http://gaap.ru/articles/Raskrytie_informatsii_v_otchetnosti_po_MSFO/

4 Официальная публикация компании Ernst&Young «Взгляд на МСФО», апрель – июнь 2013 г.

5 Анализ информации об обесценении гудвила и прочих нематериальных активов, раскрываемой в финансовой отчетности согласно МСФО, подготовленный европейскими регулирующими органами, январь 2013 Европейская организация по ценным бумагам и рынкам – <https://www.esma.europa.eu/databases-library/esma-library>

6 Галиуллина А. Нематериальные активы в российской и международной практике // GAAP.RU. Сайт о теории и практике финансового учета и корпоративных финансов. URL: http://gaap.ru/articles/Nematerialnye_aktivy_v_rossiyskoy_i_mezhdunarodnoy_praktike/

7 Шишова Л.И. Проблемы перехода Российских организаций на международные стандарты финансовой отчетности // Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева. 2013. № 4. С. 3–7.

8 Курилова А.А. Гудвилл и его оценка в Российской и международной практике // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. 2014. № 4. С. 153–156.

9 Литвиненко М. Категория goodwill в отчетности по МСФО // GAAP.RU. Сайт о теории и практике финансового учета и корпоративных финансов. URL: http://gaap.ru/articles/kategoriya_goodwill_v_otchetnosti_po_msfo.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Танзиля Р. Исмагилова аспирант, кафедра бухгалтерского учета в коммерческих организациях, Финансовый университет при Правительстве РФ, ул. Кибальчица, 1, Москва, 107996, Россия, t.ismagilova@gmail.com

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Танзиля Р. Исмагилова написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 03.11.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 25.11.2016

REFERENCES

1 Ismagilova T.R. Impairment of intangible assets: the uncertainty level of calculation in the crisis economy. *Vestnik professional'nykh bukhgalterov* [Proceedings of Professional Accountants], 2016, no. 4, pp. 21–23. (In Russ.)

2 Brand Faynans in partnership with the Institute of Certified Specialists in management accounting “Review of the cost of the world's intangible assets” Marketing Encyclopedia. Available at: http://www.marketing.spb.ru/mr/business/Global_Intangible_Financial_Tracker.htm.

3 Ryltsova G. The influence of the financial crisis on IFRS. Press lunch. New IFRS standards in 2009. Available at: <https://www.pwc.ru/ru/events/2009/assets/ifrs-breakfast-ryltsova.pdf>.

4 Vyruchaeva A. Raskrytie informatsii v otchetnosti po MSFO. GAAP.RU. Website of the theory and practice of accounting and corporate finance. Available at: http://gaap.ru/articles/Raskrytie_informatsii_v_otchetnosti_po_MSFO/

5 IFRS outlook published by Ernst & Young, April June 2013

6 European enforcers review of impairment of goodwill and other intangible assets in the IFRS financial statements, IFRS Supervisory Convergence, Final report issued in January 2013.

7 Galiullina A. Namaterialnye aktivy v rossiiskoi i mezhduнародnoi praktike // GAAP.RU. Website of the theory and practice of accounting and corporate finance. Available at: http://gaap.ru/articles/Nematerialnye_aktivy_v_rossiyskoy_i_mezhdunarodnoy_praktike/

8 Shishova L.I. Problems of IFRS first adoption by Russian companies. *Vestnik Volzhskogo universiteta im. V.N. Tatishcheva* [Bulletin of the Volga University named after Tatishchev], 2013, no. 4, pp. 3–7. (In Russ.)

9 Kurilova A.A. Goodwill valuation in Russian and International practice. *Vektor nauki Tolyatinskogo gosudarstvennogo universiteta* [Vector Science Togliatti State University], 2014, no. 4, pp. 153–156. (In Russ.)

10 Litvinenko M. Category goodwill in IFRS. GAAP.RU. Website of the theory and practice of accounting and corporate finance. Available at: http://gaap.ru/articles/kategoriya_goodwill_v_otchetnosti_po_msfo.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Tanzilya R. Ismagilova graduate student, accounting in commercial organisations department, Financial university under the government of the Russian Federation, Kibalkhicha str., 1, Moscow, 107996, Russia, t.ismagilova@gmail.com

CONTRIBUTION

Tanzilya R. Ismagilova wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 11.3.2016

ACCEPTED 11.25.2016

Совершенствование организации процессов производства в условиях инновационного развития системы менеджмента качества

Юрий А. Саликов¹

saural@rambler.ru

Ирина В. Каблашова²

kablashowa@yandex.ru

¹ кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронеж. гос. ун-т инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия

² кафедра экономики и управления на предприятии машиностроения, Воронеж. гос. тех. ун-т, Московский проспект, 14, г. Воронеж, 394026, Россия

Реферат. В статье освещены результаты исследования характера инновационных изменений методов и форм управления производством в свете основных положений системы менеджмента качества в соответствии с требованиями стандарта ИСО 9001:2015. Представлена авторская трактовка ключевых положений современной системы менеджмента качества, выделены общие направления развития менеджмента предприятия, рассмотрен характер организационных изменений в системе менеджмента качества и системы организации производства, а также методические подходы, методики и инструменты совершенствования организации процессов производства. Анализ изменений, основанных на ключевых положениях интегрированной модели системы менеджмента качества, позволил раскрыть содержание положений в контексте системы управления предприятием и системы организации производства, предложить авторскую трактовку понятия организация производства с учетом принципов и требований системы менеджмента качества, а также обосновать особенности системы менеджмента качества как особой формой организации процессов производства. По результатам анализа преимуществ применения на предприятии системы менеджмента качества, разработанной в соответствии с требованиями стандарта ИСО 9001:2015, раскрыты цели и задачи системы организации производства в свете рекомендаций интегрированной модели данной системы, рассмотрено изменение закономерностей развития методов и форм организации процессов производства с учетом содержания процессного подхода, рекомендованной системой менеджменту качества, а также выявлена взаимосвязь концепции «управления знаниями» и совершенствованием процессов управления персоналом предприятия с целью обеспечения их компетентности в области обеспечения и улучшений качества процессов производства, изучены проблемы предприятий, связанные с внедрением ключевых положений интегрированной системы менеджмента качества и предложены управленческие рекомендации по решению.

Ключевые слова: методология, принципы, инновационное развитие, организация процессов производства, направления развития системы менеджмента качества

Improving the organization of production processes in the conditions of innovative development of the quality management system

Yuri A. Salikov¹

saural@rambler.ru

Irina V. Kablashova²

kablashowa@yandex.ru

¹ Economic security and financial monitoring Department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, Russia, 394066

² Department of Economy and Management at the Mechanical Engineering Enterprise, Voronezh State Technical University, 14, Moskovsky Avenue, Voronezh, Russia, 394026

Summary. The article highlights the results of a study of the nature of innovation changes in methods and forms of production management in the light of the main provisions of quality management system in accordance with the requirements of ISO 9001:2015. Presents the author's interpretation of key provisions of a modern system of quality management are highlighted in the General directions of development of the company's management examined the nature of institutional changes in the quality management system and the system of organization of production, as well as methodological approaches, methods and tools improving the organization of production processes. Analysis of changes based on the key provisions of the integrated model of management system qualities, allowed to reveal the contents of the provisions in the context of an enterprise management system and system of organization of production, to offer the author's interpretation of the concept of organization of production based on the principles and requirements of the quality management system, and to substantiate features of the quality management system as a special form of organization of production processes. According to the analysis of benefits at the enterprise the quality management system developed in accordance with the requirements of ISO 9001:2015, describes the objectives and tasks of the system of production organisation in the light of the recommendations of the integrated model of this system, learn how to change the patterns of development methods and forms of organization of production processes with regard to the content of the process approach recommended by the system management qualities as well as the interrelation of the concept of "knowledge management" and improving personnel management processes of enterprises with the aim of ensuring their competence in the field of maintenance and improvements in the quality of manufacturing processes, studied the problems of enterprises related to the implementation of key provisions of the integrated quality management system and proposed management recommendations to address.

Keywords: methodology, principles, innovative development, organization of production processes, the development of the quality management system

Для цитирования

Саликов Ю. А., Каблашова И. В. Совершенствование организации процессов производства в условиях инновационного развития системы менеджмента качества // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 488–498. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-488-498

For citation

Salikov Yu. A., Kablashova I.V. Improving the organization of production processes in the conditions of innovative development of the quality management system. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 488–498. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-488-498

Введение

В настоящее время важным условием эффективного производства является внедрение основополагающих принципов современной международной концепции всеобщего управления качеством производственных процессов, что способствует повышению конкурентоспособности выпускаемой продукции на внешнем и внутреннем рынках. Следует учитывать, что обеспечение качества продукции и снижение затрат на производство является стратегической задачей, влияющей на состояние и положения производственной политики и тактики.

Современная организация производства, по общепринятому мнению, предполагает комплекс мероприятий, направленных на оптимальное сочетание трудовых процессов с материально-техническими элементами процессов производства, осуществляемых в конкретных условиях в целях обеспечения заданных количественных и качественных показателей при рациональном использовании всех компонентов производственного потенциала предприятия. При этом под организацией производства понимают координацию и объединение во времени и пространстве всех элементов производственной системы, направленных на идентификацию и обеспечение рационального взаимодействия производственных и трудовых процессов с учетом принципов и требований системы менеджмента качества.

Исследование научных положений по инновационному развитию методологии управления качеством позволяет сделать вывод, что активные рыночные изменения оказывают непосредственное влияние на организацию процессов производства, на условия их осуществления, а также на процессы управления условиями, характеризующими факторы внутренней и внешней среды предприятия. Возрастающие требования потребителей к качеству и сервису выпускаемой продукции обуславливают необходимость развития институциональных основ системы управления предприятием [10], повышения динамичности и эффективности системы менеджмента качества на отраслевых предприятиях, а также использования инновационных подходов к решению проблем безопасности и качества промышленной продукции [6].

Основная часть

В соответствии со стандартом ИСО 9000:2015 система менеджмента качества

включает действия, с помощью которых предприятие устанавливает свои цели и определяет процессы и ресурсы, требуемые для достижения желаемых результатов, а также является инструментом обеспечения взаимодействия процессов производства и производственных ресурсов, необходимых для полного удовлетворения соответствующих интересов заинтересованных сторон. С точки зрения системы общего менеджмента разработка и внедрение системы менеджмента качества, основанной на пятой версии стандартов ИСО, позволяет высшему руководству оптимизировать использование производственных ресурсов, учитывая долгосрочные и краткосрочные последствия их решений, и является средством идентификации процессов производства и действий по обеспечению качества процессов и выпускаемой продукции.

Основное предназначение интегрированной системы менеджмента качества - обеспечение доверия к качеству производимой продукции и оказываемых услуг потребителям и другим заинтересованным сторонам. При этом концепция 5-й редакции стандарта ИСО 9001:2015 полностью соответствует основным положениям стандарта ИСО 9004:2009 [1]. Потенциальными преимуществами для предприятия от применения системы менеджмента качества, основанной на настоящем стандарте, являются:

- возможность продемонстрировать соответствие установленным требованиям системы менеджмента качества;
- способность стабильно предоставлять продукцию и услуги, которые удовлетворяют требованиям потребителей, а также применимым законодательным и правовым требованиям;
- создание возможностей для повышения удовлетворенности потребителей;
- направление усилий на снижение рисков и реализацию возможностей, связанных со средой и целями организации;
- создание и поддержание конкурентных преимуществ предприятия на долговременной основе.

Интегрированная система менеджмента качества способствует постоянному улучшению основных показателей деятельности предприятия и формирует основу для совершенствования организации производства, что означает «развертывание качества» в широком смысле, а также мотивирование персонала к участию в деятельности по принятию и внедрению инновационных решений с учетом содержания основополагающих принципов TQM.

Для современного инструментария совершенствования организации процессов производства на основе интегрированной системы менеджмента качества характерен ряд следующих особенностей:

- выбор стратегии и политики в области качества, направленных на постоянное улучшение качества продукции и услуг;

- ориентация работы предприятия, исходя из запросов потребителей (делать, что продаётся, а не продавать то, что делается);

- руководство всеми подразделениями предприятия со стороны первых лиц и администрации, исходя из необходимости обязательного обеспечения требуемого качества продукции;

- вовлечение персонала в активную работу по улучшению качества путём обеспечения его удовлетворённости за счёт должной мотивации труда, содействия рационализаторской работе и организации работы кружков качества;

- внедрение гибкого производства с учетом индивидуальных требований потребителей в условиях высокопроизводительного массового или крупносерийного производства;

- создание систем качества в соответствии с требованиями международных стандартов ИСО серии 9000 с учётом особенностей предприятий;

- применение процессного, системного, ситуационного и других современных подходов к управлению, накопленных практикой менеджмента;

- инвестиции в развитие персонала, не-прерывное повышение его квалификации, обучение рабочих смежным специальностям и методам решения проблем качества;

- самооценка деятельности предприятия по критериям премий в области качества и участие в конкурсах на их присуждение;

- сертификация продукции и систем качества, их оценка, анализ существующих проблем и разработка необходимых мероприятий для обеспечения и повышения качества.

Поскольку управление качеством является важнейшим компонентом общей системы менеджмента предприятия, оно не может рассматриваться изолированно от науки управления, которая, в свою очередь, определяет основные закономерности развития организации производства. Следовательно, для совершенствования организации производства и обеспечения

качества производственных процессов целесообразно использовать положения и рекомендации стандарта ИСО 9001:2015 [2], реализация которых в практике предприятия позволяет:

- получить общее представление о факторах внутренней и внешней среды, то есть об условиях осуществления процессов производства и управления качеством;

- ознакомиться с направлениями развития организации производства и определить место управления качеством в системе общего управления предприятием;

- применять в системе организации производства и обеспечения качества производственных процессов подходы и методы их выполнения, накопленные в практике менеджмента качества.

В контексте рассматриваемой проблемы управление качеством должно быть основано на научном фундаменте и апробированных практических методах менеджмента, которые обеспечат основу для рациональной организации процессов производства и эффективной работы персонала предприятия по постоянному улучшению качества процессов и продукции. Содержание изменений в организации процессов производства, усиливающих акценты на концептуальных и ключевых положениях новой модели системы менеджмента качества, сочетающейся с положениями системы общего менеджмента предприятия, приведено в таблице 1.

В стандарте ИСО 9001:2015 «Система менеджмента качества. Основные положения и словарь» отмечено, что данная система включает действия, с помощью которых организация устанавливает свои цели и определяет процессы и ресурсы, необходимые для достижения желаемых результатов, управляет взаимодействующими процессами и ресурсами, требуемыми для обеспечения ценности и реализации результатов для соответствующих заинтересованных сторон [4]. Следовательно, в контексте данного положения, система менеджмента качества (продукция, процессы производства, труд работника) является особой формой организации производства, которая предполагает документированность информации о всех процессах, имеющих отношение к производству продукции и оказывающих существенное влияние на обеспечение качества.

Основные изменения, основанные на ключевых положениях интегрированной модели системы менеджмента качества

Table 1

Key changes based on the key provisions of the integrated model of quality management system

Основные положения стандарта ИСО 9001:2015 The main provisions of ISO 9001:2015	Содержание изменений в системе менеджмента качества и системе общего менеджмента предприятия The content changes in the system of quality management and General management	Содержание изменений в системе организации производства и системе общего менеджмента предприятия The content changes in the system of production and General management
Введение нового понятия «среда организации» The introduction of the new concept of "environment organizations"	Рассматривается как совокупность внутренних и внешних факторов. Деятельность по управлению качеством предполагает анализ изменчивости данных факторов с учетом изменений интересов и потребностей всех сторон. Система менеджмента качества рассматривается как фактор внутренней среды Considered as a set of internal and external factors. Activities quality management involves the analysis of the variability of these factors with the changes of the interests and needs of all parties. The quality management system is seen as a factor of the internal environment	При разработке продуктов и организации процессов производства необходимо учитывать нестабильность условий организационной среды для стратегического планирования производства, анализа и оценки рисков, связанных с возможными отклонениями в процессах производства In the development of products and organization of production processes it is necessary to consider the instability of the conditions of organizational environments for strategic production planning, analysis and evaluation of risks related to possible deviations in manufacturing processes
Процессный подход является ключевой концепцией Process approach is a key concept	Процессный подход не применялся для менеджмента предприятия в целом. Для успешного функционирования предприятие должно определить и управлять многочисленными взаимосвязанными процессами и видами производственной деятельности The process approach was not used for the management of the whole enterprise. For the successful functioning of the enterprise must identify and manage numerous inter-related processes and production activities	Система организации производства рассматривается как совокупность взаимосвязанных процессов, управление которыми осуществляется на основе цикла PDCA, что позволяет обеспечивать и постоянно улучшать качество процессов и их результатов The system of production is seen as a set of interrelated processes that are managed based on the PDCA cycle, which allows providing and constantly improving the quality of processes and results.
Акцент на роли руководства The emphasis on the role of leadership	Руководитель – лидер (формальный и неформальный), полностью вовлеченный в управление качеством на всех уровнях управления, деятельность которого способствует раскрытию творческого потенциала персонала Head leader (formal and informal), are fully involved in quality management at all levels of government, the activity of which promotes the creative potential of the staff	Каждый работник является руководителем процесса, в котором участвует, и несет полную ответственность за качество осуществления процесса и качество его результата Every employee is a Manager of the process, in which participates, and is responsible for the quality of the process and the quality of its results
Принятие решений на основе оценки рисков Decision-making based on risk assessment	Расширение значения принципа управления качеством процессов на основе фактов. Предприятие должно определять риски и учитывать потенциальные возможности каждого процесса. Нацеливает на необходимость разработки системы управления рисками на всех этапах жизненного цикла продукции Extension of meaning of the concept of quality management processes based on facts. The company shall identify risks and potential opportunities of each process. Focuses on the need for the development of the risk management system at all stages of the product life cycle	Повышает эффективность предупредительных мероприятий и мероприятий по улучшению качества процессов производства, предполагает применение подхода, основанного на управлении рисками, связанными с не удовлетворенностью качеством процессов и продукции Increases the effectiveness of preventive measures and of measures to improve the quality of production processes, involves the use of an approach based on managing risks associated with the satisfaction with the quality of our products and processes
Новый ресурс – «контекст организации» New resource – "context of the organization"	Предполагает идентификацию внутренних и внешних факторов, влияющих на достижение поставленных целей и выработку мер по снижению риска Involves the identification of internal and external factors affecting the achievement of objectives and development of risk reduction measures	При организации процессов производства необходимо соизмерять компоненты внутреннего потенциала предприятия и изменение условий внешней среды. At the organization of the manufacturing processes required to tailor components of the internal potential of the enterprise and changing environmental conditions.

Усилен акцент на термине «знания организации» An increased emphasis on the term "knowledge organization"	Необходимо определять, накапливать и поддерживать в доступном состоянии знания, необходимые для обеспечения соответствия качества продукции установленным требованиям и ожиданиям заинтересованных сторон It is necessary to determine, accumulate and maintain in the available state of knowledge necessary to ensure that the quality of products with the requirements and expectations of stakeholders	Расширяет понятия компетентности и осведомленности персонала предприятия, а также заинтересованности в деятельности по обеспечению качества процессов производства Extends the concept of competence and awareness of personnel of the enterprise, and the interest in the activities of quality assurance of production processes
Расширение понятия «заинтересованная сторона» The extension of the concept of "interested party"	Потребители, поставщики, акционеры, партнеры, государство и другие стороны являются важными составляющими среды организации. Предприятие должно определять и осуществлять регулярный мониторинг требований, а также анализировать изменения условий, которые влияют на результаты работы Consumers, suppliers, shareholders, partners, government and other parties are important components of the environment of the organization. The company must determine and implement regular monitoring requirements, as well as to analyze changes of conditions that affect the results	При разработке и организации процессов производства необходимо факторы удовлетворенности персонала предприятия: условиями осуществления трудовых процессов, системой мотивации и уровнем самостоятельности в принятии решений по улучшению процессов In the design and organization of production processes necessary factors of employee satisfaction of the enterprise: the conditions for the implementation of labour processes, the system of motivation and levels of autonomy in decision making to improve processes

Фактически в большинстве случаев на практике речь идет о процессах, «относящихся к производству», начиная от закупки материалов и комплектующих и заканчивая доставкой продукции потребителю. Данное требование, как правило, приводит к кардинальным изменениям в технологиях и организации производства, гарантирующим устранение всех недостатков в процессах, которые существенно влияют на обеспечение качества продукции.

Таким образом, главной целью современной организации производства должно являться достижение качества результата. Данное заключение определяет, что с учетом требований стандарта ИСО для эффективной организации производства на предприятии необходимо:

- выделить существенные требования потребителя, т.е. сформулировать цели, по которым будет оцениваться производство;
- определить ресурсы, т.е. выявить надежных поставщиков и выдвинуть им требования к качеству;
- закрепить ресурсы за процессами, т.е. указать их перечень и критерии оценки качества;
- установить последовательность операций, направленных на преобразование ресурсов в продукцию, т.е. составить технологию производства;
- назначить «владельцев» процессов, т.е. установить их персональную ответственность за регулярное проведение проверок соответствия реальных процессов документированным требованиям к их качеству.

Приведенная последовательность действий раскрывает практическое содержание процессного подхода, который допускает описание процессов производства с различной степенью детализации.

В стандарте ИСО 9000:2015 сущность процессного подхода раскрывается в следующем положении: «последовательные и прогнозируемые результаты достигаются более эффективно и результативно, когда деятельность осознается и управляется как взаимосвязанные процессы, которые функционируют как согласованная система, при этом система менеджмента качества состоит из согласованной цепочки взаимосвязанных процессов» [4].

В разрезе данного положения, основной задачей организации производства, на наш взгляд, является разработка и постоянный мониторинг производственных процессов, обеспечивающих качество продукции. При этом необходимо установить и четко разделить производственные факторы на контролируемые (надежное функционирование оборудования, качество используемых материалов, компетентное выполнение производственных функций рабочими) и неконтролируемые, т.е. не зависящие от состояния элементов производственной среды предприятия. С учетом того, что производственная среда динамична, данные факторы должны контролироваться с целью оценки выполнения технологией заданных параметров производственных процессов и качественное выполнение работниками должностных инструкций.

Наряду с практическим содержанием применение процессного подхода имеет теоретическую основу, которую целесообразно рассмотреть в контексте изменения закономерностей организации производства, представленных в таблице 2.

Общей целью проводимых организационных изменений является обеспечение соответствия инфраструктуры и производственной среды характеристикам процессов и видов деятельности предприятия, концентрация внимания на решении социальных проблем для активизации человеческих ресурсов и повышения культуры и качества труда.

Реализация процессного подхода также нацеливает на необходимость построения цепочки взаимосвязанных процессов, организацию управления их протеканием в пространстве и во времени, организацию постоянного контроля «входов» и «выходов» процессов [9]. Данная совокупность действий ориентирует производство на обеспечение гарантии стабильности качества процессов, а также их результата - качества выпускаемой продукции.

Таблица 2
Обобщение изменений закономерностей организации производства в контексте содержания принципа процессного подхода

Table 2
Summary of changes in the patterns of organization of production in the context of the content of the principle of process approach

Формулировка закономерности The wording of the laws	Традиционное содержание Traditional content	Изменение в контексте процессного подхода The change in the context of the process approach
1. Соответствие организации производства целям системы менеджмента качества 1. The organization's compliance with the production objectives of the quality management system	Формирование организации производства происходит с учетом требований к наиболее полному использованию ресурсов, усилению творческого характера труда, создания организационных условий для реализации материальной заинтересованности работников в результатах производства The formation of the organization of production taking into account requirements of the fullest use of resources, enhance the creative nature of work, creation of organizational conditions for realization of a material interest of workers in results of production	Организация производства, нацеленного на достижение качества конечного результата с наименьшими затратами всех видов ресурсов, путем выделения из совокупности процессов наиболее экономически значимых Organization of production, aimed at achieving a quality end result with the lowest cost of all types of resources, through the allocation of a set of processes is the most economically important
2. Соответствие форм и методов организации производства характеристикам его материально-технического базиса 2. Compliance with forms and methods of production, characteristics of its material and technical basis	Содержание организации производства определяется особенностями и уровнем техники и технологии, что влечет изменения в содержании труда и квалификации работников. Предполагает адекватность уровня организации производства требованиям научно-технического прогресса The contents of organization of production determined by the characteristics and level of equipment and technology that involves a change in the content of the work and skills of workers. Involves the adequacy of the level of production to the requirements of scientific and technical progress	Организация производства в соответствии с всеобщим законом «возвышающихся потребностей» обуславливает постоянное развитие производительных сил, углубление разделения труда и связанных с ним процессов, форм организации производства. Предполагает интеграцию процессов по целям и результатам и содержание общих организационных условий их осуществления The organization of production in accordance with the universal law of "rising needs" makes continuous development of productive forces, the deepening division of labor and the associated processes, forms of organization of production. Involves the integration processes on objectives and results and the maintenance of the General organizational conditions for their implementation
3. Соответствие организации производства конкретным условиям и экономическим требованиям 3. Compliance organization of production specific conditions and economic requirements	Организация производства должна быть гибкой и адаптивной, способной быстро и с минимальными затратами перестраиваться на выпуск продукции, необходимой потребителю и требуемого уровня качества Production organization needs to be flexible and adaptive, able to quickly and with minimal cost to adjust to the output required by the customer and the required level of quality	Интеграция разных видов деятельности (технологии и процессов менеджмента) для достижения конкретных целей и концентрации необходимых ресурсов. При организации процессов необходимо выяснить, какие действия позволят предотвращать «ошибки», снижать затраты, уменьшить время производственного цикла и повысить предсказуемость результатов Integration of different activities (technology and management processes) for specific purposes and concentration of necessary resources. At the organization of the processes need to figure out what actions will prevent "errors", reduce costs, reduce cycle time and increase the predictability of results

4. Комплексность организации производства 4. The complexity of organization of production	Предполагает рассмотрение всех производственных процессов во взаимосвязи как единое интегрированное целое. Интегрируются основные производственные процессы, процессы технического обслуживания и материального обеспечения Involves consideration of all production processes in conjunction as a single integrated whole. Integrate the key business processes, maintenance processes, and material support	При организации производства учет предположения, что производственный цикл изготовления изделия состоит из связанных между собой процессов, характеристиками которых являются выходные и входные объекты, а также последовательность действий персонала в рамках каждого процесса. Классификация процессов осуществляется исходя из типа их выхода In the organization of production given the assumptions that the production cycle of the product consists of interconnected processes, the characteristics of which are the input and output objects, and the sequence of actions of the staff within each process. Classification of processes is based on the type of their release
5. Непрерывное улучшение организации производства 5. Continuous improvement of production organization	Переход от поэтапного к постоянному совершенствованию производства по мере изменения техники и технологии производства, квалификации кадров, характеристик продукции, а также общих целей и задач The transition from gradual to constant production improvement, as technology changes and production technology, skills, product characteristics, and the overall goals and objectives	Результаты процессов производства постоянно анализируются с целью установления возможностей непрерывного улучшения. Целью постоянных улучшений в организации производственных процессов должно быть обеспечение стабильности их протекания для обеспечения сопряженности (соответствия) качества «входов» и «выходов», т.е. качества результатов (выпускаемой продукции) The results of the production processes are constantly analyzed in order to establish opportunities for continuous improvement. The purpose of the continuous improvement in the organization of production processes should be to ensure the stability of their course for consistency (matching) the quality of the "inputs" and "outputs", i.e. the quality of the results (product)
6. Соответствие форм и методов организации производства требованиям к изменению характера и содержательности труда 6. Compliance with forms and methods of organizing production requirements to the changing nature and content of work	При выборе организационных форм и методов труда необходимо учитывать квалификационный и культурный уровень работников, стимулировать творческую активность и ориентироваться на гарантию занятости работников When choosing organizational forms and work practices necessary to take into account the qualification and cultural level of employees, to stimulate creativity and focus on job security employees	При организации трудовых процессов необходимо оценить их возможности по улучшению качества рабочей силы и увеличение выгоды от совершенствования процессов управления персоналом (наем, повышение квалификации, мотивация). Главными задачами являются установление ответственности работников за качество процессов и формирование организационной культуры предприятия In the organization of labour processes is necessary to evaluate their ability to improve the quality of the workforce and increasing the benefits from the improvement of personnel management processes (hiring, training, motivation). The main objectives are establishment of responsibility of employees for quality processes and organizational culture of the enterprise
7. Взаимное совершенствование структуры управления и характеристик организации производства 7. The mutual improvement of the management structure and characteristics of production organization	Производственная структура предприятия, методы организации находятся в постоянном движении, их изменения требуют адекватных перемен в структуре системы управления The structure of the enterprise, methods of organization are in constant motion, their changes require adequate changes in the structure of the control system	Создание организационных структур матричного типа с интегрированными органами управления, на которые возлагается ответственность за достижение поставленных целей в области качества. Временное использование проектных структур для решения возникших проблем в производстве. Переориентация с функционального управления на управление по результатам The creation of organizational structures matrix type with integrated controls, which are responsible for the achievement of objectives in the field of quality. Temporary use of the project structures to solve problems in production. The shift from functional management to performance management
8. Участие персонала в работах по организации производства 8. Staff participation in the works on organization of production	Связано с внедрением новых форм собственности, углубления внутрипроизводственных экономических отношений, перехода к самоуправлению и делегированию управленческих прав низовому звену Associated with the introduction of new forms of ownership, the deepening internal economic relations, transition to self-government and delegation of management rights at the lower levels	Предполагает участие всего персонала в процессах обеспечения качества. Одна из главных задач – вовлеченность руководства в принятие решений по обеспечению качества, начиная с ранних стадий производства; необходимость стимулирования работников к участию в процессах обеспечения качества продукции и труда на каждом рабочем месте и также к участию в командной работе при решении возникающих проблем в производстве Involves all personnel in the quality assurance processes. One of the main objectives is the involvement of leadership in decision making for quality assurance since the early stages of production; the need to encourage employees to participate in the quality assurance processes of production and labour at every work place and also to participate in team work in solving problems in production

Требования к интегрированной системе менеджмента качества являются и дополнительными требованиями к системе организации производства, разработка которой должна осуществляться на основе метода «риск-ориентированного мышления», обуславливающего необходимость постоянного анализа внутренних и внешних факторов, которые могут привести к появлению отклонений от запланированных результатов производственных процессов и нарушению качества продукции.

Следует также отметить, что в системах менеджмента качества и организации производства в целом важные изменения связаны с внедрением концепции «управления знаниями», обеспечивающей аккумуляцию знаний и умений всего персонала в информационные фонды, правильное формирование рабочих групп, команд и составов разработки и реализации инновационных проектов на предприятии.

Важным инструментом управления качеством процессов производства является методология Деминга – Шухарта, известной в теории всеобщего менеджмента качества как «цикл Деминга», применение которой предполагает осуществление следующих взаимосвязанных документированных процедур:

1. Планирование. Всякая деятельность должна планироваться, для этого необходимо установить цели системы и процессов, требуемые ресурсы для получения результатов в соответствии с требованиями потребителей и политикой организации, идентифицировать ответственность и полномочия;

2. Выполнение работ. Работа должна выполняться в соответствии с разработанным планом, должна сохраняться документированная информация, что позволит проводить соответствующие измерения;

3. Измерение. Положительный или отрицательный результат деятельности должен быть измерен в соответствии с установленными требованиями, для этого необходимо организовать мониторинг и измерять процессы, продукцию и услуги на соответствие политике, целям и требованиям, а также составлять отчёты по результатам;

4. Улучшение. Результаты измерений укажут на слабые места в части внедрения запланированного, на основе постоянного измерения и анализа результатов, проблемы могут быть своевременно устранены, а процессы — улучшены.

Необходимость постоянных улучшений в производственной системе Э. Деминг подчеркивает в книге «Выход из кризиса». «Нестабильность менеджмента планировать на будущее и предвидеть проблемы породила рост трудоемкости, потери материалов и машинного времени – все это увеличило затраты производителя и цену, которую должен платить потребитель» [5].

Реализация цикла PDCA позволяет организации обеспечить ее процессы необходимыми ресурсами, осуществлять их менеджмент, определять и реализовывать возможности для улучшения. Следует отметить, что методология «Цикл PDCA» является важным инструментом для внедрения инновационных программ, новых процессов производства, новой продукции и услуг, а также эффективным методом управления программами внутреннего аудита в системе менеджмента качества [4].

Систематический и независимый аудит качества является важнейшим инструментом диагностики результативности управления процессами и выявления возможностей их дальнейшего улучшения. Поскольку достижение целей в области качества и достижение удовлетворённости потребителей зависят от процессов, то программа аудита должна фокусироваться на этих процессах.

Таким образом, новая модель системы менеджмента качества является инновацией в области общего управления предприятием, способствующей расширению творчества сотрудников, их активного вовлечения во все области деятельности организации. Ключевые положения интегрированной системы менеджмента качества также нацеливают на необходимость внедрения изменений в систему организации производства, в частности:

- акцентирование внимания на принципе процессного подхода при проектировании процессов производства и управлении их качеством,

- усиление ответственности каждого работника за обеспечение и улучшение качества взаимосвязанных процессов,

- организацию регулярного мониторинга условий осуществления процессов для предотвращения рисков отклонений и нарушения качества,

- учет требований всех заинтересованных сторон при разработке и организации процессов производства.

Несмотря на явные преимущества, которые получают предприятия от применения новых положений системы менеджмента качества для совершенствования организации процессов производства и достижения устойчивого успеха в деятельности, следует проанализировать некоторые критические проблемы, наличие которых является сдерживающим фактором инновационного развития данной системы. В частности, как показывают исследования, на многих предприятиях основное внимание сосредоточено не на улучшении качества производственных процессов, а на обеспечении качества продукции, при этом мероприятия по устранению причин и предупреждению дефектов проводятся только в ответ на претензии потребителей. При этом для многих предприятий типична следующая ситуация:

- игнорируется необходимость постоянного совершенствования методов управления предприятием и процессов организации производства;

- отсутствует интерес персонала предприятия, выявляется выраженное сопротивление изменениям при применении основных положений новой модели системы качества;

- не организовано постоянное обучение персонала и не систематически проводятся квалификационные аудиты.

Изучение опыта различных промышленных предприятий позволило систематизировать наиболее часто встречающиеся трудности (недостатки) и разделить их на семь основных типов:

1) российские предприятия не имеют постоянной обратной связи со своими потребителями. Предприятия не определяют число своих потребителей, не стремятся заключить долговременные договоры на поставку, не мотивируют заинтересованность потребителей в обеспечении и улучшении качества. Так, в одном институте потребителем проектов является дирекция строящегося объекта. Дирекция не является потребителем проекта, ее потребности связаны со строительством завода, готового быстро выйти на проектную мощность по выпуску продукции. Потребителем проекта является строительная организация. Вывод - проектный институт не знает своего потребителя и отсутствует взаимосвязь между предприятиями.

Кроме того, многие предприятия используют посредников при организации сбыта продукции, при этом в договорах не учитываются требования конечного потребителя, что часто приводит к возникновению рекламаций. Значительная часть рекламаций возникает из-за отсутствия обратной связи с потребителем и посредниками. Вывод - система управления предприятием и система управления качеством не гармонизированы и не ориентированы на потребителя;

2) отсутствие обратной связи с поставщиками. Как показывают исследования, на многих заводах 90% рекламаций и претензий от потребителей вызваны низким качеством продукции поставщиков. Например, на одном из подмосковных заводов все 100% рекламаций, поступивших за год, перенаправлены в адрес поставщиков [6]. Вывод - на многих предприятиях не организована деятельность поставщиков в части обеспечения качества поставок, создания и поддержания должных условий эксплуатации продукции;

3) отсутствие обратной связи с персоналом. Причиной данной проблемы является неэффективная система информационной поддержки, что влечет за собой несвоевременное информирование работников разных уровней управления и различных производственных подразделений о внедряемых изменениях. Однако руководители предприятий не считают проблему «неинформированности» работников серьезной и не предпринимают действий для ее решения.

Данная проблема также приводит к низкой вовлеченности и заинтересованности руководства в совершенствовании деятельности и улучшении качества процессов производства;

4) сегодня на предприятиях сохраняется жесткая иерархия власти, которая отрицательно влияет на самостоятельность руководителей разных уровней при принятии решений по совершенствованию процессов. Матрицы ответственности разрабатываются на формальной основе и не способствуют правильному и глубокому пониманию принципа всеобщей ответственности за качество процессов производства. Ответственность топ-менеджеров четко не определена, ответственность за брак несут рядовые сотрудники, прежде всего, производственные рабочие. Вывод - отсутствие правильной идентификации ответственности за качество результатов у различных категорий работников делает проблематичным решение задач постоянного улучшения качества выпускаемой продукции;

5) оценка и анализ эффективности системы управления качеством производится эпизодически. Внутренние аудиты систем качества проводятся там, где почти невозможно найти причины реальных несоответствий. Так как 99% причин несоответствий на предприятиях располагается в пространстве между функциональными подразделениями, то проведение внутренних проверок внутри этих подразделений позволяет отыскать и ликвидировать максимум проблем [7].

Важным аспектом является то, что руководители предприятий и их подразделений не заинтересованы в принципиальных изменениях организационной структуры управления. На многих предприятиях для решения текущих проблем в области качества создаются временные проектные группы, часто включающие некомпетентных работников. Матрица ответственности, построенная на принципах функциональных отделов, не выполняет своей роли повышения управляемости предприятия, как и внутренние аудиты систем качества. В такой матрице плохо идентифицированы взаимоотношения между руководителями различных подразделений предприятия. Вывод - системы управления предприятием не могут быстро адаптироваться к изменениям при внедрении новых положений системы международных стандартов по качеству;

6) дублирование полномочий и функциональной ответственности. Дублирование является основной хронической характеристикой российских систем управления предприятием и организации производства, что существенно ограничивает их гибкость. Многие заводы имеют устаревшие дублированные производства, которые полностью аналогичны другим отраслевым предприятиям и, как правило, убыточны. Тем не менее, их сохраняют, не обращая внимания на экономические аспекты

и не учитывая принципы делегирования и идентификации ответственности. В качестве положительного примера можно привести опыт японских предприятий, которые постоянно пересматривают свои принципы управления на основе системного управления качеством;

7) формальное внедрение систем управления качеством. Как показывают исследования, на российских предприятиях разработаны и сертифицированы системы менеджмента качества на соответствие требованиям стандартам по ИСО 9001:2008. Документирование систем качества любой ценой приводит к тому, что функционирование системы качества неэффективно, а внедрение «документированной системы» приводит к сопротивлению персонала предприятия. Вывод - формальное внедрение систем качества связано с неправильным использованием и с непониманием работниками принципов и положений системы стандартов по качеству, а также сопротивлением персонала изменениям, связанным «дополнительной» ответственностью за качество процессов производства.

Заключение

Таким образом, проведенные исследования позволяют выделить следующие ключевые организационные и управленческие проблемы:

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ ИСО 9004:2009. Менеджмент для достижения устойчивого успеха организации. Подход на основе менеджмента качества. М.: Стандартинформ, 2011.
2. ГОСТ ИСО 9001:2015. Система менеджмента качества. Требования. М.: Стандартинформ, 2015.
3. ГОСТ Р ИСО 9000-2015 Система менеджмента качества. Основные положения и стандарт. М.: Стандартинформ, 2015.
4. ISO 31000 - 2009. Risk Management - Principles And Guidelines.
5. Анискин Ю.П., Кривякин К.С., Шмырева М.Б., Тиньгаев А. М. Механизм организации и сбалансированного планирования деятельности научно-промышленных кластеров // Организатор производства. 2013. № 2 (57). С. 38-44.
6. Каблашова И.В., Цуканова А.А. Методология всеобщей ответственности за качество: теория, методы и инструментарий использования на предприятии: Монография. Воронеж: ФГБОУ ВПО ВГУ, 2011. 193 с.
7. Каблашова И.В. Теория и методы обеспечения качества процессов производства. Монография. Воронеж: Воронеж. гос. техн. ун-т, 2005. 173 с.
8. Краснова В.М. Методология применения процессного подхода (Опыт практической реализации) // Стандарты и качество. 2013. №6. С. 22-28.
9. Саликов, Ю.А. Анализ научно-методических подходов к изучению и совершенствованию менеджмента // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Экономика и управление. 2004. № 2. С. 179-184.

- на предприятиях излишне жестко нормирована и стандартизирована деятельность в области обеспечения и улучшения качества процессов производства,

- управление предприятием осуществляется не на основе принципов системы тотального менеджмента качества, а на основе иерархии организационной структуры,

- формально идентифицирована ответственность за качество процессов производства, не эффективна система информационной поддержки условий функционирования системы менеджмента качества,

- при организации производства не учитываются принципиальные положения новой модели системы управления качеством.

Решения данных проблем следует рассматривать в качестве направлений совершенствования организации и управления производством в свете новых требований. Разработка и внедрение результативной и эффективной системы менеджмента качества на основе положений стандарта ИСО 9001:2015 является важным системным механизмом совершенствования организации процессов производства с учетом внутренних резервов, а также эффективным методом повышения конкурентоспособности предприятия.

10. Хорев А.И., Саликов Ю.А., Дмитриева Л.Н. Институциональный менеджмент промышленного предприятия и его инструментарий. Монография. Воронеж, 2009. 148 с.

REFERENCES

1. GOST ISO 9004:2009. Managing for the sustained success of an organization. The approach of quality management. Moscow, Standartinform Publ., 2011. (In Russian).
2. GOST ISO 9001:2015. The quality management system. Requirements. Moscow, Standartinform Publ., 2015. (In Russian).
3. GOST R ISO 9000-2015 the quality management System. General provisions and standard. Moscow, Standartinform Publ., 2015. (In Russian).
4. ISO 31000 - 2009. Risk Management - Principles And Guidelines.
5. Aniskin Yu. P., Crevatin K. S., Shmyreva M. B., Tangaev A. M. Mechanism of organization and balanced planning of activities of scientific-industrial clusters. *Organizator proizvodstva* [Production Manager]. 2013, no. 2 (57). pp. 38-44. (In Russian).
6. Kalachova I.V., Tsukanov A.A. *Metodologiya vseobshchej otvetstvennosti za kachestvo teoriiya metody i instrumentarij ispolzovaniya na predpriyatii* [Methodology General liability: theory, methods and tools use in the enterprise: Monograph]. Voronezh, VSTU FGOUVPO, 2011., 193 p. (In Russian).

7. Kalachova I. V. *Teoriya i metody obespecheniya kachestva processov proizvodstva* [Theory and methods of quality assurance of production processes: Monograph]. Voronezh: Voronezh. GOS. tehn. Univ, 2005, 173 p. (In Russian).

8. Krasnov V. M. Methodology for applying the process approach (implementation). *Standarty i kachestvo*. [Standards and quality]. 2013, no. 6, pp. 22-28. (In Russian).

9. Salikov Yu. A. Analysis of scientific-methodological approaches to the study and improvement of management. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya Ekonomika i upravlenie*. [Herald of the University. Series: Economy and management]. 2004, no. 2, pp. 179-184. (In Russian).

10. Horev A. I., Salikov Yu. A., Dmitrieva L. N. Institutional management of an industrial enterprise and its tools. Monograph. Voronezh, 2009, 148 p.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Юрий А. Саликов д. э. н. профессор, кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия, saural@rambler.ru

Ирина В. Каблашова д. э. н. профессор, кафедра экономики и управления на предприятии машиностроения, Воронежский государственный университет, Московский проспект, 14, г. Воронеж, 394026, Россия, kablashowa@yandex.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Yuri A. Salikov doctor of economical sciences, professor, economic security and financial monitoring department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia, saural@rambler.ru

Irina V. Kablashova doctor of economical sciences, professor, economy and management at the mechanical engineering enterprise department, Voronezh State Technical University, 14, Moskovsky Avenue, Voronezh, Russia, 394026, kablashowa@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Юрий А. Саликов написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

Ирина В. Каблашова консультация в ходе исследования

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

CONTRIBUTION

Yuri A. Salikov wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Irina V. Kablashova consultation during the study

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

ПОСТУПИЛА 03.11.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 25.11.2016

RECEIVED 11.3.2016

ACCEPTED 11.25.2016