ISSN 2226-910X

Вестник

Воронежского государственного УНИВЕРСИТЕТА ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ



2016

№ 3

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, № 3 (69)

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), **БД AGRIS** [ФАО ООН] (http://agris.fao.org/) – выборочно, **ЭБС Лань** (www.e.lanbook.com/journal/element.php?pl10_cid=227&pl10_id=2217)

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 КСЕНОФОНТОВИЧ 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, 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)

ПАНФИЛОВ 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. Gorbatov", State Scientific Institution All-Russian Research Institute of Meat Industry named after V.M. Gorbatov 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 ОЛЬГА 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'Акуила (Аквила, Италия)

ДОРМЕКШИН 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'Акуила (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 GENNADII VLADISLAVOVICH 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
SHISHATCKII 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 ГЕРМАНОВИЧ 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 GENNADII VIACHESLAVOVICH 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 IURII FEDOROVICH 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

ГРИГОРОВ ВАСИЛИЙ СТЕПАНОВИЧ доктор технических наук, профессор, профессор 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 ГАЛИНА 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

GRIGOROV VASILII STEPANOVICH doctor of Technical Sciences, Prof., 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 имущественным 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, 19
тел./факс: (473) 255-37-16

Сдано в набор 29.08.2016. Подписано в печать 05.09.2016.
Формат 70×100 1/8.
Усл. печ. л. 37 Тираж 1500 экз. Заказ. С. 430 .
Цена – свободная.

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

CONTENTS

СОДЕРЖАНИЕ

PROCESSES AND APPARATUSES OF FOOD ENGINEERING

Magomedov G.O., Kochetov V.K., Smirnykh A.A., Saranov I.A. Dynamic viscosity study of barley malt and chicory concentrates 11

Alekseev G.V., Karpov M.O., Leu A.G., Shariati M.A. Analysis of efficiency discrete covering worker organ when clearing vegetable raw material 18

Ponedelchenko A.A. The influence of ultrasound on wine and wine materials acidity during clarification process in tubular membrane filters 26

Andreev N.R., Lukin D.N., Kholmyanskii Yu.A., Karpenko T.R. Improvement of hydrocyclone installations for starch production lines 30

Ershov M.A., Ershov A.M., Grokhovskii V.A. Calculation of the relaxation processes during dehydration of fish 37

Makarova N.V., Valiulina D.F., Stulin V.V., Pravdin A.A. Multi-criteria optimization of heating directly squeezed apple juice with the maximum antioxidant activity 44

Shumanova M.V., Fatykhov Yu.A., Shumanov V.A. TThe behavior of the diffusion coefficients in salting of herring in a fixed brine at subzero temperatures 49

Antipov S.T., Shakhov A.S. Modelling of the granular products vacuum freeze-dried process 56

Shentsova E.S., Lytkina L.I., Apalikhina O.A., Muravev A.S. Mixing process in the preparation of feed pellets at technological conditions rational parameters choice 61

Shevtsov A.A., Drannikov A.V., Ponomarev A.V., Shabunina E.A. Current trends for improving the design of membrane devices for photoautotrophic biosynthesis is light dependent microorganisms 68

Antipov S.T., Nesterov D.A. The mathematical description of the process of drying the grain of millet in the device with active hydromechanical mode 77

INFORMATION TECHNOLOGIES, MODELLING AND CONTROL

Menshutina N.V., Safarov R.R., Vorobeva E.S., Guseva E.V. Modeling of hydrodynamic in hollow fiber membrane bioreactor for mammalian cells cultivation 82

Chertov E.D., Skrypnikov A.V., Budanov A.V., Kotov G.I. The system of computer simulation and organizational management of large enterprises activity 88

Tikhomirov S.G., Karmanova O.V., Pyatakov Yu.V., Maslov A.A. The software package for solving problems of mathematical modeling of isothermal curing process 93

ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Магомедов Г.О., Кочетов В.К., Смирных А.А., Саранов И.А. Исследование динамической вязкости концентратов ячменного солода и цикория 11

Алексеев Г.В., Карпов М.О., Леу А.Г., Шариати М.А. Анализ эффективности дискретных покрытий рабочих органов при очистке растительного сырья 18

Понедельченко А.А. Влияние ультразвука на кислотность вина и виноматериалов в процессе осветления в трубчатых мембранных фильтрах 26

Андреев Н.Р., Лукин Д.Н., Холмянский Ю.А., Карпенко Т.Р. Совершенствование гидроциклонных установок для линий производства крахмала 30

Ершов М.А., Ершов А.М., Гроховский В.А. Расчет процессов релаксации при обезвоживании рыбы 37

Макарова Н.В., Валиулина Д.Ф., Стулин В.В., Правдин А.А. Многокритериальная оптимизация процесса термической обработки яблочного сока прямого отжима с максимальным антиоксидантным действием 44

Шуманова М.В., Фатыхов Ю.А., Шуманов В.А. Поведение коэффициентов диффузии при посоле сельди в неподвижном тузлуке в области отрицательных температур 49

Антипов С.Т., Шахов А.С. Моделирование процесса вакуум-сублимационной сушки гранулированных продуктов 56

Шенцова Е.С., Лыткина Л.И., Апалихина О.А., Муравьев А.С. Выбор рациональных параметров технологических условий процесса смешивания при получении кормовых брикетов 61

Шевцов А.А., Дранников А.В., Пономарев А.В., Шабунина Е.А. Современные тенденции совершенствования конструкций пленочных аппаратов для фотоавтотрофного биосинтеза светозависимых микроорганизмов 68

Антипов С.Т., Нестеров Д.А. Математическое описание процесса сушки зерна проса в аппарате с активным гидромеханическим режимом 77

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, МОДЕЛИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ

Меньшутина Н.В., Сафаров Р.Р., Воробьёва Е.С., Гусева Е.В. Моделирование гидродинамики потоков в половолоконном мембранном биореакторе для культивирования клеток млекопитающих 82

Чертов Е.Д., Скрыпников А.В., Буданов А.В., Котов Г.И. Система компьютерного и имитационного моделирования организационного управления деятельностью крупных предприятий 88

Тихомиров С.Г., Карманова О.В., Пятаков Ю.В., Маслов А.А. Программный комплекс для решения задач математического моделирования процесса изотермической вулканизации 93

Chertov E.D., Skrypnikov A.V., Budanov A.V., Kotov G.I. Justification of computational methods to ensure information management systems 100
Nekrasova N.N., Kabulova E.G., Maslov A.A. Mathematical modeling of the processes of estimating reserves of iron ore raw materials in conditions of uncertainty 105
Chertov E.D., Skrypnikov A.V., Budanov A.V., Kotov G.I. Mathematical methods of modeling research of the principles of technical systems 110
Kochegarov A.V., Plaksitskii A.B., Denisov M.S., Saiko D.S. Mathematical model of optimizing the arrival of fire units with the use of information systems for monitoring transport logistics of Voronezh city 116

Podvalny S.L., Vasiljev E.M. Biodiversity and models of evolution 123
Chertov E.D., Spiridonov E.G., Akulov I. Yu., Avtsinov I.A. Development algorithm operation of multicomponent system to support decision-making in assessing the reliability of air separation plants 128

Chertov E.D., Lukanin A.A., Ovchinnikov A.I., Avtsinov I.A. Mathematical modeling of the impact of external influences on the temperature behavior of the internal combustion engine oils and transmission components 135
Chertov E.D., Akulov I. Yu., Spiridonov E.G., Avtsinov I.A. Features of applying systems approach for evaluating the reliability of cryogenic systems for special purposes 144

FOOD BIOTECHNOLOGY

Shalisko I.V., Dmitrichenko M.I., Pelenko V.V., Shakhov S.V. Changes in consumer properties of bracken using different storage methods 151

Kharitonov D.V., Dobriyan E.I., Il'ina A.M. Study of microbiological background of herbal ingredients and dairyvegetable compositions 159
Ponomarev A.N., Melnikova E.I., Stanislavskaia E.B., Korotkov E.G. The nfluence of microparticulate on acid coagulation of milk proteins in curd manufacture 164
Mirgorodskaya A.G., Tatarchenko I.I. Cigarettes production based on flavored sauced tobacco blend 170

The effect of natural antioxidants on the rate of accumulation of oxidation products in the fat phase of butter cream 178
Don T.A., Mirgorodskaya A.G., Bedritskaya O.K. Recycling of tobacco wastes after tobacco products manufacturing 184
Nikolyuk O.I. Influence of ultrasonic drying method on the quality of pasta with liver 189
Kanarskaya Z.A., Khuzin F.K., Ivleva A.R., Gematdinova V.M. Trends in the development of confectionery technology 195
Ananskikh V.V., Shleina L.D. About a theoretical yield of glucose from starch 205
Chekina M.S., Meledina T.V. Development of oats syrup technology 210

Чертов Е.Д., Скрыпников А.В., Буданов А.В., Котов Г.И. Обоснование вычислительных методов обеспечения информационных систем управления 100
Некрасова Н.Н., Кабулова Е.Г., Маслов А.А. Моделирование процессов оценки запасов железорудного сырья в условиях неопределенности 105
Чертов Е.Д., Скрыпников А.В., Буданов А.В., Котов Г.И. Математические методы моделирования поиска принципов действия технических систем 110
Кочегаров А.В., Плаксицкий А.Б., Денисов М.С., Сайко Д.С. Математическая модель оптимизации прибытия пожарного подразделения с использованием информационных систем мониторинга транспортной логистики города Воронежа 116

Подвальный С.Л., Васильев Е.М. Биологическое разнообразие и модели эволюции 123
Чертов Е.Д., Спиридонов Е.Г., Акулов И.Ю., Авцинов И.А. Разработка алгоритмов функционирования мультиагентной системы поддержки принятия решений по оценке надежности блока разделения воздуха воздухоразделительных установок 128

Чертов Е.Д., Луканин А.А., Овчинников А.И., Авцинов И.А. Математическое моделирование влияния внешних воздействий на температурные показатели масел двигателя внутреннего сгорания и элементов трансмиссии 135
Чертов Е.Д., Акулов И.Ю., Спиридонов Е.Г., Авцинов И.А. Особенности применения системного подхода для оценки надежности криогенных систем специального назначения 144

ПИЩЕВАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ

Шалиско И.В., Дмитриченко М.И., Пеленко В.В., Шахов С.В. Изменения потребительских свойств папоротника-орляка при использовании разных методов хранения 151

Харитонов Д.В., Добриян Е.И., Ильина А.М. Исследование микробиологического фона растительных ингредиентов и растительно-молочных композиций 159
Пономарев А.Н., Мельникова Е.И., Станиславская Е.Б., Коротков Е.Г. Влияние микропартикулята на кислотную коагуляцию белков молока при производстве творога 164
Миргородская А.Г., Татарченко И.И. Производство сигарет на основе ароматизированной соусированной табачной мешки 170

Воронина М.С., Макарова Н.В. Влияние природных антиокислителей на интенсивность накопления продуктов окисления в жировой фазе сливочного крема 178
Дон Т.А., Миргородская А.Г., Бедрицкая О.К. Перспективы использования вторичных сырьевых ресурсов при изготовлении табачных изделий 184
Николюк О.И. Влияние ультразвукового способа сушки на качество макаронных изделий с печенью 189
Канарская З.А., Хузин Ф.К., Ивлева А.Р., Гематдинова В.М. Тенденции развития технологии кондитерских изделий 195
Анананских В.В., Шлеина Л.Д. О теоретическом выходе глюкозы из крахмала 205
Чекина М.С., Меледина Т.В. Разработка технологии зернового сиропа из овса 210

FUNDAMANTAL AND APPLIED CHEMISTRY, CHEMICAL TECHNOLOGY

D'yachenko Yu.A., Tsikunib A.D. Analytical importance of determination of lipase activity for the express analysis of contamination by heavy metals of sunflower seeds **218**

Kuchmenko T.A., Poryadina D.A., Shuba A.A. Forecast of the direction changes of meat products odor in the development of new recipes according to the results of "electronic nose" data treatment with chemometric methods **223**

BIOTECHNOLOGY, BIONANATECHNOLOGY AND SUGAR PRODUCTS TECHNOLOGY

Ageev V.V., Fedoruk V.A., Matvienko N.A. Safety of life activity and environmental friendliness in beet processing department of a beet-sugar factory **234**

Putilina L.N., Kulneva N.G., Selivanova G.A., Zemlyanukhina O.A. Technological scoring of sugar beets which were infected by the pathogen of the vascular bacteriosis during vegetation period **239**

Belyaeva L.I., Labuzova V.N., Ostapenko A.V., Skripko E.M. Methodological aspects of the integration of technological processing aids in the process stream of beet sugar production **247**

ECONOMICS AND MANAGEMENT

Salikov Yu.A., Kuldoshina E.O. Monitoring of innovative environment of regional industrial enterprises **252**

Khorev A.I. Economic security of law enforcement agencies in the context of the priorities of socio-economic development and the new national security strategy of the Russian Federation **260**

Ermakov A.O. Development of strategic cooperation of higher school and industrial enterprises to promote innovative development **268**

Sabetova T.V. Individual competitiveness within the labor market: essence and classification of its elements **274**

Korotitskaya V.V., Timirgaleeva R.R. Status and assessment of risks at the enterprises of industrial complex of the Northern region of the Crimea **283**

Zimakova L.A., Nazarenko D.V. Certain aspects of the accounting of the bank guarantee at the principal and the beneficiary **290**

Sklyarov A.E., Glebanova A. Yu. Innovative activity of high-technology companies as assessment and forecasting object **296**

Uvarova O.V., Shakhvatova S.A. Rates of credit obligations compliance on IFRS financial statement as a factor of financial stability **300**

Babak L.N., Khegay E.V., Filatkina I.D., Filatkina M.D. Innovation activity of scientists as a factor in the development of academic entrepreneurship in Russia **305**

ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ И ПРИКЛАДНАЯ ХИМИЯ, ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Дьяченко Ю.А., Цикуниб А.Д. Аналитическая значимость определения активности липазы для экспресс-анализа контаминации тяжелыми металлами семян подсолнечника **218**

Кучменко Т.А., Порядина Д.А., Шуба А.А. Прогнозирование направления изменения запаха мясных изделий при разработке новых рецептур по результатам обработки данных «электронного носа» хемометрическими методами **223**

БИОТЕХНОЛОГИЯ, БИОНАНОТЕХНОЛОГИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ САХАРИСТЫХ ПРОДУКТОВ

Агеев В.В., Федорук В.А., Матвиенко Н.А. Безопасность жизнедеятельности и экологичность в свекло-перерабатывающем отделении сахарного завода **234**

Путилина Л.Н., Кульнева Н.Г., Селиванова Г.А., Землянухина О.А. Технологическая оценка сахарной свеклы, инфицированной возбудителями сосудистого бактериоза в период вегетации **239**

Беляева Л.И., Лабузова В.Н., Остапенко А.В., Скрипко Е.М. Методические аспекты интегрирования технологических вспомогательных средств в технологический поток производства свекловичного сахара **247**

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

Саликов Ю.А., Кулдошина Е.О. Мониторинг инновационной среды регионального промышленного предприятия **252**

Хорев А.И. Обеспечение экономической безопасности правоохранительными органами в контексте приоритетов социально-экономического развития и новой стратегии национальной безопасности Российской Федерации **260**

Ермаков А.О. Совершенствование форм стратегического партнерства высших учебных заведений и промышленных предприятий в рамках стимулирования инновационного развития **268**

Сабетова Т.В. Личная конкурентоспособность на рынке труда: сущность и классификация составляющих элементов **274**

Коротицкая В.В., Тимиргалеева Р.Р. Состояние и оценка рисков предприятий промышленного комплекса Северного региона Крыма **283**

Зимакова Л.А., Назаренко Д.В. Отдельные аспекты учета банковской гарантии у принципала и бенефициара **290**

Скляров А.Е., Глебанова А.Ю. Инновационная деятельность наукоёмких предприятий как объект оценки и прогнозирования **296**

Уварова О.В., Шахватова С.А. Коэффициенты соблюдения условий кредитных обязательств компании по отчетности МСФО как фактор финансовой стабильности **300**

Бабак Л.Н., Хегай Е.В., Филаткина И.Д., Филаткина М.Д. Инновационная активность ученых как фактор развития академического предпринимательства в России **305**

Afanasiev V.A., Dzhabaev Yu.A. Production and usage efficiency estimation of expanded mixed fodders **313**

Ovchinnikova T.I., Titova N.N. Financial mechanisms and social safety-oriented model of development of the Russian economy (based on import substitution and innovation) **321**

Banin S.A. Evaluation of extrapolation methods for actual state expenditures on health care in Russian Federation **327**

Kupchinskii A.V., Epifanova T.V. The complex of measures on inclusion of small businesses in innovation clusters **332**

Armashova-Telnik G.S. Some approaches to the effective functioning of models of company social infrastructure system **339**

Rakhaev Kh.M., Shakhmurzova A.V., Uyanaeva Kh.B. Empirical trends at the regional agro-food market and regional food strategy of import substitution: status and parity in the constituent entities of the NORTCFD **343**

Vyborova E.N. The analysis of monetary movement of Russian Federation on the present stage of development and in the historical context **350**

Paristova L.P., Nazrin Tengiz kyza Karimli The content and features of transport servicing of region economy **355**

Pustynnikova E.V., Baklushinskii V.V. Prospective directions of information and communication systems and technologies development in logistics **360**

Mukhtarova K.I. The Import Substitution Via the Realization of the Cluster Initiatives in the Region **366**

Zubarev A.A., Glukhova M.G., Makovetskaya E.G. Systematization of the risk factors of oil and gas companies **370**

Kolesnik E.A. The labor market of the Russian Federation and prospects of its development in import-substituting production **375**

Khorev A.I., Padalkin V. Yu., Prygunkov A.M. Analysis of the level and dynamics of financial results of MIC enterprises according to financial statements **385**

Kal'chenko O.A. The model of sustainable socio-economic development of the national economy **389**

Khorev A.I., Padalkin V. Yu., Prygunkov A.M., Bukreev A.M. Evaluating the effectiveness of the use of fixed assets defense enterprises (by the example of JSC "Concern 'Sozvezdie'") **395**

Suvorov N.S. Crowdfunding as alternative financial resource for small business **401**

Makarov V.V., Mokhov A.S. Cooperative network structures as innovative form of interaction between members of major projects **404**

Zakirova E.R. Institutional reforms in the system of regulation of capital movements when stimulated import substitution **408**

Ovchinnikova T.I., Markov A.B., Duvanova Yu.N. About essence of the "strategic competitiveness" concept **417**

Афанасьев В.А., Джабаев Ю.А. Оценка эффективности производства и использования экспандированных комбикормов **313**

Овчинникова Т.И., Титова Н.Н. Финансовые механизмы безопасности социально-ориентированной модели развития экономики РФ (на основе импортозамещения и внедрения инноваций) **321**

Банин С.А. Оценка методов экстраполяции фактических государственных расходов на здравоохранение в Российской Федерации **327**

Купчинский А.В., Епифанова Т.В. Комплекс мер по включению малых бизнес-структур в инновационные кластеры **332**

Армашова-Тельник Г.С. Некоторые подходы к эффективному функционированию моделей системы социальной инфраструктуры предприятий **339**

Рахаев Х.М., Шахмурзова А.В., Уянаева Х.Б. Эмпирические тенденции на региональном агропродовольственном рынке и региональные стратегии продовольственного импортозамещения: состояние и соотношение в субъектах СКФО **343**

Выборова Е.Н. The analysis of monetary movement of Russian Federation on the present stage of development and in the historical context **350**

Паристова Л.П., Назрин Тенгиз кызы Каримли Содержание и особенности транспортного обслуживания экономики региона **355**

Пустынникова Е.В., Баклушинский В.В. Перспективные направления развития информационно-коммуникационных систем и технологий в логистике **360**

Мухтарова К.И. Решение задач импортозамещения в рамках реализации кластерных инициатив на региональном уровне **366**

Зубарев А.А., Глухова М.Г., Маковецкая Е.Г. Систематизация факторов риска деятельности нефтегазодобывающих предприятий **370**

Колесник Е.А. Рынок труда Российской Федерации и перспективы его развития в импортозамещающем производстве **375**

Хорев А.И, Падалкин В.Ю., Прыгунков А.М. Анализ уровня и динамики финансовых результатов предприятий ОПК по данным финансовой отчетности **385**

Кальченко О.А. Модель устойчивого социально-экономического развития народного хозяйства **389**

Хорев А.И, Падалкин В.Ю., Прыгунков А.М., Букреев А.М. Оценка эффективности использования основных производственных фондов оборонных предприятий (на примере АО «Концерн «Созвездие») **395**

Суворов Н.С. Краудное финансирование как альтернативный источник финансового обеспечения предприятий малого бизнеса **401**

Макаров В.В., Мохов А.С. Кооперационные сетевые структуры как инновационная форма взаимодействия участников крупных проектов **404**

Закирова Э.Р. Институциональные преобразования в системе регулирования движения капитала при стимулировании импортозамещения **408**

Овчинникова Т.И., Марков А.В., Дуванова Ю.Н. О сущности понятия «стратегическая конкурентоспособность» **417**

Оригинальная статья/Original article
УДК 532.133
DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-11-17

Исследование динамической вязкости концентратов ячменного солода и цикория

Газибег О. Магомедов, [1] mgazibeg@mail.ru
Владимир К. Кочетов, [2] kond_kub@mail.ru
Александр А. Смирных, [3] ucheba-a.a.smirnykh@mail.ru
Игорь А. Саранов [1] mr.saranov@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 технологии хранения и переработки растениеводческой продукции, Куб-й гос. агр. ун-т ул. Калинина, 13, г. Краснодар, 350044, Россия
[3] кафедра технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Реферат. Целью исследования является поиск оптимальных условий диспергирования и последующей дегидратации жидких пищевых сред в камере форсуночной распылительной сушки на основе изучения изменения их динамической вязкости в зависимости от температуры, градиентов скоростей и содержания сухого остатка. В качестве объектов исследования были использованы концентраты жаренного цикория и солодового ячменя с содержанием сухого остатка 20, 40, 60 и 80%. Исследования динамической вязкости проводились на измерительном комплексе, основанном на ротационном вискозиметре Rheotest II, аналогово-цифровом преобразователе, модуле Laurent и персональном компьютере с уникальным программным обеспечением, позволяющим фиксировать в режиме реального времени (не только на ленточном самописце, но и в виде графических файлов) характер изменения вязкостных характеристик концентратов. Регистрация изменения динамической проводилась при изменении градиентов скоростей сдвига от 1,0 c^{-1} до 27,0 c^{-1} и температурах термостатирования продуктов: 35, 55, 75 ˚С. В предлагаемой статье, излагаются как принципы работы комплекса, так и методика проведения исследований. Результаты исследований представлены в виде графических зависимостей эффективной вязкости от градиента скорости сдвига и кривых течения (зависимостей касательных напряжений от градиента скорости), по которым определены режимы течения, найдены оптимальные режимы концентратов диспергирования в камеры распылительных сушилок при получении порошкообразных полуфабрикатов и инстантировании: содержание сухого остатка - 40 %, температура концентрата - 75 ˚С, градиент скорости в канале пневматической форсунки не менее 20 c^{-1}.

Ключевые слова: вязкость, реология, вискозиметр, распылительная сушка.

Dynamic viscosity study of barley malt and chicory concentrates

Gazibeg O. Magomedov, [1] mgazibeg@mail.ru
Vladimir K. Kochetov, [2] kond_kub@mail.ru
Aleksandr A. Smirnykh, [3] ucheba-a.a.smirnykh@mail.ru
Igor A. Saranov [1] mr.saranov@mail.ru

[1] bakery, confectionery, pasta and grain processing technology industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia
[2] crop production storage and processing technology department, Kuban State Agrarian University, st. Kalinina, 13, Krasnodar, 350044, Russia
[3] fat technology, processes and apparatuses of chemical and food industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia

Summary. The purpose of research is to find optimal conditions for dispersing and subsequent dehydration of liquid food environments in the nozzle spray drying chamber through the study of dynamic changes in viscosity according to temperature, velocities gradients and dry residue content. The objects of study were roasted chicory and malt barley concentrates with dry residue content of 20, 40, 60 and 80%. Research of dynamic viscosity were carried out at the measuring complex based on the rotational viscometer Rheotest II, analog-to-digital converter, module Laurent and a personal computer with a unique software that allows to record in real time (not only on a tape recorder, but also in the form of graphic files) the behavior of the viscosity characteristics of concentrates. Registration of changes of dynamic viscosity was carried out at a shear rate gradient from 1,0 c^{-1} to 27,0 c^{-1} and the products temperature thermostating : 35, 55, 75˚ C. The research results are presented in the form of graphic dependences of effective viscosity on shear rate and flow curves (dependencies of shear stresses on the velocity gradient), which defined flow regimes, the optimal modes of dispersion concentrates into spray dryer chambers in obtaining of powdered semi-finished products and instanting were found: dry residue content - 40 %, concentrate temperature - 75 ˚С, velocity gradient in the air channel of the nozzle at least 20 c^{-1}

Keywords: viscosity, rheology, viscometer, spray drying.

Для цитирования
Магомедов Г. О., Кочетов В. К., Смирных А. А., Саранов И. А. Исследование динамической вязкости концентратов ячменного солода и цикория // Вестник ВГУИТ. 2016. № 3. С. 11–17. doi:10.20914/2310-1202-2016-3-11-17

For citation
Magomedov G. O., Kochetov V. K., Smirnykh A. A., Saranov I. A. Dynamic viscosity study of barley malt and chicory concentrates. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 3. pp. 11–17. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-3-11-17

Введение

На сегодняшний день современная пищевая промышленность активно производит и использует быстрорастворимые порошкообразные полуфабрикаты, которые получают путём сушки концентратов, экстрактов и смесей.

Большой популярностью у потребителей пользуются быстрорастворимые напитки на основе цикорного концентрата, а в кондитерском производстве набирает популярность концентрат ячменного солода в жидком или порошкообразном виде. При производстве таких полуфабрикатов на стадии сушки распылением необходимо знать характер изменения вязкости распыляемого жидкого продукта в исследуемых интервалах температур и скорости течения по цилиндрическому каналу форсунки.

1.1 Материалы и методы исследования

Для исследования динамической вязкости был использован измерительный комплекс, включающий в себя ротационный вискозиметр Rheotest II, водяной термостат, компенсационный самопишущий прибор КСП – 4, аналогово-цифровой преобразовательный модуль Laurent и персональный компьютер, что позволяет фиксировать в режиме реального времени (на ленте прибора КСП – 4) и в виде графических файлов в формате jpg (в памяти персонального компьютера) зависимость выходного сигнала (α) измерительного прибора Rheotest II (рисунок 1), который позволяет в лабораторных условиях фиксировать кривые текучести в больших диапазонах напряжений сдвига и скоростей сдвига, а также измерять структурную вязкость, дилатанцию, тиксотропию и реопексию [6, 7].

Параметры проведения реологических исследований максимально приближены идентичным параметрам течения жидкости в узлах диспергирования установок для распылительной сушки. Исследования проводили при температурах термостатирования продуктов: 35, 55, 75 ˚С. Градиент скорости сдвига изменялся от 1,0 $с^{-1}$ до 27,0 $с^{-1}$, а количество сухих веществ раствора варьировалось с 20 до 80% с шагом 20%.

По диаграммам, полученным в ходе экспериментов была найдена величина α (изменяется от 1 до 100). По таблице, прилагаемой к паспорту прибора выбирали значение константы прибора в зависимости от соответствующих условий измерения. Затем, по формулам 1 и 2 рассчитывали касательные напряжения τ, Па и величину эффективной динамической вязкости η, Па˙с [1].

$$\tau = z \cdot \alpha \quad (1)$$

$$\eta = \frac{\tau}{\gamma} \quad (2)$$

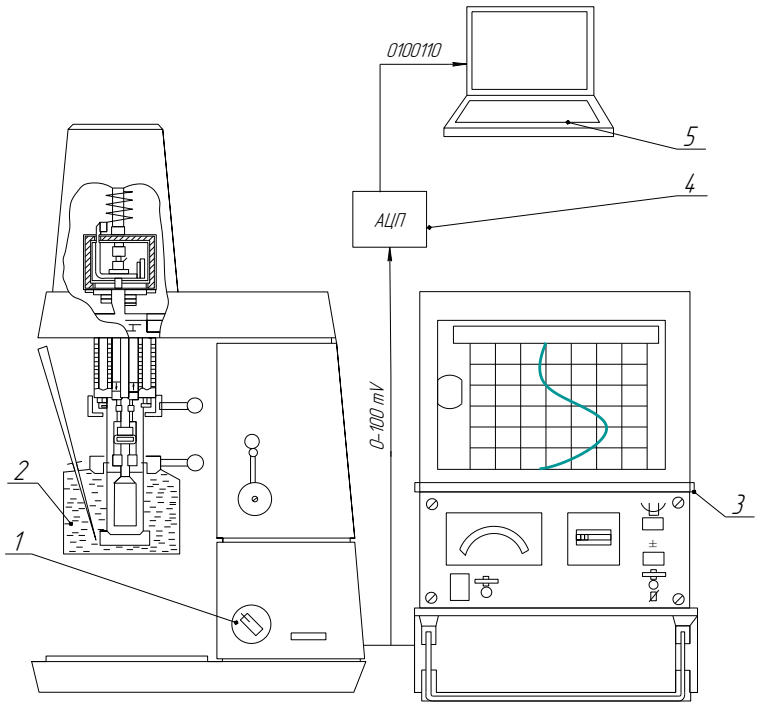
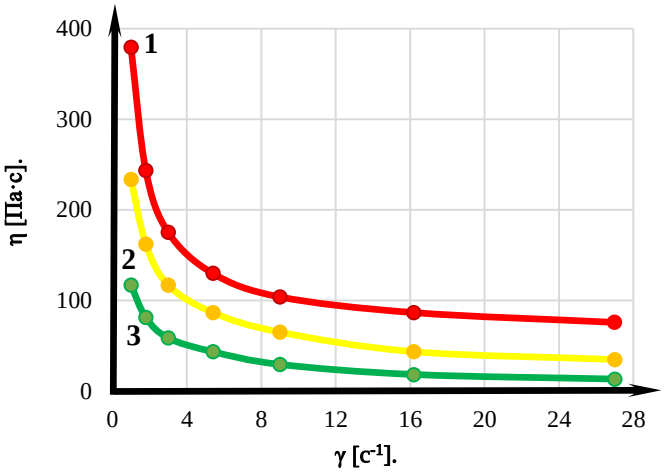


Рисунок 1. Измерительный комплекс: 1 – Rheotest II, 2 – водяной термостат, 3 – компенсационный самопишущий прибор КСП – 4, 4 – аналогово-цифровой преобразовательный модуль Laurent, 5 – персональный компьютер

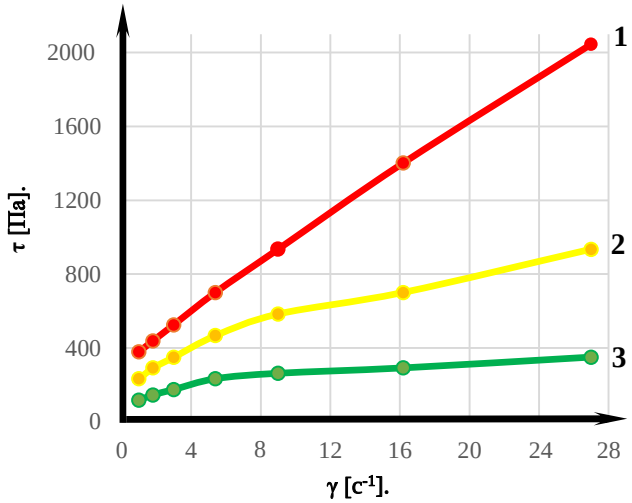
Figure 1. Measuring complex: 1 – Rheotest II, 2 – water thermostat, 3 – compensating recorder KSP – 4, 4 – analog-to-digital converter module Laurent, 5 – personal computer

1.2 Полученные результаты и их обсуждение

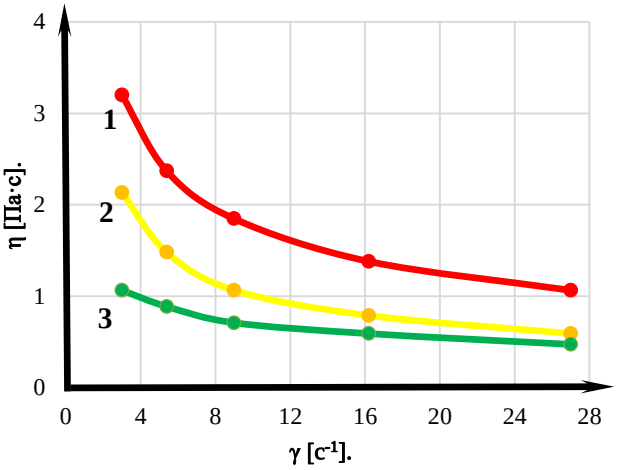
В результате проведённых исследований построены реологические зависимости для концентрата ячменного солода (КЯС) (рисунок 2) и цикорного концентрата (ЦК) (рисунок 3) с содержанием сухих веществ 20, 40, 60 и 80%.



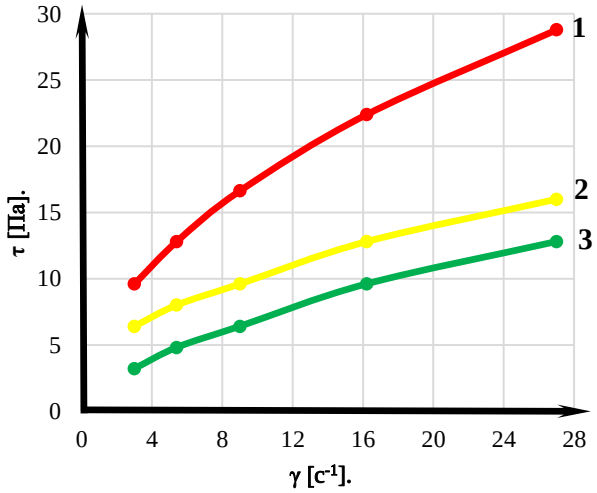
a)



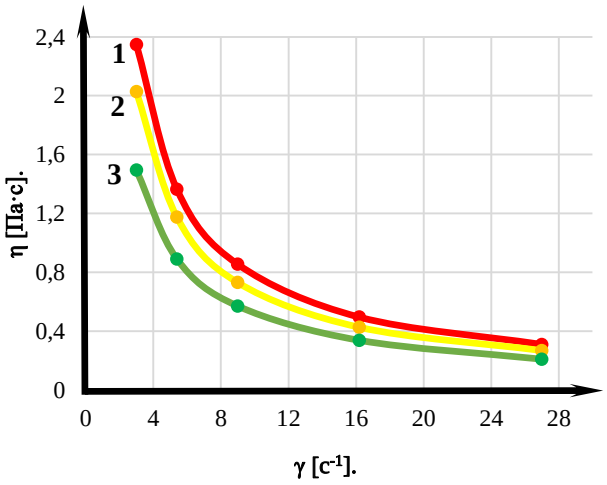
b)



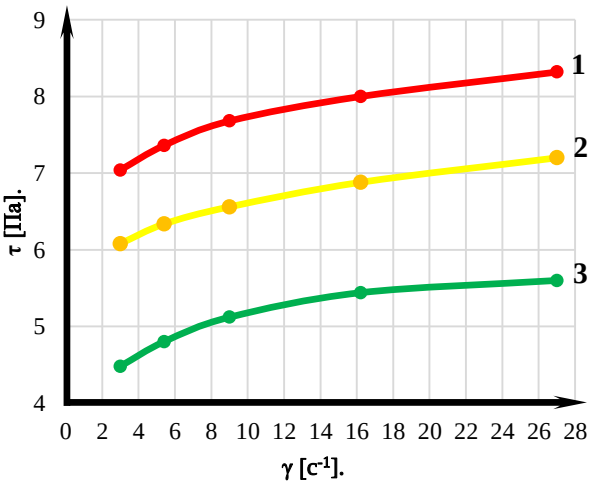
c)



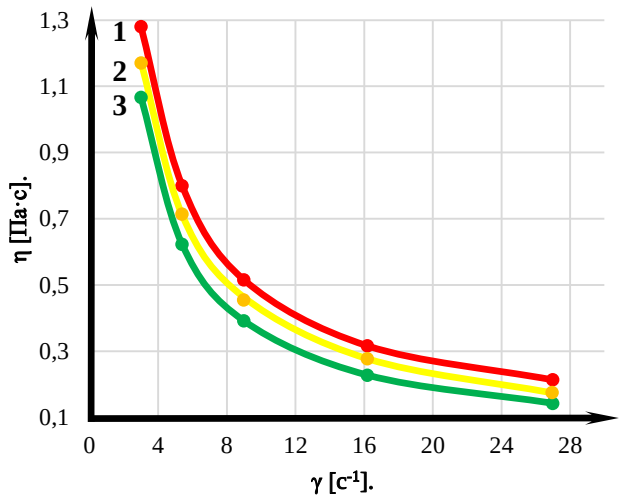
d)



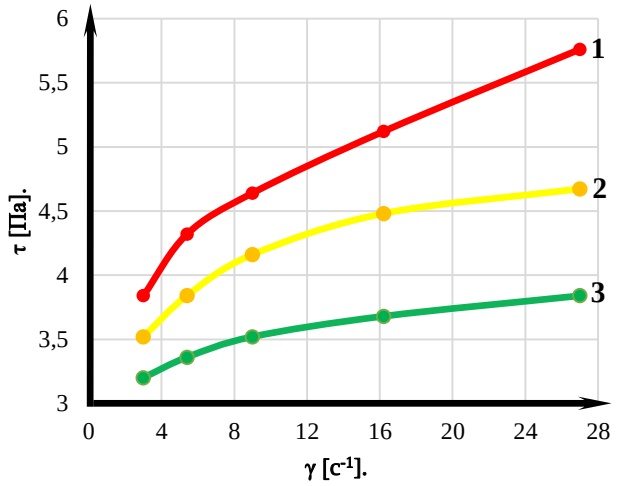
e)



f)



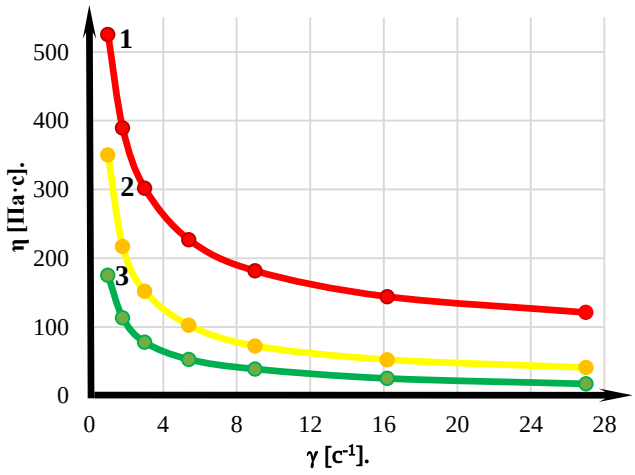
g)



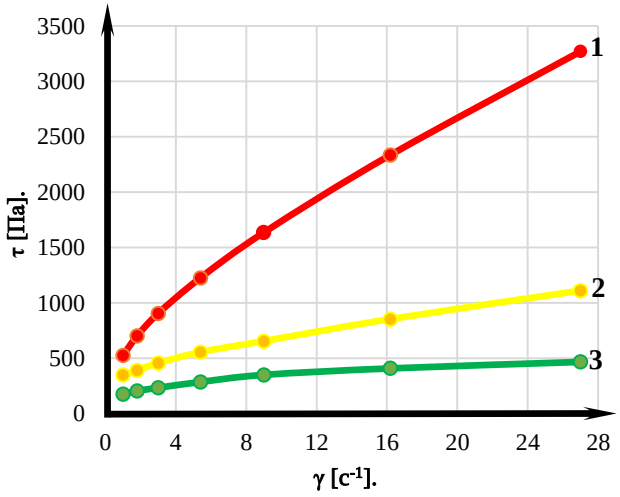
h)

Рисунок 2. Реологические характеристики концентрата ячменного солода спустя 8–12 с. с момента приложения нагрузки: a, b – CB = 80%; c, d – CB = 60%; e, f – CB = 40%; g, h – CB = 20%; a, c, e, g – зависимости эффективной вязкости от скорости сдвига (1 – 35˚C, 2 – 55˚C, 3 – 75˚C.), b, d, f, h – зависимость касательных напряжений от скорости сдвига (1 – 35˚C, 2 – 55˚C, 3 – 75˚C)

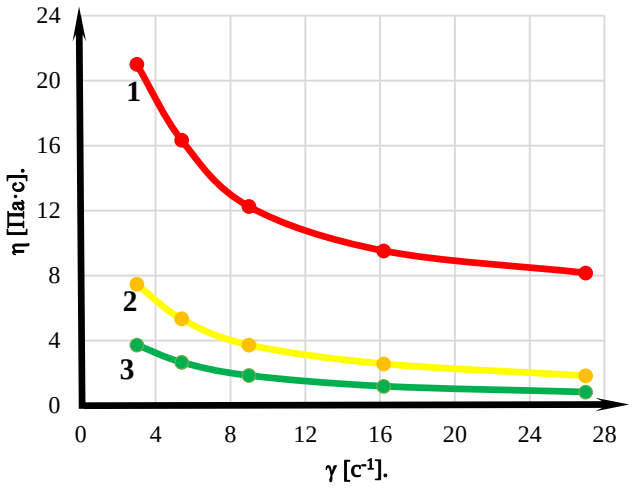
Figure 2. The rheological characteristics of aqueous solutions barley malt concentrate after 8–12 seconds after applied velocity gradient: a, b – DM = 80%; c, d – DM = 60%; e, f – DM = 40%; g, h – DM = 20%; a, c, e, g – effective viscosity dependence on shear rate (1 – 35˚C, 2 – 55˚C, 3 – 75˚C.); b, d, f, h – dependence of shear stresses on the shear rate (1 – 35˚C, 2 – 55˚C, 3 – 75˚C)



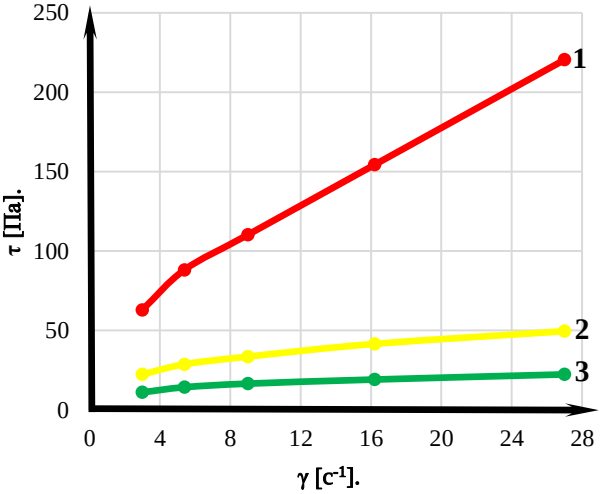
a)



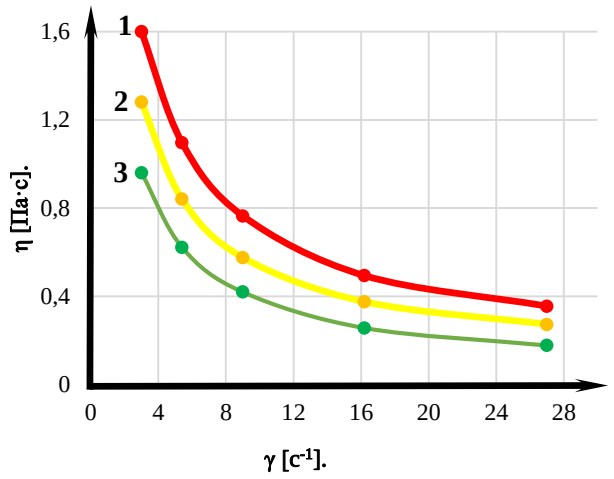
b)



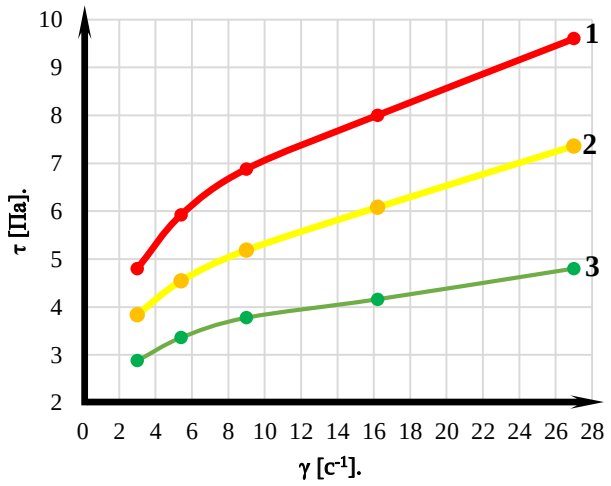
c)



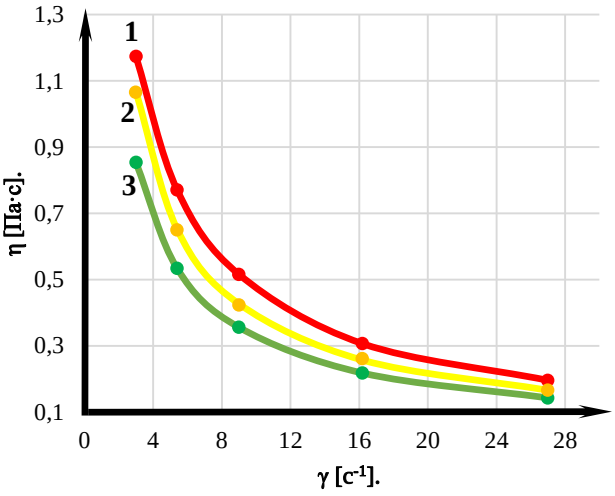
d)



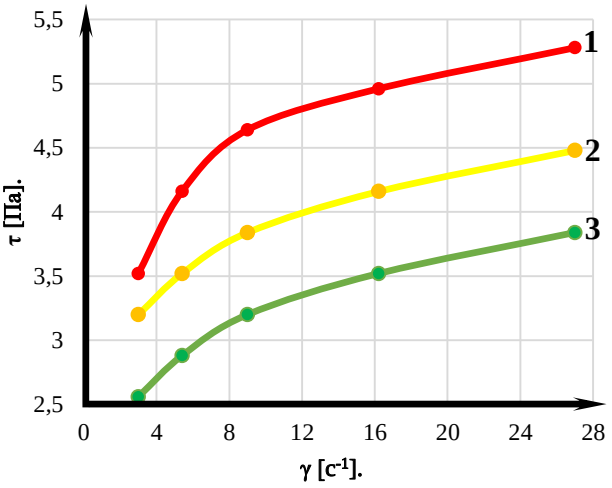
e)



f)



g)



h)

Рисунок 3. Реологические характеристики цикорного концентрата спустя 8–12 с. с момента приложения нагрузки: a, b – СВ = 80%; c, d – СВ = 60%; e, f – СВ = 40%; g, h – СВ = 20%; a, c, e, g – зависимости эффективной вязкости от скорости сдвига (1 – 35˚С, 2 – 55˚С, 3 – 75˚С.), b, d, f, h – зависимость касательных напряжений от скорости сдвига (1 – 35˚С, 2 – 55˚С, 3 – 75˚С)

Figure 3. Rheological characteristics aqueous solutions chicory concentrate after 8–12 seconds with the application of after applied velocity gradient: a, b – DM = 80%; c, d – DM = 60%; e, f – DM = 40%; g, h – DM = 20%; a, c, e, g – effective viscosity dependence on shear rate (1 – 35˚С, 2 – 55˚С, 3 – 75˚С.); b, d, f, h – dependence of shear stresses on the shear rate (1 – 35˚С, 2 – 55˚С, 3 – 75˚С)

На реологических кривых явным образом выделяются два участка: область резкого снижения вязкости в очень узком диапазоне напряжений сдвига ($\gamma = 1 \div 20$ с$^{-1}$) и ньютоновское течения маловязкой системы ($\gamma = 3 \div 20$ с$^{-1}$) [2, 3].

В результате исследований реологических характеристик КЯС и ЦК установлено, что максимальная эффективная вязкость достигается при максимальном содержании сухих веществ в концентрате, при минимальной температуре и минимальной скорости сдвига (СВ = 80%, t = 35 ℃, $\gamma = 1{,}8$ с$^{-1}$) в исследуемом диапазоне температур (t = 35÷75 ℃), градиентах скоростей ($\gamma = 1{,}8 \div 20$ с$^{-1}$) и составляет $\eta_{СЭЯ}$ = 379,6 Па·с для КЯС и $\eta_{ЭЖЦ}$ = 525,6 Па·с для ЦК.

При ступенчатом увеличении градиента скорости сдвига до $\gamma = 20$с$^{-1}$ эффективная вязкость КЯС и ЦК уменьшается по гиперболической траектории на 80% и 77% до значений $\eta_{СЭЯ}$ = 75,7 Па • с и $\eta_{ЭЖЦ}$ = 121,13 Па • с соответственно.

Рассмотрим процесс диспергирования экстракта КЯС и ЦК пневматической форсункой внутри корпуса цилиндрической сушильной камеры установки для распылительной сушки. Пневматическая форсунка, представленная на рисунке 4, имеет цилиндрический канал, после прохождения которого, продукт под воздействием сжатого воздуха (давлением Р = 3–8 атм.) диспергируется в камеру распылительной сушилки. Средняя рекомендуемая скорость движения продукта в канале форсунки υ_d = 0,5÷1,0 м/с [2].

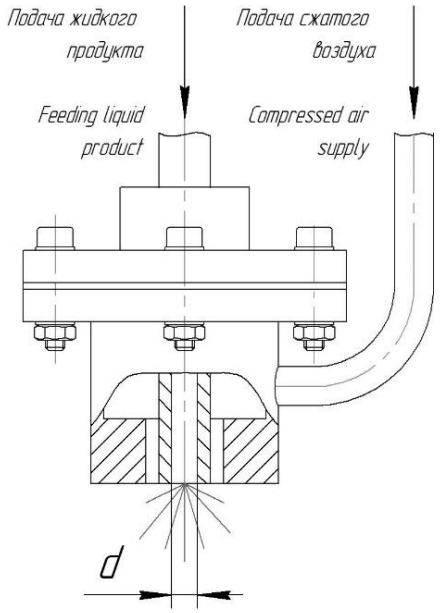


Рисунок 4. Пневматическая форсунка

Figure 4. Pneumatic nozzles

Одним из основных факторов интенсификаций процесса сушки является повышение дисперсности частиц распыла раствора. Поэтому необходимо стремиться максимально снизить поверхностное натяжение и вязкость раствора перед распылением. Анализ кривых течений (рисунок 2, 3) показывает, что для обоих растворов – концентратов цикория и ячменного солода, минимальная вязкость наблюдается при максимальной температуре t ˚С, минимальном содержании СВ и максимальном градиенте скорости. Известно, что наибольшая экономическая эффективность распылительной сушки достигается при концентрации растворов 40–50% сухих веществ. Поэтому нами были выбраны режимы распыления СВ = 40%, t = 75 ˚С, γ – не менее 20 $с^{-1}$. Для обеспечения течения раствора в канале пневматической форсунки с градиентом скорости 20 $с^{-1}$ и выше с учётом производительности экспериментальной распылительной сушильной установки необходимо рассчитать диаметр капилляра канала форсунки.

Для обеспечения заданной производительности распылительной сушильной установки, величина расхода продукта перекачиваемого перистальтическим насосом $Q_\upsilon = (1{,}3 \div 8{,}3) \cdot 10^{-7}$ $м^3/с$, следовательно, площадь сечения канала форсунки:

$$S = \frac{Q\upsilon}{\upsilon_d} = (1{,}3 \div 16{,}6) \cdot 10^{-7}\, м^2, \qquad (3)$$

следовательно, диаметр канала:

$$d = \sqrt{\frac{4S}{\pi}} = (1{,}29 \div 4{,}59) \cdot 10^{-3}\, м. \qquad (4)$$

Заключение.

Процесс диспергирования продукта целесообразно осуществлять в области его разрушенной структуры (участок ньютоновского течения), в нашем случае он наблюдается при градиентах скоростей γ_1 выше 20 $с^{-1}$ (рисунки 5в, г и 6в, г). в этой зоне эффективная вязкость разрушенной структуры в данном диапазоне градиентов скоростей практически не будет меняться.

Полученные результаты могут быть положены в основу алгоритмов разработки технологических решений, позволяющих реализовать процессы обезвоживания жидких концентратов до порошкообразных полуфабрикатов путём сушки распылением растворов с минимальной вязкостью, интенсификацией процесса сушки.

ЛИТЕРАТУРА

1 Остриков А.Н., Смирных А.А., Дорохин С.В. Исследование характера изменения динамической вязкости молочно-фруктовых продуктов // Вестник воронежского государственного университета инженерных технологий. 2013. № 2 (56). С. 47–52.

2 Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. Вып. 7. Физика сплошных сред. М.: Мир, 2013. 288 с.

3 Авроров В.А., Тутов Н.Д. Основы реологии пищевых продуктов: учебное пособие. Старый оскол: ТНТ, 2014. 268 с.

4 Stephan K. Viscosity of dense fluids // Springer Science & Business Media. 2013.

5 Ибрагимова И. Е. Реология пищевого сырья, продуктов, полуфабрикатов. Конспект лекций: учебное пособие. М.: Экон-Информ, 2010. 144 с.

6 Магомедов Г.О., Пономарева Е.И., Магомедов М.Г., Журавлев А.А. и др. Использование карамельной патоки для регулирования реологических свойств яблочного пюре // Успехи современного естествознания. 2014. № 11. Ч. 3. С. 123-124.

7 Brenner H. ed al. Interfacial transport processes and rheology. Elsevier, 2013.

REFERENCES

1 Ostrikov A.N., Smirnykh A.A., Dorokhin S.V. Study nature of the change of the dynamic viscosity of the milk-fruit products *Vestnik voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologii* [Proceedings of VSUET] 2013, no. 2 (56), pp. 47–52. (in Russian).

2 Feynman R., Leyton R., Sends M. Feynmanovskiye lektsii po fizike. Fizika sploshnykh sred [The Feynman Lectures on Physics. Vol. 7. Physics of continuous media] Moscow, Mir, 2013. 288 p. (in Russian).

3 Avrorov V.A., Tutov N.D. Fundamentals of the rheology of foods [Osnovy reologii pishchevykh produktov. Uchebnoye posobie] Staryi Oskol, TNT, 2014. 268 p. (in Russian).

4 Stephan K. Viscosity of dense fluids. Springer Science & Business Media, 2013.

5 Ibragimova I. E. Rheology of food raw materials, products, semi-finished products. Lecture notes [Reologiya pishchevogo syr'ya, produktov, polufabrikatov. Konspekt lektsiy: Uchebnoye posobiye] Moscow, Ekon-Inform, 2010. 144 p. (in Russian).

6 Magomedov G.O., Ponomareva E.I., Magomedov M.G., Zhuravlev A.A. et al. The use of caramel syrup to control the rheological properties of apple puree. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya* [Successes of modern science] 2014, no. 11, part 3, pp. 123-124. (in Russian).

7 Brenner H. et al. Interfacial transport processes and rheology. Elsevier, 2013.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Газибег О. Магомедов профессор, заведующий, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, mgazibeg@mail.ru

Владимир К. Кочетов профессор, профессор, кафедра технологии хранения и переработки растениеводческой продукции, Куб-ий гос. агр. ун-т ул. Калинина, 13, г. Краснодар, 350044, Россия, kond_kub@mail.ru

Александр А. Смирных доцент, доцент, кафедра технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия, ucheba-a.a.smirnykh@mail.ru

Игорь А. Саранов аспирант, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, mr.saranov@mail.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Gazibeg O. Magomedov professor, head of department bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394066, Russia, e-mail mgazibeg@mail.ru

Vladimir K. Kochetov professor, professor, department of crop production storage and processing technology, Kuban State Agrarian University, st. Kalinina, 13, Krasnodar, 350044, Russia, e-mail kond_kub@mail.ru

Aleksandr A. Smirnykh, associate professor, associate professor, department of fat technology, processes and devices of chemical and food industries, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia, e-mail ucheba-a.a.smirnykh@mail.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, Russia, e-mail mr.saranov@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

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

Владимир К. Кочетов обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провёл эксперимент, выполнил расчёты

Александр А. Смирных консультация в ходе исследования

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

CONTRIBUTION

Gazibeg O. Magomedov proposed a scheme of the experiment and organized production trials

Vladimir K. Kochetov review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

Aleksandr A. Smirnykh consultation during the study

Igor A. Saranov 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 06.07.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 25.08.2016

RECEIVED 7.6.2016

ACCEPTED 8.25.2016

Оригинальная статья/Original article

УДК 532.5:681.3.06

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-18-25

Анализ эффективности дискретных покрытий рабочих органов при очистке растительного сырья

Геннадий В. Алексеев, [1] gva2003@mail.ru
Максим О. Карпов, [1] vargfromfjord@mail.ru
Анна Г. Леу, [1] anna.lru@mail.ru
Мохаммад Али Шариати [2] shariatymohammadali@gmail.com

[1] Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, г. Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9, Россия, 191002

[2] Институт Бирлик, Табриз, Иран, Всероссийский научно-исследовательской институт фитопатологии, Московская область, Одинцовский район, р.п. Большие Вяземы, ул. Институт, владение 5, Россия, 143050

Реферат. В статье выполнен анализ эффективности работы очистительного оборудования для различных видов растительного сырья: картофеля, моркови, лука и других видов овощей и корнеплодов. Он свидетельствует о том, что значительная часть очистительного оборудования использует в качестве рабочих органов абразивные вкладыши, усовершенствование которых является одним из направлений повышения его эффективности и улучшения его эксплуатационных характеристик. В процессе анализа рассмотрена классическая модель движения клубня в камере очистительной машины. Для оптимизации процесса очистки установлена траектория движения и рассчитан угол вылета клубня с конической чаши. При формировании модели рассмотрен отдельно взятый клубень картофеля. Предполагая его однородной сферой и не учитывая влияние на него других клубней, определили траекторию его движения по конической чаше и угол, под которым клубень вылетит к стенке. Угол наклона конусной чаши к горизонту принимали 30 градусов. Проинтегрировав полученное уравнение по времени, получали уравнение энергетического баланса, из которого можно выделить требуемое для очистки время. Дальнейший анализ проводили методами численного эксперимента в системе Mathcad. Полученные в этом эксперименте результаты позволяют оптимизировать рисунок нанесения абразивных полос, принимая во внимание разработанные методы формирования для таких объектов как рабочие органы очистительных машин, технологию прерывистого нанесения покрытий. Следующий этап моделирования предполагал рассмотрение процесса очистки для совокупности очищаемых клубней, на котором предполагали отдельные очищаемые объекты (например, клубни картофеля) упругими элементами, заменяя их (в плоской постановке) жесткими дисками, соединенными между собой упругими пружинами. Рассмотрение этой уточненной модели позволило установить частоты свободных колебаний этой системы и, соответственно, моменты касания рабочих органов, что в значительной мере определяет топологию абразивного покрытия.

Ключевые слова: механическая очистка, абразивные покрытия, модель процесса, собственные скорости колебания, топология покрытия

Analysis to efficiency discrete covering worker organ when clearing vegetable raw material

Gennadii V. Alekseev, [1] gva2003@mail.ru
Maksim O. Carpov, [1] vargfromfjord@mail.ru
Anna G. Leu [1] anna.lru@mail.ru
Mohammad Ali Shariati [2] shariatymohammadali@gmail.com

[1] Saint-Petersburg national exploratory university information technology, mechanical engineers and optometrists, Saint Petersburg, Lomonosova str., 9, Russia, 191002

[2] Birlik Institute, Tabriz, Iran, All-Russian Research Institute of Phytopathology, Moscow region, Odintsovo district, Big Vyazemy working village, st. Institute, possession 5, Russia, 143050

Summary. In article is executed analysis to efficiency of the functioning the cleansing equipment for different type vegetable cheese: potatoes, carrot, pommel and the other type potatoes. He is indicative of that that much of the cleansing equipment uses as worker organ abrasive put, which improvement is one of the directions of increasing to his efficiency and improvements of his field-performance data. Classical model of the motion club is considered In process of the analysis in camera of the cleansing machine. For optimization of the process peelings is installed path of the motion and is calculated corner of the flight club with cone-shaped chalice. When shaping the models is considered apart taken tuber of the potatoes. Expecting his uniform sphere and without regard influence upon it other club, have defined the path of his motion on cone-shaped chalice and corner, under which tuber flies to wall. The Corner of the slopping cone chalices 30 degrees took to horizon. Integrating equation on time, got the equation of the energy balance, from which possible select required for peelings time. The Further analysis conducted the methods of the numerical experiment in system Mathcad. Got in this experiment results allow to optimize the drawing a fixing abrasive bands, taking into consideration designed methods of the shaping for such object, as worker organs cleansing machines, technology of the intermittent fixing covering. The Following stage of modeling expected consideration of the process peelings for collection cleaned club, on which expected the separate cleaned objects (for instance, potato tubers) springy element, changing their (in flat production) hard disk united between itself springy spring. Consideration this elaborated models have allowed to install the frequencies of the free fluctuations of this system and, accordingly, moments of the osculation worker organ that in significant measure defines the topology of the abrasive covering

Keywords: mechanical clear, abrasive covering, model of the process, own velocities of the fluctuation, topology of the covering

Для цитирования

Алексеев Г. В., Карпов М. О., Леу А. Г., Шариати М. А. Анализ эффективности дискретных покрытий рабочих органов при очистке растительного сырья // Вестник ВГУИТ. 2016. № 3. С. 18–25. doi:10.20914/2310-1202-2016-3-18-25

For citation

Alekseev G. V., Carpov M. O., Leu A. G., Shariati M. A. Analysis to efficiency discrete covering worker organ when clearing vegetable raw material. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 3. pp. 18–25. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-3-18-25

Введение

Анализ состояния развития очистительного оборудования для растительного сырья, картофеля, моркови, лука и других видов овощей и корнеплодов свидетельствует о том, что значительная часть его использует в качестве рабочих органов абразивные вкладыши, усовершенствование которых является одним из эффективных методов улучшения его эксплуатационных характеристик.

Механический способ очистки, реализованный на рассматриваемом типе машин, позволяет получать полуфабрикат с высокими потребительскими свойствами, создавать машины небольшой производительности, пригодные для использования как на предприятиях пищевой промышленности, так и в общественном питании. Все это свидетельствует о необходимости исследования возможностей совершенствования абразивных покрытий рабочих органов очистительных машин [1].

Удаление с клубней наружных покровов происходит в рабочих камерах овощечисток периодического действия острыми гранями абразивных зерен. Клубень, попадая на абразивную поверхность, приводится по отношению к ней в относительное движение. В момент соприкосновения с абразивной поверхностью клубень трется об нее, в результате чего между ними возникает сила трения, направленная в противоположную инерционной силе сторону. Одновременно происходит закручивание клубня и степень изменения скорости и направления движения клубня в результате соприкосновения его с абразивной поверхностью в значительной мере зависят от взаиморасположения соседних клубней и участка соприкосновения поверхности клубня с абразивной поверхностью. Осуществим более детальное рассмотрение процесса очистки с помощью моделирования.

Моделирование и численный эксперимент

Рассмотрим классическую модель движения клубня в камере очистительной машины [2]. Она предполагает следующие допущения: клубень рассматривается как правильная сфера, перемещение которой происходит под действием центробежной силы, силы трения и силы собственной тяжести клубня без учета влияния остальных клубней, находящихся в рабочей камере. Как показывает многолетний опыт использования рассматриваемого оборудования, подобная модель позволяет достаточно точно определить кинематику движения клубня по рабочей камере, в том числе и рассчитать угол, под которым основная масса клубней попадает на рабочую абразивную поверхность.

При попадании на плоскую часть абразивной чаши клубень начинает вращаться с ней, но с меньшей скоростью. Между диском и клубнем наблюдается проскальзывание, которое можно учесть коэффициентом проскальзывания, равным:

$$l = \frac{\omega_p - \omega_к}{\omega_p}, \qquad (1)$$

где $\omega_к$ – угловая скорость клубня картофеля;

ω_p – угловая скорость рабочего органа.

Тогда скорость продукта относительно днища будет равна:

$$\omega_к^1 = l\omega_p \qquad (2)$$

Коэффициент проскальзывания, как правило, принимают равным 0,2.

С учетом этого замечания на первом участке, плоском диске чаши, это условие в соответствии с описанным выше характером перемещения клубней запишется в виде:

$$C \geq T$$

или

$$m \cdot 4\pi^2 \cdot n^2 \cdot l^2 \cdot r \geq f \cdot m \cdot g, \qquad (3)$$

где n – частота вращения чаши, об/сек; f – коэффициент трения (принимается в пределах от 0,8 до 1,3); m – масса клубня; r – переменный радиус вращения клубня.

На втором участке, конусном, на клубень картофеля действуют те же силы С – центробежная, Т – сила трения и G – вес клубня. Под действием этих сил клубень должен быть выброшен к стенке. При составлении уравнения сил, действующих на клубень, появляется такой конструкционный параметр, как угол при вершине конуса Θ.

Раскладывая эти силы на две составляющие: перпендикулярно наклонной стенки чаши C_N и G_N, а также направленные вдоль этой поверхности C_O и G_O можно записать

$C_O = C \cdot \sin\theta$; $C_N = C \cdot \cos\theta$; $G_O = G \cdot \cos\theta$; $G_N = G \cdot \sin\theta$.

Спроецируем силы, действующие на клубень, на оси О и N. Проекции силы тяжести и центробежной силы на ось N будут уравновешиваться силой реакции N со стороны наклонной стенки:

$$N = C_N + G_N \qquad (4)$$

Под действием силы реакции N возникает сила трения, направленная в сторону, противоположную скорости движения клубня относительно диска:

$$T = f \cdot \left(C_N + G_N\right) \qquad (5)$$

Условие движения клубня на этом участке определяется уравнением:

$$C_O \geq G_O + T \qquad (6)$$

Для условий движения клубня картофеля на участке поверхности конуса необходимо, чтобы составляющая силы инерции, действующая вдоль конусной поверхности, превосходила суммарное воздействие от сил трения и скатывающей силы.

Это можно записать следующим образом в преобразованном виде:

$$m\omega_p^2(1-l)^2 r\sin\Theta > mg(\cos\Theta + f), \qquad (7)$$

где r – расстояние от оси вращения чаши до центра клубня, g – ускорение свободного падения.

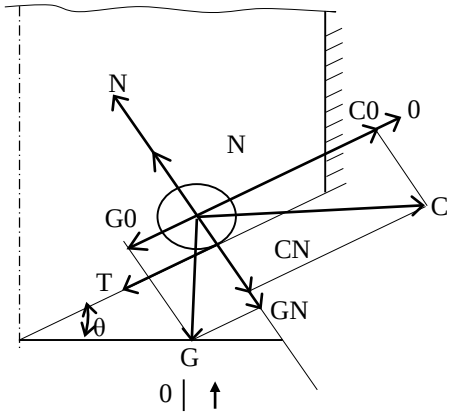


Рисунок 1. Схема силового взаимодействия клубня картофеля с конической частью абразивной чаши

Figure 1. Scheme of the power interaction of the potatoes tubers with cone-shaped part of abrasive chalice

Принимая в данном процессе $\omega_к$ = 38 рад/с, r = 0,1 м, l = 0,6, получают значение для угла подъема Θ = 0,34 рад. При производстве абразивных чаш с запасом берут угол при вершине конуса, равный 30 градусам.

Для оптимизации процесса очистки необходимо установить траекторию движения и рассчитать угол вылета клубня с конической чаши. Рассмотрим отдельно взятый клубень картофеля. Предполагая его однородной сферой и не учитывая влияние на него других клубней, определим траекторию его движения по конической чаше и угол, под которым клубень вылетит к стенке. Угол наклона конусной чаши к горизонту примем 30 градусов.

На находящийся на конической чаше клубень, действуют следующие силы: сила тяжести $G = mg$, направленная вертикально вниз, центробежная сила $C = m\omega^2\left(1-l\right)^2 r$, стремящаяся отбросить клубень на цилиндрическую стенку, и сила трения, направленная противоположно вектору скорости [3]. Для расчетов примем следующие значения величин:
$m = 0,2$ кг – масса одного клубня; $g = 9,81$ м/с^2 – ускорение свободного падения; $\omega = 40$ рад/с, угловая скорость вращения конической чаши; $l = 0,4$ – коэффициент проскальзывания клубня по чаше; r, м – переменный радиус вращения клубня, изменяется от 0 до 0,25 м.

Под действием этих сил клубень совершает составное движение (рисунок 2). Переносное движение будет вращательным вокруг оси Z с переменной скоростью $\omega_к = \omega\left(1-l\right) = 24$ рад/с, относительное движение будет прямолинейным. Тогда в любой момент времени переносная скорость $\upsilon_e = \omega_к t$ будет направлена перпендикулярно к плоскости треугольника OMZ, а относительная скорость $\upsilon_r = \dfrac{dl}{dt}$ будет направлена вдоль прямой $l = OM$.

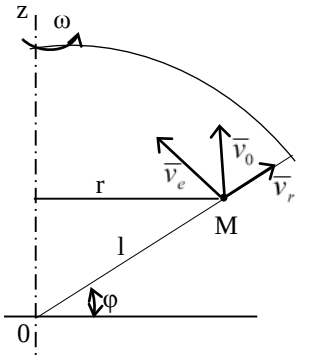


Рисунок 2. Схема векторов скоростей клубня

Figure 2. Scheme of vector of tubers velocities

По теореме сложения скоростей найдем, что вектор абсолютной скорости $\vec{\upsilon}_a = \vec{\upsilon}_e + \vec{\upsilon}_r$, а угол его наклона к горизонту будет искомым углом подъема спирали $\Theta(t)$.

Из треугольника скоростей нам известно $ctg(\Theta) = \dfrac{\upsilon_e}{\upsilon_r}$. Рассмотрим изменение скоростей и угла подъема спирали, происходящее за пренебрежимо малое время *dt.* Учтем, что расстояние от вершины конуса до места нахождения клубня $l = OM$ связано с переменным радиусом вращения r следующей зависимостью: $r = l\cos(\dfrac{30\pi}{180})$.

Тогда $\Delta\upsilon_e = \omega_K \dfrac{\sqrt{3}}{2} l$, а. $\Delta\upsilon_r = \dfrac{dl}{dt}$.

Из треугольника скоростей определим соотношение: $ctg(\Theta) = \frac{\Delta\upsilon_e}{\Delta\upsilon_r}$.

В таком случае приращение угла подъема за пренебрежимо малый промежуток времени составит: $\Delta\Theta = arcctg\frac{\Delta\upsilon_e}{\Delta\upsilon_r} = arcctg(\frac{\sqrt{3}}{2}\omega_K t)$ (7)

Проинтегрируем выражение по времени t:

$$\Theta = tarcctg(20,76t) + 2,41\cdot10^{-2}\ln(1+431t^2) \quad (8)$$

В левой части мы получим значение угла Θ, а в правой его зависимость от времени. Нам останется только определить, какое время проведет клубень на конической чаше [4].

Рассмотрим, на что расходуется подаваемая от электродвигателя энергия (его мощность $N_Э = 0,75кВт$). С учетом потерь в соединительных муфтах ($\eta_м = 0,99$) иременной передаче $\eta_{рем} = 0,97$ на вал конической чаши подается следующая мощность: $N_K = N_Э\eta_м^2\eta_{рем} = 0,75\cdot0,99^2\cdot0,97 = 0,71$кВт.

Она будет расходоваться на сообщение кинетической и потенциальной энергии клубням, находящимся на конической чаше. Их количество примем равным 25 % от всей массы загруженных клубней, то есть суммарная масса единовременно находящихся на конической чаше клубней будет равна M = 5,5 кг.

Получим уравнение энергетического баланса, из которого можно выделить требуемое время *t*. При составлении уравнения коэффициент α будет учитывать потери на трение, а коэффициент β – взаимодействие клубней между собой. Оба коэффициента зависят от модуля упругости картофеля и, соответственно, от срока его хранения. Причем значение α будет возрастать, а значение β будет уменьшаться при хранении с уменьшением модуля упругости. Но их произведение при этом меняться будет незначительно и может быть принято при расчетах значению 0,65. Уравнение будем решать в системе Mathcad [5].

$$\frac{N_K}{t} = \alpha\beta(Mg\frac{l\sin 30}{2} + \frac{M(\omega_к r\cos\Theta)^2}{4}) \quad (9)$$

Корнем этого уравнения является значение времени *t* = 0,07с, которому соответствует угол $\Theta = 35$ градусов.

Проанализируем полученную формулу и попытаемся определить, насколько существенными будут изменения значений *t* при варьировании следующих величин: l и $\omega_к$. Учтем при этом, что $l = \frac{\omega_р - \omega_к}{\omega_р}$ и, следовательно:

$$\omega_к = \omega_р(1-l) \quad (10)$$

Сама же величина коэффициента проскальзывания изменяется от 0,3 до 0,45. Рассчитаем соответствующий угол Θ для трех значений коэффициента проскальзывания (0,3; 0,4; 0,45) с помощью указанной выше формулы в системе Mathcad. Полученные результаты сведем в таблицу 1

Таблица 1

Результаты численного эксперимента

Table 1

The results of the numerical experiment

Коэффициент проскальзывания, *l*	Скорость вращения клубня $\omega_к$, рад/с	Время контакта *t*, с	Угол вылета Θ, градусы
0,35	26	0,05	29,1
0,4	24	0,07	31,6
0,45	22	0,08	33,8

Проанализировав полученные данные, можно сделать вывод о несущественном изменении угла вылета клубней с конической части чаши и о допустимости принятия значения этого угла, равного 30 градусам, для дальнейшего рассмотрения и проведения исследований.

Эти результаты позволяют оптимизировать рисунок нанесение абразивных полос, если принять за метод усовершенствования процесса очистки прерывистое нанесение покрытия. Во многих отраслях успешно внедряется, так называемый, многолезвийный режущий инструмент, изготавливаемый методами гальваностегии, путем закрепления металлической связкой на металлической подложке высокопрочных абразивных зерен. Такой инструмент, воздействуя на обрабатываемый объект одновременно многими режущими кромками, прочно закрепленными на подложке, имеет большую долговечность и обеспечивает “мягкий” режим поверхностного слоя материала Преимущество такого покрытия состоит в том, что контакт очищаемого объекта с рабочим органом периодически прерывается, следовательно, исключается тепловое насыщение поверхностных слоев обрабатываемого материала. Такой подход позволяет повысить качество очистки при одновременном увеличении производительности, сократить энергозатраты, увеличить время работы абразивов без засаливания, улучшить качество очистки сырья, а также снизить количество отходов.

Одной из возможностей улучшения качества очистки картофеля в камерах конусных картофелеочистительных машин является замена боковых вставок из сплошного абразива на вставки с прерывистым нанесением абразива (рисунок 2).

Такие покрытия рабочих органов состоят из пластмассовой подложки 1 с закрепленными на ней полосами терочных элементов 2, которые имеют дополнительный слой 3 из электропроводного материала (медной фольги). Торцы слоя 3 закрыты металлической связкой. При приведении рабочих органов в движение корнеплоды начинают перемещаться относительно покрытия и прижиматься под действием силы тяжести и центробежной силы к терочным элементам, которые надежно удерживаются на подложке посредством слоя 3. Остро выступающими гранями абразивных частиц терочные элементы 2 снимают с корнеплодов тонкий слой кожуры. Проходя последовательно все абразивные полосы одну за другой, клубни очищаются от кожуры. При этом, проходя каждую очередную полосу терочных элементов 2, они выталкивают из зазоров между отдельными абразивными частицами кожуру от предыдущего клубня в межполосовое пространство. Откуда кожура смывается струями воды.

Конструкционными параметрами таких рабочих органов являются ширина полос a, расстояние между полосами b и их угол наклона ά.

При малых зазорах между терочными элементами в них накапливается счищаемая с картофеля мезга, которая забивает их, приводя к традиционному “засаливанию”. Особенно сильно это влияет на рабочие органы с малой зернистостью. Чрезмерное увеличение зазоров, a, следовательно, и отношения $\frac{a}{b}$, приводит к тому, что наиболее эффективно работают только кромки терочных элементов, которые воздействуя на клубень ударом, по-видимому, отдаляют его от терочной поверхности и не дают ей полностью реализовать свои абразивные способности.

Угол наклона полос ά определяется, исходя из того, что наиболее эффективно процесс очистки идет при движении клубня перпендикулярно абразивным полосам. При таком взаимном расположении будет минимальна величина поперечного закручивания клубня и отклонение его траектории от винтовой, а выталкивание частиц кожуры в межполосное пространство будет идти наиболее активно, что поспособствует уменьшению вероятности засаливания абразива. При прерывистом нанесении абразива очистка идет не только за счет микротрения, но и, как при токарной обработке резцом, за счет процесса резания острой кромкой абразивной полосы (рисунок 3). Пластины с прерывистым нанесением абразиваПоскольку угол наклона абразивных полос определяется по формуле:

$$ά = 90\text{-}Θ, \qquad (11)$$

для изготовления рабочего покрытия остается только подобрать ширину абразивных полос.

Рассмотренная выше модель движения не учитывала взаимодействие отдельных элементов очищаемого сырья между собой. Такой подход был оправдан при кинематическом расчете угла вылета клубня с конической части абразивной чаши, но не подходит для этапа перемещения картофеля вдоль неподвижной цилиндрической стенки.

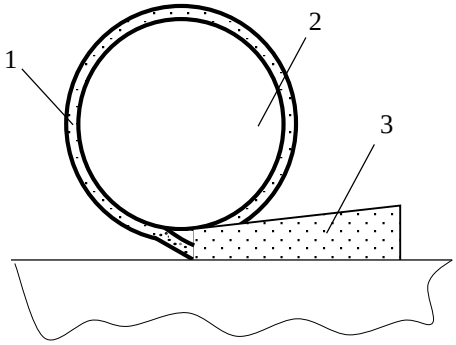


Рисунок 3. Схема воздействия кромки абразивной полосы на клубень

Figure 3. Scheme of the influence of the edge of the abrasive band on tuber

Предполагая отдельные очищаемые элементы (например, клубни картофеля) упругими элементами, заменим их (в плоской постановке) жесткими дисками, соединенными между собой упругими пружинами. Предположим дополнительно крайний левый клубень закрепленным неподвижно (опертым на основную массу очищаемого картофеля). Взаимодействие трех контактирующих между собой и со стенкой рабочей камеры клубней можно тогда рассматривать в рамках следующей задачи: определить частоты свободных колебаний и найти формы главных колебаний системы с двумя степенями свободы, указанной на рисунке (l_{01} и l_{02} – длины недеформированных пружин 1 и 2). Система состоит из двух однородных дисков, присоединенных к вертикальным поверхностям пружинами с коэффициентами жесткости c_1 и c_2 и соединенных пружиной с коэффициентом жесткости c_3.В состоянии покоя пружины с коэффициентами жесткости c_1 и c_2 растянуты соответственно на величины $f_{ст1}$; $f_{ст2}$. Пружина с коэффициентом жесткости c_3 сжата на величину $f_{ст1}+f_{ст2}$.

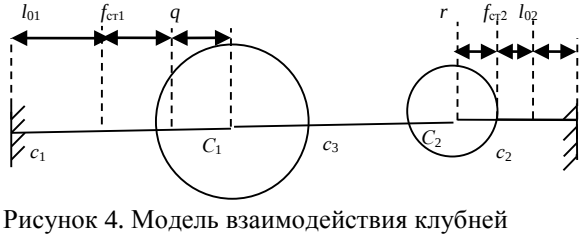


Рисунок 4. Модель взаимодействия клубней

Figure 4. Model of the tubers interaction

За обобщенные координаты примем: q, r – горизонтальные смещения центров масс дисков 1 и 2 от положения статического равновесия. На рисунке показано положение системы при положительных обобщенных координатах.

Найдем кинетическую и потенциальную энергии системы. Кинетическая энергия системы состоит из кинетической энергии дисков:

$$T = T_1 + T_2 = \frac{m_1\dot{q}^2}{2} + \frac{J_1\omega_1^2}{2} + \frac{m_2\dot{r}^2}{2} + \frac{J_2\omega_2^2}{2}, \quad (12)$$

где $\dot{q}$, $\dot{r}$ – обобщенные скорости; J_1, J_2 – моменты инерции дисков относительно осей, проходящих соответственно через их центры масс C_1 и C_2. Моменты инерции дисков будут:

$$J_i = \frac{m_i r_i^2}{2},\ i = 1, 2 \quad (13)$$

т.к. $\omega_1 = \frac{\dot{q}}{r_1}$, $\omega_2 = \frac{\dot{r}}{r_1}$, то $T = \frac{3}{4}\left(m_1\dot{q}^2 + m_2\dot{r}^2\right)$.

Потенциальная энергия системы равна работе сил при перемещении системы из отклоненного положения в нулевое (положение статического равновесия). Потенциальную энергию системы вычислим как потенциальную энергию деформированных пружин. Деформации пружин следующие: $\lambda_1 = q + f_{ст1}$ – для пружины с коэффициентом жесткости c_1, $\lambda_2 = r + f_{ст2}$ – для пружины с коэффициентом жесткости c_2; $\lambda_3 = q + r + f_{ст1} + f_{ст2}$ – для пружины с коэффициентом жесткости c_3. Следовательно,

$$П = 1/2c_1(q+f_{cm1})^2 - 1/2c_1 + 1/2c_2(r+f_{cm2})^2 - $$
$$-1/2c_2 + 1/2c_3(q+r+f_{cm1}+f_{cm2})^2 - 1/2c_3(f_{cm1}+f_{cm2})^2$$

или после упрощений

$$П = 1/2c_1q^2 + 1/2c_2r^2 + 1/2c_3(q+r)^2 + $$
$$+c_1qf_{cm1} + c_2rf_{cm2} + c_3(q+r)\ (f_{cm1}+f_{cm2}). \quad (14)$$

Из условий покоя рассматриваемой системы, находящейся под действием сил, имеющих потенциал, имеем:

$$\left(\frac{\partial П}{\partial q}\right)_{\substack{q=0\\r=0}} c_1f_{cm1} + c_3(f_{cm1}+f_{cm2}) = 0,$$
$$\left(\frac{\partial П}{\partial r}\right)_{\substack{q=0\\r=0}} = c_2f_{cm2} + c_3(f_{cm1}+f_{cm2}) = 0. \quad (15)$$

Потенциальная энергия системы с учетом условий покоя имеет вид:

$$П = 1/2c_1q^2 + 1/2c_2r^2 + 1/2c_3(q+r)^2. \quad (16)$$

Таким образом,

$$T = \frac{3}{4}\left(m_1\dot{q}^2 + m_2\dot{r}^2\right),$$
$$П = 1/2c_1q^2 + 1/2c_2r^2 + 1/2c_3\left(q+r\right)^2$$

или

$$T = 1/2(a_{11} + 2a_{12} + a_{22});$$
$$П = 1/2(c_{11}q^2 + 2c_{12}qr + c_{22}r^2). \quad (17)$$

Здесь a_{ij} – коэффициенты инерции: $a_{11} = \frac{3}{2}m_1$, $a_{12} = 0$, $a_{22} = \frac{3}{2}m_2$; c_{ij} – коэффициенты жесткости: $c_{11} = c_1+c_3$, $c_{12} = c_3$, $c_{22} = c_2+c_3$.

Для рассматриваемой консервативной системы уравнения Лагранжа имеют вид

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial\dot{q}}\right) - \frac{\partial T}{\partial q} = -\frac{\partial П}{\partial q};\ \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial\dot{r}}\right) - \frac{\partial T}{\partial r} = -\frac{\partial П}{\partial r}.$$

Вычислив производные

$$\frac{\partial T}{\partial q} = 0, \qquad \frac{\partial T}{\partial\dot{q}} = a_{11}\dot{q}, \qquad \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial\dot{q}}\right) = a_{11}\ddot{q},$$
$$\frac{\partial П}{\partial x_1} = c_{11}q + c_{12}r,$$
$$\frac{\partial T}{\partial r} = 0, \qquad \frac{\partial T}{\partial\dot{r}} = a_{22}\dot{r}, \qquad \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial\dot{r}}\right) = a_{22}\ddot{r},$$
$$\frac{\partial П}{\partial x_2} = c_{21}q + c_{22}r.$$

и подставив их в уравнения Лагранжа, получим

$$a_{11}\ddot{q} = -c_{11}q - c_{12}r,\ a_{22}\ddot{r} = -c_{21}q - c_{22}r, \quad (18)$$

где $c_{21} = c_{12}$.

Таким образом, для данной системы дифференциальные уравнения свободных колебаний имеют вид:

$$a_{11}\ddot{q} + c_{11}q + c_{12}r = 0,\ a_{22}\ddot{r} + c_{21}q + c_{22}r = 0. \quad (19)$$

Частное решение этих уравнений:

$$q = A\sin(kt+\beta),\ r = B\sin(kt+\beta), \quad (20)$$

где A и B – амплитуды главных колебаний; k – частоты свободных колебаний; β – начальная фаза колебаний.

Уравнение частот, вытекающее из данной системы дифференциальных уравнений, имеет вид:

$$(c_{11}\text{-}a_{11}k^2)\ (c_{22}\text{-}a_{22}k^2) - c_{12}^2 = 0. \quad (21)$$

Корни этого биквадратного уравнения, соответствующие квадратам частот, определим по формулам:

$$k_{1,2}^2 = \frac{a_{11}c_{22} + a_{22}c_{11} \mp \sqrt{(a_{11}c_{22} + a_{22}c_{11})^2 - 4a_{11}a_{22}(c_{11}c_{22} - c_{12}^2)}}{2a_{11}a_{22}}.$$

Пусть в рассматриваемой задаче: массы однородных дисков m_1 = 0,18 кг, m_2 = 0,18 кг, коэффициенты жесткости пружин: $c_1 = c_2 = c_3$ = 135 Н/м, тогда a_{11} = (3/2) m_1 = 0,27 кг; $c_{11} = c_1+c_3$ = 270Н/м; $c_{12} = c_3$ = 135Н/м; a_{22} = (3/2) m_2 = 0,36 кг; $c_{22} = c_2+c_3$ = 270 Н/м. Следовательно, частоты свободных колебаний k_1 = 500с$^{-1}$; k_2 = 1500 с$^{-1}$.

Коэффициенты распределения, соответствующие частотам k_1 и k_2, в общем случае имеют вид

$$\mu_1 = \frac{B_1}{A_1} = -\frac{c_{11} - a_{11}k_1^2}{c_{12} - a_{12}k_1^2} = -\frac{c_{12} - a_{12}k_1^2}{c_{22} - a_{22}k_1^2};$$

$$\mu_2 = \frac{B_2}{A_2} = -\frac{c_{11} - a_{11}k_2^2}{c_{12} - a_{12}k_2^2} - \frac{c_{12} - a_{12}k_2^2}{c_{22} - a_{22}k_2^2}. \quad (22)$$

В данном случае $\mu_1 = -0,43$; $\mu_2 = 3,46$. Уравнения, определяющие первое главное колебание, примут следующий вид:

$$q_1 = A_1 sin(500t + \beta_1), \quad (23)$$

$$r_1 = -0,43A_1 sin(500t + \beta_1). \quad (24)$$

Уравнения, определяющие второе главное колебание:

$$q_2 = A_2 sin(1500t + \beta_2), \quad (25)$$

$$r_2 = 3,46A_2 sin(1500t + \beta_2). \quad (26)$$

Общее решение дифференциальных уравнений представляет собой сумму частных решений:

$$q=q_1+q_2=A_1\sin(500t+\beta_1)+A_2\sin(500t+\beta_2), \quad (27)$$

$$r = r_1 + r_2 = 0,43\ A_1\sin(1500t+\beta_1) + +3,46\ A_2\sin(1500t + \beta_2) \quad (28)$$

Значения A_i и β_i определяются по начальным условиям задачи.

Полученные решения позволяют усовершенствовать конструкцию рабочей камеры, размещая абразивные элементы в тех зонах цилиндрической обечайки, где клубень, контактирующий со стенкой камеры, наиболее интенсивно прижимается к рабочей поверхности. Эти зоны определяются с учетом скорости вращения клубня картофеля и собственной частоты колебаний рассмотренной системы из трех прилежащих к рабочей поверхности клубней.

В общем случае на геометрию расположения абразивных полос должны влиять упругие характеристики пружин – модули упругости мякоти картофеля. Следовательно, учет сезонных изменений структурно-механических свойств картофеля требует применения различных рабочих органов при очистке свежесобранного картофеля и картофеля, прошедшего определенный срок хранения. Кроме того, на частоту колебаний и, соответственно, на требуемую ширину абразивных полос будет влиять масса очищаемых клубней.

Проведем численное моделирование, применяя систему Mathcad. Рассмотрим для этого следующий интервал изменений массы клубней и коэффициента жесткости картофеля. Массу примем изменяющейся от m_1 = 0,18 кг до m_1 = 0,27 кг, а коэффициент жесткости – от c_1 = 135 Н/м до c_1=160 Н/м (причем при хранении жесткость уменьшается). Построим графики зависимости частот k_1 и k_2 от массы клубня и его жесткости.

Как выяснено ранее, к геометрическим параметрам рабочих органов относятся ширина абразивных полос и расстояние между ними. Для их расчета зададим следующие величины: ώ = 9,6 (рад/ с) – угловая скорость вращения клубня относительно стенок рабочей камеры, d = 0.48 (м) – диаметр рабочей камеры, l = d • π (м) – длина окружности рабочей камеры. Найдем ширину нанесения абразивных полос b(i):

$$b(i) := \omega \cdot \frac{1}{k_2(i)} \quad (29)$$

Выводы

Проведенный обзор литературы и анализ практического опыта свидетельствуют о том, что применяемые в настоящее время сплошные абразивные вкладыши на основе зерна карбида кремния и органических связок не могут обеспечить выполнение поставленных условий ресурсосбережения при необходимом качестве получения полуфабриката – очищенных овощей. Более того, они не отвечают современным требованиям по надежности. Настоящими исследованиями выяснено, что для решения указанных проблем целесообразно применение абразивных покрытий с заранее прогнозируемой топологией нанесения абразивного зерна Она, в частности, определяется частотой собственных колебаний очищаемого продукта, обуславливающей ширину наносимых абразивных полос. Для картофеля с учетом возможных колебаний массы клубней и сезонных изменений упругих свойств картофеля эта величина будет колебаться в пределах: от 8,14 мм (при массе 0,18 кг и жесткости 135Н/м) до 9,69 мм (при массе 0,27 кг и жесткости 160 Н/м).

ЛИТЕРАТУРА

1 Абдуллаева С.Ш., Нурмухамедов Х.С. Влияние острого пара на подсушку корнеплодов при очистке методом мгновенного сброса давления // Хранение и переработка сельхозсырья. 2016. №4. С. 12–16.

2 Алексеев Г.В., Аксенова О.И. Использование математического моделирования для ресурсосберегающих пищевых производств // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. 2014. № 3. С. 1–10

3 Черенков А.А., Гунар Л.Э. Повышение сохраняемости семенного картофеля в оригинальном семеноводстве // Хранение и переработка сельхозсырья. 2016. №5. С. 5–8.

4 Khripov A.A., Alekseev G.V. Method of rapid remote control of casein concentration in dairy products in unopened packages // Journal of Food Process Engineering. 2015. V. 38. № 1. P. 11–18.

5 Krasilnikov V.N., Alexeev G.V. Use of flaxseeds in the flour confectionery // International Food Research Journal. 2015. V. 22. № 3. P. 1156–1162.

REFERENCES

1 Abdullaeva S. Sh., Nurmukhamedov Kh. S. The effect of steam on the drying of KOR-nalogov in the purification method of the instant pressure relief. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya* [Storage and processing of agricultural products] 2016, no. 4, pp. 12–16. (in Russian).

2 Alekseev G.V., Aksenova O.I. The use of mathematical modeling for resursosberegayuschih food production. *Nauchnyi zhurnal NRU ITMO. Seriya: protsessy i apparaty pishchevykh proizvodstv* [Scientific journal ITMO. Series Processes and equipment for food production] 2014, no. 3, pp. 1–10 (in Russian).

3 Cherenkov A.A., Gunar L.E. Increasing the persistence of seed potatoes in the original seed *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya* [Storage and processing of agricultural products] 2016, no. 5, pp. 5–8 (in Russian).

4 Khripov A.A., Alekseev G.V., Method of rapid remote control of casein concentration in dairy products in unopened packages. Journal of food process engineering, 2015, vol. 38, no. 1, pp. 11–18.

5 Krasilnikov V.N., Alexeev G.V. Use of flaxseeds in the flour confectionery. International food research journal, 2015, vol. 22, no. 3, pp. 1156–1162.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Геннадий В. Алексеев, д.т.н., профессор, зав. кафедрой Процессы и аппараты пищевых производств, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, д.9, Россия, 191002, gva2003@mail.ru

Максим О. Карпов, магистр, кафедра Процессы и аппараты пищевых производств, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, д.9, Россия, 191002, vargfromfjord@mail.ru

Анна Г. Леу магистр, кафедра Процессы и аппараты пищевых производств, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, д.9, Россия, 191002, anna.lru@mail.ru

Шариати Мохаммад Али, Институт Бирлик, Табриз, Иран-научный сотрудник отдела, Всероссийский научно-исследовательской институт фитопатологии, Московская область, Одинцовский район, р.п. Большие Вяземы, ул. Институт, владение 5, Россия, 143050, shariatymohammadali@gmail.com

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Gennadii V. Alekseev doc. tech. sci., professor, head of department, Process and apparatus of food technologies department, Saint-Petersburg national exploratory university information technology, mechanical engineers and optometrists, Saint Petersburg, Lomonosova str., 9, Russia, 191002, gva2003@mail/ru

Maksim O. Karpov master student, Process and apparatus of food technologies department, Saint-Petersburg national exploratory university information technology, mechanical engineers and optometrists, Saint Petersburg, Lomonosova str., 9, Russia, 191002, vargfromfjord@mail.ru

Anna G. Leu master student, Process and apparatus of food technologies department, Saint-Petersburg national exploratory university information technology, mechanical engineers and optometrists, Saint Petersburg, Lomonosova str., 9, Russia, 191002, anna.lru@mail.ru

Shariati Mohammad Ali, TIT Birlik Institute, Tabriz, Iran, researcher at the Department, All-Russian Research Institute of Phytopathology, Moscow region, Odintsovo district, settlement Big Vyazemy Str. Institute, possession 5, Russia, 143050, shariatymohammadali@gmail.com

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Геннадий В. Алексеев предложил методику проведения исследований и организовал численный эксперимент

Максим О. Карпов обзор литературных источников по исследуемой проблеме, выполнил расчёты по кинематике

Анна Г. Леу консультация в ходе исследования, выполнила расчёты по динамике

CONTRIBUTION

Gennadii V. Alekseev proposed a scheme of the experiment and organized production trials

Maksim O. Karpov review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

Anna G. Leu consultation during the study, performed calculations on the dynamics

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

ПОСТУПИЛА 01.08.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 22.08.2016

RECEIVED 8.1.2016

ACCEPTED 8.22.2016

Оригинальная статья/Original article

УДК 534:663.2 (0.45)

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-26-29

Влияние ультразвука на кислотность вина и виноматериалов в процессе осветления в трубчатых мембранных фильтрах

Алексей А. Понедельченко [1] alexsey.ap@mail.ru

[1] кафедра Технологические машины и оборудование, Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий механики и оптики, ул. Ломоносова, 9, Санкт-Петербург, Россия

Реферат. Проведены исследования на экспериментальной ультразвуковой установке с использованием промышленного оборудования по розливу жидкостей и ультразвукового аппарата «Волна-М» УЗТА-1/22-ОМ по осветлению и фильтрации столовых вин, осуществляемых путем тангенциальной микрофильтрации с применением мембранных керамических фильтрующих элементов с размером пор 0,2 мкм при давлении 0,5–2,0 бар. Мембранная ультрафильтрация при наложении ультразвука амплитудой 30–40 мкм и частоте 20 кГц ± 1.65 Гц при высокой производительности фильтра и стабильности работы незначительно изменяет количественное содержание ценных компонентов вина. Но обращено внимание на повышение титруемой кислотности и pH среды в связи с возможной деструкцией и интенсификацией процессов этерификации высших кислот и спиртов. При этом в вине появляется более насыщенный плотный аромат и выраженный вкус с ягодными нотами, что наряду с физико-химическими показателями позволило улучшить органолептические характеристики и повысить дегустационную оценку вин. В то же время снижается содержание фенольных и азотистых веществ, что приводит к стабильности вин к белковым и коллоидным помутнениям. Появилась возможность отказаться от многократной регенерации керамических элементов фильтров для восстановления их производительности, а также от использования консервантов и антисептиков при высокой розливостойкости вин. Показано, что фильтрация с применением дозируемого ультразвука в виноделии позволяет не только снизить затраты на расходные материалы, оборудование и убрать некоторые традиционные технологические процессы, но и обеспечить при этом холодную стерилизацию виноматериалов с повышением их качества.

Ключевые слова: исследование, ультразвук, вино, виноматериалы, титруемая кислотность

The influence of ultrasound on wine and wine materials acidity during clarification process in tubular membrane filters

Aleksey A. Ponedelchenko [1] alexsey.ap@mail.ru

[1] technological machines and equipment department, St. Petersburg state university of information technologies of mechanics and optics. Lomonosova str., 9, St. Petersburg, Russia

Summary. Researches on the experimental ultrasonic installation were carried out, using industrial equipment for bottling liquids and ultrasonic apparatus "Volna-M" UZTA-1/22-OM, for clarification and filtering of table wines by tangential microfiltration using membrane ceramic filtering elements with a pore size of 0.2 micron at a pressure of 0.5-2.0 bar. Membrane ultrafiltration upon application of ultrasound of 30-40 microns amplitude and a frequency of 20 kHz ± 1.65 Hz at high filter performance and work stability changes the quantitative content of the valuable wine components slightly. But much attention to the increase of titratable acidity and pH medium due to possible degradation and esterification intensification of higher acids and alcohols was paid. At the same time more intense and rich aroma and distinct flavor with berry notes appears in wine that along with the physical- and chemical indicators helped to improve organoleptic characteristics and to increase the tasting evaluation of wines. At the same time, the content of phenolic and nitrogen compounds is reduced resulting in wines stability to protein and colloidal opacification. It became possible to refuse multiple regeneration of ceramic filter elements for the recovery of their performance, as well as the use of preservatives and antiseptics at a high wines bottling stability. It is shown that the filtration with the dosing of ultrasound in the wine industry allows not only reducing the cost of consumables, equipment and removing some of the traditional processes, but also providing the cold sterilization of wine materials with an increase in their quality.

Keywords: research, ultrasound, wine, wine materials, titrable acidity.

Введение

Во вторичном виноделии важное значение имеют процессы, происходящие при выдержке и фильтрации вина перед реализацией для придания винам требуемого вкуса, аромата и стабильности в хранении. Потребность в специальных помещениях и большие затраты ручного труда увеличивают стоимость вин, а возможные неизбежные изменения температуры и давления влияют на качественные показатели конечного продукта. Тепловая пастеризация также привносит не всегда желательные привкусы в вино. Сейчас исключительно большое внимание стали уделять обеспложивающей (стерильной) фильтрации вин и виноматериалов с применением фильтров с размером глубинных пор 0,5…0,2 мкм. При размерах клеток винных дрожжей 6 х 4 мкм, а бактериальных клеток и того меньше – (1,0…0,8) х 0,3 мкм, удалить их из вина достаточно трудно. При этом проблема засорения таких фильтров решена не полностью, даже если вместо тупиковой фильтрации использовать тангенциальную фильтрацию. При этом поток жидкости подают вдоль мембраны со скоростью 1,0–2,5 м/с, что обеспечивает смыв прилипших частиц с ее поверхности, и более длительное сохранение производительности процесса. Однако и такие фильтры при работе с винами теряют расчетную производительность, и требуется иметь параллельную секцию фильтров для периодической очистки их поверхности.

К новому способу фильтрации относится ультразвуковая мембранная технология,

Для цитирования

Понедельченко А. А. Влияние ультразвука на кислотность вина и виноматериалов в процессе осветления в трубчатых мембранных фильтрах // Вестник ВГУИТ. 2016. № 3. С. 26–29. doi:10.20914/2310-1202-2016-3-26-29

For citation

Ponedelchenko A. A. The influence of ultrasound on wine and wine materials acidity during clarification process in tubular membrane filters. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 3. pp. 26–29. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-3-26-29

которая позволяет дозировано воздействовать на отдельные компоненты виноматериалов. Изменяя подводимую мощность и частоту ультразвука, возможно при фильтрации избирательно разрушать длиннополимерные соединения и существенно ускорять реакции этерификации, придавая новые ароматные нотки винам.

Обработка ультразвуком нарушает равновесие процессов в созревании вин, идет дополнительное возникновение новых эфиров и низкомолекулярных органических кислот, изменяющих органолептические показатели вина и его кислотность. То есть, фактически под действием ультразвука происходит ускоренный процесс старения вина. Причем весьма важно распределить энергию звуковой волны равномерно в объеме потока обрабатываемого виноматериала, например, параллельно с процессом микрофильтрации. В этом случае эффекты ультразвука воздействуют в каждой микропоре вибрирующего фильтра, к тому же препятствуя их засорению.

Предполагается, что повышение кислотности изменит не только дегустационные показатели, но и физические свойства вин, положительно влияющих на стойкость их в хранении. Кислотность здесь играет одну из ведущих ролей и является одним из основных показателей химического состава и дегустационной оценки. Кислотность вина обусловлена в основном присутствием в вине алифатических оксикислот: винной, яблочной и лимонной, как наиболее сильных. Их общая доля во вкусовых ощущениях достигает 80–90%. Вино с лучшим вкусом и букетом получается при отношении винной кислоты к яблочной 3 и выше. Кислотность – не только важный вкусовой показатель вина, это отличительный химический признак напитка. Активная кислотность вина играет важную роль в процессе формирования и созревания вина, определяет соотношение продуктов брожения, склонность вина к окислению, кристаллическим, биологическим, коллоидным помутнениям, металлическим кассам [2]. Активная кислотность столовых вин (pH) объективно колеблется в пределах 3,0–4,2, а титруемая кислотность 5–7 г/дм^3 в пересчете на винную кислоту [3].

На кафедре технологических машин и оборудования ИТМО проведены исследования на экспериментальной ультразвуковой установке мембранной ультрафильтрации по осветлению и фильтрации красных вин с показателем средней кислотности из виноградных сортов Изабелла, Каберне и Совиньон, осуществляемых путем тангенциальной микрофильтрации с использованием мембранных керамических фильтрующих элементов с размером пор 0,2 мкм при давлении 0,5–2,0 бар. Виноматериалы имели титруемую кислотность 3,3–3,4 г/дм^3, остаточную сахаристость 1,2–5 г./100 см^3 и объемную долю этилового спирта 11,4–12,2%. Фильтрацию виноматериала проводили в потоке через секцию трубчатого керамического фильтра с полезным объемом 300 см^3, жестко закрепленного на концентраторе ультразвукового излучателя (рисунок 1).

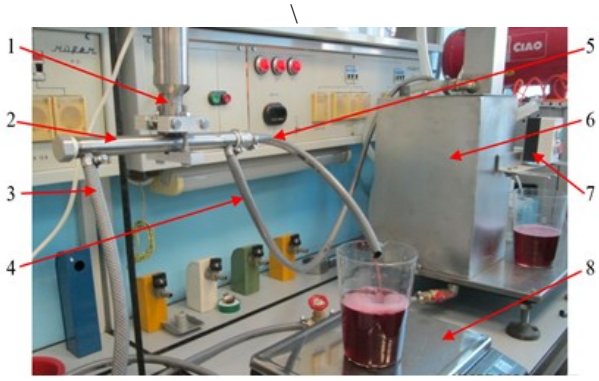


Рисунок 1. Крепление на концентраторе ультразвукового излучателя секции трубчатого керамического фильтра. 1) Концентратор ультразвукового излучателя; 2) Керамический мембранный фильтр; 3) Входной трубопровод; 4) Трубопровод концентрата; 5) Трубопровод фильтрата; 6) Емкость с вином; 7) Насос; 8) Весы для контроля производительности

Figure 1. Fastening on the ultrasonic emitter concentrator of the tubular ceramic filter section. 1) Ultrasonic emitter concentrator; 2) Ceramic membrane filter; 3) Entrance pipeline; 4) Concentrate pipeline; 5) Filtrate pipeline; 6) Container with wine; 7) Pump; 8) Scales for control of productivity

Одной из задач исследования было определение изменения кислотности виноматериала при прохождении через фильтр и вводимой мощности ультразвука до 500 Вт и амплитуде колебаний до 40 мкм при частоте 22 ± 1,65 кГц.

Влияние ультразвука при мощностях 0; 20; 40; 60 80 и 100% ультразвукового генератора аппарата «Волна – М» УЗТА-1/22-ОМ на содержание титруемой кислотности и pH кислотности, представлено на рисунках 2 и 3.

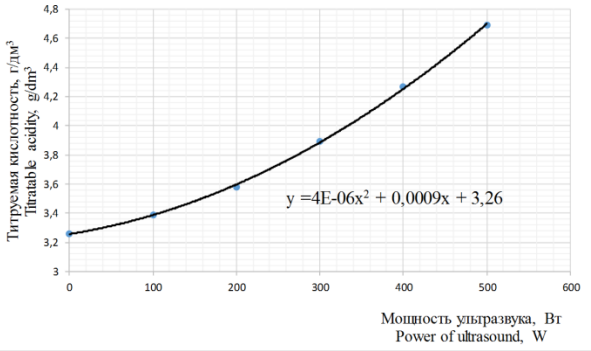


Рисунок 2. Изменение титруемой кислотности вина сорта Изабелла в зависимости от мощности ультразвукового излучателя, наложенной на фильтр

Figure 2. Titrable acidity variation (for Isabella wine grade) depending of the ultrasonic emitter power applied on the filter

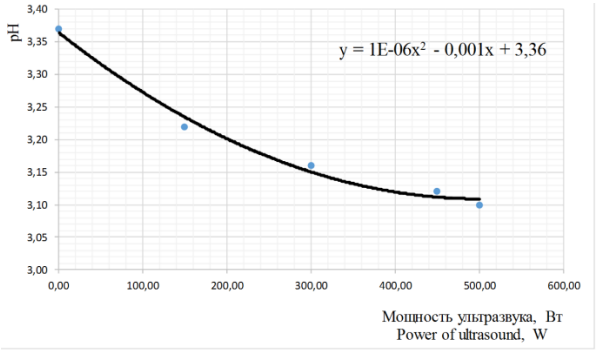


Рисунок 3. Изменение pH вина сорта Изабелла в зависимости от мощности колебаний ультразвукового излучателя, наложенных на фильтр

Figure 3. Wine pH variation (for Isabella wine grade) depending of the ultrasonic emitter oscillation power applied on the filter

То есть в течение нескольких минут воздействия ультразвука для тихих вин титруемая кислотность поднимается от 3,3 до 4,7 г/дм^3 без добавления химических реагентов.

Из рисунка 3 видно, что реакции деструкции высших кислот при мощности более 400 Вт ускоряются, что в дальнейшем отражается отрицательно на органолептических характеристиках вина. Поэтому рабочий диапазон обработки столовых вин следует поддерживать в диапазоне 150–400 Вт.

Результаты экспериментального исследования влияния ультразвука в процессе осветления вин и виноматериалов показали повышение титруемой кислотности, что для виноградных вин сказывается положительно на вкусовых качествах и при хранении.

Таблица 1

Дегустационная оценка вина после обработки в ультразвуке

Table 1

Tasting assessment of the wine after ultrasound processing

Наименование показателя Name of an indicator	Характеристика Characteristic
Прозрачность Transparence	Искристо-прозрачное, осадок и посторонние включения отсутствуют Sparkling-clear, the deposition and foreign particles are absent
Цвет / Color	Красно-рубиновый / Red and ruby
Аромат Aroma	Мягкий, соответствующий сорту Изабелла, посторонние тона и тона окисленности отсутствуют Soft, corresponding to an Isabella grade, foreign tone and tone of oxidation are absent
Вкус Taste	Гармоничный, чистый, соответствующий сорту, свежий Harmonious, pure, corresponding to a grade, fresh

Таблица 2

Физико-химические показатели готового продукта

Table 2

Physical and chemical characteristics of the finished product

Наименование показателя Name of an indicator	Единица измерения Unit of measurement	Нормы Rate
Объемная доля этилового спирта / Volume fraction of ethyl alcohol	%, об.	9,0–13,0
Массовая концентрация сахаров, не более / Mass concentration of sugars, no more	г/дм^3 g/dm^3	4,0
Массовая концентрация титруемых кислот в пересчете на винную кислоту, не менее / Mass concentration of titrable acids in terms of wine acid, not less	г/дм^3 g/dm^3	4,5
Массовая концентрация летучих кислот в пересчете на уксусную кислоту, не более / Mass concentration of flying acids in terms of acetic acid, no more	г/дм^3 g/dm^3	1,0

Показано, что фильтрация с применением дозируемого ультразвука в виноделии позволяет не только снизить затраты на материалы, оборудование и убрать некоторые традиционные технологические процессы, но и обеспечить при этом холодную стерилизацию виноматериалов с повышением их качества.

Появилась возможность отказаться от многократной регенерации керамических элементов фильтров для восстановления их производительности, а также от использования консервантов и антисептиков при высокой розливостойкости вин.

Заключение

Использование предлагаемого способа производства столовых вин обеспечивает по сравнению с существующими способами следующие преимущества: получено биологически стабильное вино, качество которого улучшено на 0,3 балла; упрощается процесс производства вина и сокращаются производственные затраты за счет исключения из цикла производства применения консервантов, пастеризации и многократного использования холода.

ЛИТЕРАТУРА

1 Хильшер К. Ультразвук – инновационная технология изготовления вина. // Ликероводочное производство и виноделие. 2011. № 11. С. 18–20.

2 Рожнов Е.Д., Кузовников Ю.М, Хмелев В.Н. Влияние ультразвука на процесс осветления облепихового виноматериала // Виноделие и виноградарство. 2011. №5. С. 14-15.

3 Филонова Г.Л., Гернет М.В., Ковалева И.Л. Ультразвук и биокатализ – радикальное звено в технологии экстрактов из растительного сырья // Пиво и напитки. 2013. № 3. С. 18–21.

4 Кишковская С.А. Регулирование титруемой кислотности в виноградном сусле, мезге и виноматериалах // Виноделие и виноградарство. 2004. № 4. С. 31-32.

5 Макаров А.С., Ермолин Д.В., Гержикова В.Г. Влияние подкисления винома-териалов на их склонность к кристаллическим помутнениям // Виноградарство и виноделие. 2011. № 3. С. 25-27

6 Агеева Н.М., Лифарь Г.В., Мартинес А. Применение ферментных препаратов Лафаза при производстве красных столовых вин // Виноделие и виноградарство. 2011. №1. С. 26-27.

7 Ногниченко Л.Э., Агеева Н.М. Изменение качества вина в процессе хранения // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2011. №7. С. 127–132.

8 Shestakov S., Krasulya O. Research and application experience sonochemical technologies in the food industry // Technical Acoustics. 2010. № 10.

9 Bird D. Understanding wine technology: the science of wine explained. United Kingdom, Newarkl: Dbqa Publishing, 2010. 326 p.

10 Tiwari B.K., Patras A., Brunton N., Cullen P.J. et al. Effect of ultrasound processing on anthocyanins and color of red grape juice // Ultrasonics Sonochemistry. 2010

REFERENCES

1 Hilsher K. Ultrasonic – innovative manufacturing techniques of wine. *Likerovodochnoe proizvodstvo i vinodelie* [Alcoholic beverage production and winemaking] 2011, no. 11, pp. 18-20. (in Russian).

2 Rozhnov E. D., Kuzovnikov Yu. M, Khmelev V. N. Influence of ultrasound on process of clarification of sea-buckthorn wine material. *Vinodelie i vinogradarstvo* [Winemaking and wine growing] 2011, no. 5, pp. 14-15. (in Russian).

3 Filonova G. L., Gernet M. V., Kova-leva I. L. Ultrasonic and a biocatalysis – a radical link in technologies of extracts from vegetable raw materials. *Pivo i napitki* [Beer and drinks] 2013, no. 3, pp. 18-21. (in Russian).

4 Kishkovskaya S.A. Regulation of titrable acidity in a grape mash, alburnum and wine materials. *Vinodelie i vinogradarstvo* [Winemaking and wine growing] 2004, no. 4, pp. 31-32. (in Russian).

5 Makarov A. S., Ermolin D. V., Ger-zhikova V. G. Influence of acidulation of wine materials on their tendency to crystal blurred. *Vinodelie i vinogradarstvo* [Winemaking and wine growing] 2011, no. 3, pp. 25-27(in Russian).

6 Ageeva N. M., Lifar G. V., Martinez A. Use of fermental medicines of Lafaz in case of production of red table wines. *Vinodelie i vinogradarstvo* [Winemaking and wine growing] 2011, no. 1, pp. 26-27. (in Russian).

7 Nognichenko L.E., Ageev N. M. Change of quality of wine in the course of storage. *Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii* [Fruit growing and wine growing of the South of Russia] 2011, no. 7, pp. 127-132. (in Russian).

8 Shestakov S., Krasulya O. Research and application experience sonochemical tech-nologies in the food industry. Technical Acoustics, 2010, no. 10.

9 Bird D. Understanding wine technology: the science of wine explained. United Kingdom, Newarkl, Dbqa Publishing, 2010. 326 p.

10 Tiwari B.K., Patras A., Brunton N., Cullen P.J. et al. Effect of ultrasound processing on anthocyanins and color of red grape juice. Ultrasonics Sonochemistry, 2010.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Алексей А. Понедельченко аспирант, кафедра технологические машины и оборудование, Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий механики и оптики, ул. Ломоносова, 9, Санкт-Петербург, Россия, alexsey.ap@mail.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Aleksey A. Ponedelchenko graduate student, technological machines and equipment department, St. Petersburg state university of information technologies of mechanics and optics. Lomonosova str., 9, St. Petersburg, Russia, alexsey.ap@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Алексей А. Понедельченко написал рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несет ответственность за плагиат, обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провел эксперимент, выполнил расчеты.

CONTRIBUTION

Aleksey A. Ponedelchenko wrote the manuscript, correct it be-fore filing in editing and is responsible for plagiarism, review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, per-formed computations

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST

The author declare no conflict of interest.

ПОСТУПИЛА 03.08.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 24.08.2016

RECEIVED 3.8.2016

ACCEPTED 8.24.2016

Оригинальная статья/Original article

УДК 664.2.03

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-30-36

Совершенствование гидроциклонных установок для линий производства крахмала

Николай Р. Андреев [1] vniik@arrisp.ru
Дмитрий Н. Лукин [1] dmitry.lukin@inbox.ru
Юрий А. Холмянский [1]
Татьяна Р. Карпенко [1]

[1] Всероссийский научно-исследовательский институт крахмалопродуктов, Красково, Московской обл., 140051, Россия, vniik@arrisp.ru

Реферат. Мультициклонные установки содержат до 15 ступеней разделения (мультициклонов). Повышение качества работы при уменьшении количества ступеней разделения может быть достигнуто увеличением выхода крахмала из ступени при уменьшении выхода жидкой фазы. Для достижения этого за ступень разделения приняли не отдельный мультициклон, а соединение трёх мультициклонов по перекрёстной схеме. Показано, что у ступени разделения, состоящей из трёх мультициклонов, изменение в перераспределении компонентов суспензии происходит за счёт конструктивного решения ступени разделения, в которой жидкие сходы соединяются только с жидкими сходами, а сгущённые сходы – только со сгущенными. В данной ступени получено увеличение выхода крахмала в сгущённом сходе при уменьшении выхода всего продукта, и в одной ступени получен более качественный крахмал, т. к. его стало больше в сгущённом сходе ступени. Однако и при таком соединении мультициклонов крахмал попадает в жидкий сход каждой ступени, который поэтому дополнительно сгущается для выделения крахмала путём соединение четырёх мультициклонов в одну ступень разделения. Новая многоступенчатая мультициклонная установка состоит из 12 мультициклонов вместо 15, что уменьшает капитальные и эксплуатационные расходы. Таким образом, возможно, манипулируя схемой соединения микроциклонов в установке, получить требуемый технологический результат с улучшенными экономическими показателями. ВНИИ крахмалопродуктов разработаны линии по переработке картофеля на сухой крахмал мощностью 10 и 50 т в сутки по исходному сырью на базе гидроциклонных установок, что позволяет организовать без больших капитальных затрат новое производство. Для исключения влияния входного потока на качество фракционирования суспензии разработана конструкция гидроциклона с изменённым внешним способом подачи суспензии, при котором в микрогидроциклон подаётся уже вращающийся поток продукта.

Ключевые слова: гидроциклонные установки, мультициклон, ступени разделения, крахмал, суспензия, жидкий сход, сгущенный сход

Improvement of hydrocyclone installations for starch production lines

Nikolai R. Andreev, [1] vniik@arrisp.ru
Dmitrii N. Lukin, [1] dmitry.lukin@inbox.ru
Yuri A. Kholmyanskii, [1]
Tatiana P. Karpenko [1]

[1] Research all-Russian Institute of starch products, Kraskovo, Moscow region, 140051, Russia

Summary. Multicyclonic installations contain up to 15 steps of division (multicyclones). Improvement of work quality at the reduction of quantity of steps of division can be reached by increasing an starch yield from the step with the reduction of an exit of a liquid phase. To achieve that, a connection of three multicyclones according to the cross scheme is used as for a step of division instead of a separate multicyclone. It is shown that at the three multicyclones a step of division of change in redistribution of suspension components is created the design solution of the division step where liquid products are going out with only to liquid ones, and condensed products – only with condensed ones. At this step the starch yield increases in the condensed product while reducing the end product volume; therefore is received in one step the higher quality starch because of its increased quantity in the condensed descent product step. However, at such connection of multicyclones starch gets to a liquid descent of each step, therefore it is condensed additionally to release starch by con-necting of four multicyclones in to one step of division. New multistage multicyclonic installation consists of 12 multicyclones instead of 15 ones. That reduces capital and operational costs. Thus, varying manipulating the scheme of microcyclones connection in the unit, it is possible to receive the required technological result with the improved economic indicators. All-Russian Research Institute of starch products has developed lines of potato processing for dry starch on the basis 10 and 50 t / per day of initial raw materials using hydrocyclone installations. That allows to organize a new production without big capital expenditures. The hydrocyclone design with the changed external way of supply of suspension is developed at which the flow enters the already rotating product to exclude the influence of an inflow on the quality of suspension fractionation..

Keywords: hydrocyclone installations, a multicyclone, division steps, starch, suspension, a liquid product, the condensed product.

Для цитирования

Андреев Н. Р., Лукин Д. Н., Холмянский Ю. А., Карпенко Т. Р. Совершенствование гидроциклонных установок для линий производства крахмала // Вестник ВГУИТ. 2016. № 3. С. 30–36. doi:10.20914/2310-1202-2016-3-30-36

For citation

Andreev N. R., Lukin D. N., Holmyanskii Yu. A., Karpenko T. R. Improvement of hydrocyclone installations for starch production lines. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 3. pp. 30–36. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-3-30-36

Введение

Одной из наиболее сложных операций в крахмальном производстве является очистка крахмала от взвешенных и растворимых примесей. Для этой цели могут быть использованы различные машины и агрегаты: барабанные, барабанно-струйные, центробежно-лопастные, дуговые, сотрясательные сита, барабанные вакуум-фильтры, шнековые осадительные центрифуги, тарельчатые сепараторы с частотой вращения роторов 5–6 тыс. об/мин и фактором разделения 3–4 тыс. [1, 2]. Все эти аппараты в настоящее время могут быть заменены установками гидроциклонов, диаметр цилиндрической части которых для повышения эффективности осаждения крахмала уменьшен до 20–30 мм, а фактор разделения выше, чем у большинства применяемых аппаратов. Производительность одного микрогидроциклона невелика – около 0,5 м^3 крахмального молока концентрацией 6–7% сухих веществ (СВ) в час, поэтому применяют мультициклоны – батареи гидроциклонов, включающих большое количество параллельно работающих микрогидроциклонов. ВНИИ крахмалопродуктов разработал и внедрил в производство станции гидроциклонов производительностью 100 и 200 т/сут. картофеля [2].

Мультициклонные установки содержат до 15 ступеней разделения (мультициклонов), соединённых в единый аппарат. Большое количество ступеней является существенным недостатком подобных установок, так как требует повышенного расхода электроэнергии и металла, увеличения расходов на изготовление установок, на приобретение насосов, электродвигателей и т. п.

Уменьшение количества ступеней разделения является важным фактором для эффективного применения многоступенчатых гидроциклонных установок в крахмальном производстве.

В картофелекрахмальном производстве работают мультициклонные установки на выделении крахмала из картофельной кашки (измельчённый картофель), содержащие 15 ступеней разделения (мультициклонов), соединённых между собой по противоточной схеме.

Большое количество ступеней вызвано необходимостью максимально исключить потери крахмала при выделении мезги и растворимых веществ. Для этого в микроциклонах, которые установлены в мультициклонах, увеличивают диаметр отверстия для выхода сгущённого схода d_2 (рисунок 1), содержащего в основном крахмал, что уменьшает количество его уноса с жидким сходом.

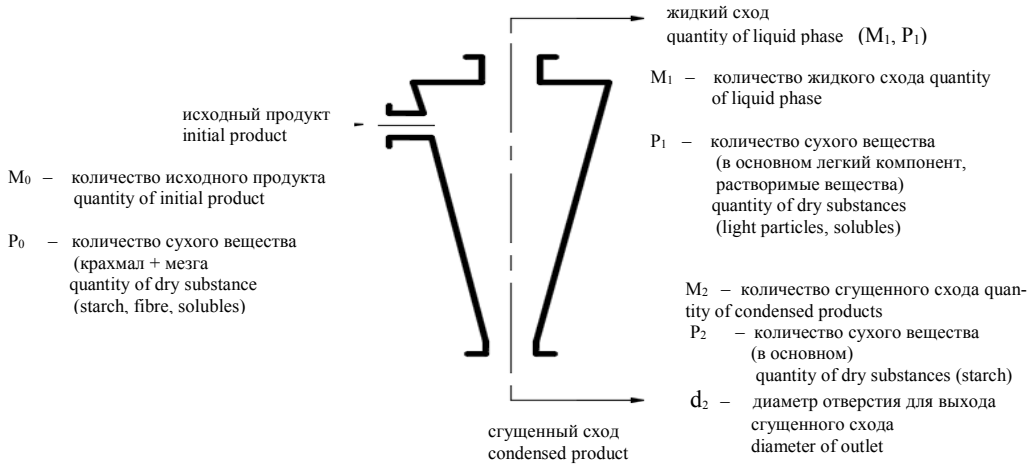


Рисунок 1. Микроциклон

Figure 1. Microcyclone

При этом ухудшается качество промывания крахмала, т. к. вместе с ним через отверстие d_2 в сгущённый сход попадает увеличенное количество жидкой фазы суспензии, содержащей растворимые вещества и мезгу. Ухудшение промывания в одной ступени компенсируется применением большего количества ступеней и наличием имеющей технологические преимущества противоточной промывки, при которой выделенные с жидким сходом на каждой ступени примеси вновь возвращаются в установку на предыдущую ступень и вновь требуется их выделение. Поэтому важной задачей для подобных установок является уменьшение количества ступеней обработки исходного продукта с получением качественного крахмала при его максимальном выходе. Уменьшение количества ступеней обработки возможно только за счёт более качественной работы каждой ступени. Повышение качества работы может быть достигнуто увеличением выхода крахмала из ступени при уменьшении выхода жидкой фазы.

Поясним этот вывод примером, для чего введём некоторые определения и обозначения, принятые в крахмалопаточном производстве. Работа одного микроциклона, как и ступени разделения (мультициклонов), характеризуется двумя коэффициентами – φ и δ [3]. Коэффициент δ показывает, какая часть от исходного количества продукта (крахмал + жидкая фаза с примесями) M_o (рисунок 1) поступает в сгущённый сход M_2:

$$\delta = M_2 / M_o. \quad (1)$$

Коэффициент φ характеризует часть исходного крахмала P_o, поступающего в сгущённый сход P_2 (рисунок 1):

$$\varphi = P_2 / P_o. \quad (2)$$

Значения этих коэффициентов у микроциклона зависят от его конструктивных параметров. Наиболее легко эти параметры изменяются при изменении диаметра отверстия микроциклона d_2, коэффициенты φ и δ микроциклона определяются экспериментально. Эти коэффициенты связаны между собой функционально: φ = f (δ), увеличение или уменьшение δ микроциклона всегда ведёт соответственно к увеличению или уменьшению коэффициента φ. Иными словами, желание выделить в микроциклоне как можно больше крахмала обязательно ведёт к увеличению выхода всего продукта вместе с примесями. На практике для уменьшения потерь крахмала применяют микроциклоны с φ = 0,8–0,9, что приводит к высоким коэффициентам δ, равным 0,3–0,4. Для изменения этой нежелательной функциональной связи за ступень разделения приняли не отдельный мультициклон, а соединение трёх мультициклонов по перекрёстной схеме (рисунок 2), в которой возможно увеличение φ ступени при уменьшении коэффициента δ ступени, что доказано расчётами и опытной проверкой.

Иными словами, возможно увеличение выхода крахмала в сгущённом сходе при уменьшении жидкой фазы в этом сходе. Это изменение в перераспределении компонентов суспензии происходит за счёт конструктивного решения ступени разделения, в которой жидкие сходы соединяются только с жидкими сходами, а сгущённые сходы – только со сгущёнными. У такой ступени разделения, состоящей из трёх мультициклонов с коэффициентами, например φ = 0,8; δ = 0,3, $\varphi_{ст.}$ и $\delta_{ст.}$ определяются по следующим формулам:

$$\varphi_{ст.} = 2\varphi^2 - \varphi^3 / 1 + \varphi^2 - \varphi; \quad (3)$$

$$\delta_{ст.} = 2\delta^2 - \delta^3 / 1 + \delta^2 - \delta, \quad (4)$$

откуда $\varphi_{ст.} = 0{,}914$, а $\delta_{ст.} = 0{,}194$. (5)

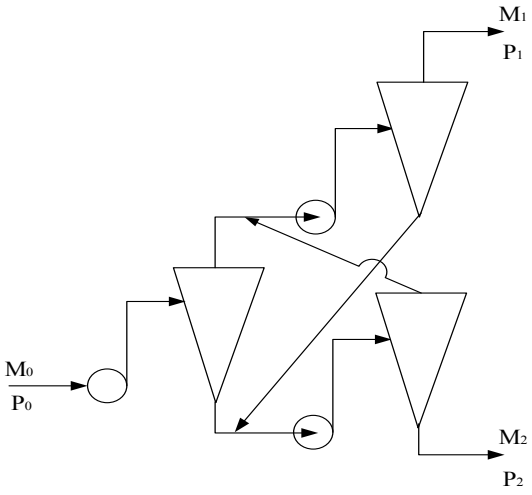


Рисунок 2. Ступень, состоящая из трёх мультициклонов

Figure 2. Stage consists of three multicyclones

Таким образом, в данной ступени получено увеличение выхода крахмала в сгущенном сходе на 11,4% (с 80 до 91,4%) при уменьшении выхода всего продукта на 10,6% (с 30 до 19,4%). В одной ступени получен более качественный крахмал, т. к. его стало больше в сгущённом сходе ступени. Однако и при таком соединении мультициклонов не удаётся выделить 100% крахмала, и он попадает в жидкий сход каждой ступени. Поэтому жидкий сход каждой ступени необходимо дополнительно сгустить для выделения крахмала. Такое соединение, состоящее из четырёх мультициклонов (рисунок 3), положено в основу проектирования новой более эффективной гидроциклонной установки.

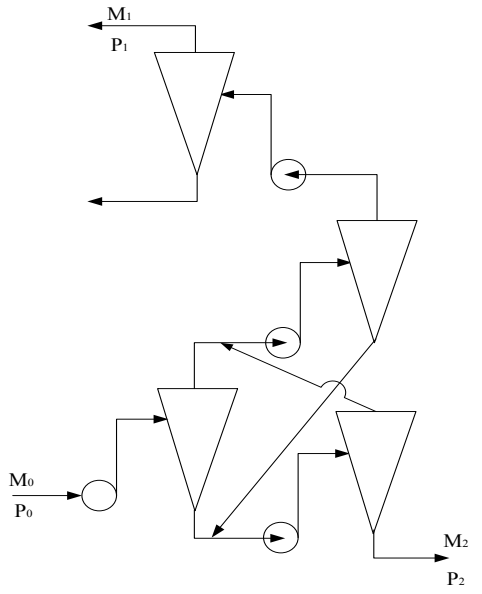


Рисунок 3. Ступень, состоящая из четырёх мультициклонов

Figure 3. Stage consist of four multicyclones

Новая многоступенчатая мультициклонная установка (рисунок 4) состоит из 12 мультициклонов (с насосами), объединённых в три блока I; II; III, которые в установке соединены противоточно по жидкому сходу.

Общее уменьшение мультициклонов в установке обеспечивается более эффективной работой каждой ступени, которое стало возможным при увеличении коэффициента $\varphi_{ст.}$ и понижении коэффициента $\delta_{ст.}$ Использование для процесса 12 мультициклонов вместо 15 экономит энерго- и металлозатраты, что уменьшает капитальные и эксплуатационные расходы.

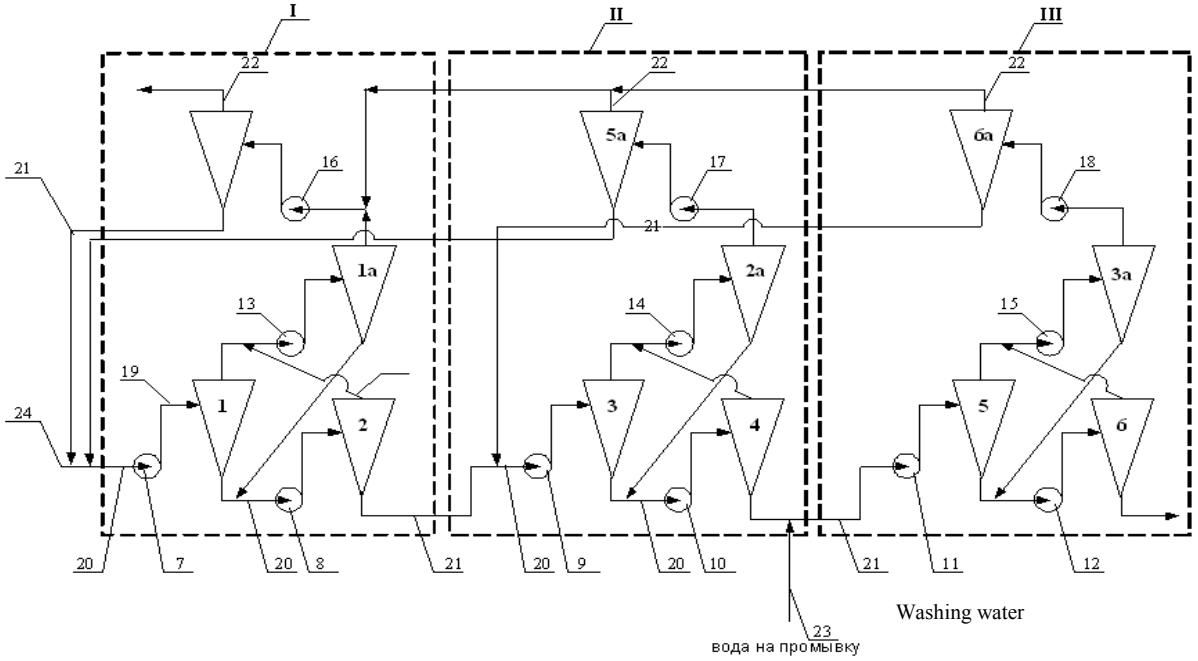


Рисунок 4. Схема гидроциклонной установки

Figure 4. Scheme of hydrocyclone installation

При нормальной работе установки исходная суспензия, картофельная кашка через патрубок 24 поступает в патрубок 20 насоса 7 и через патрубок 19 подаётся в мультициклон 1 блока I. Под действием центробежной силы, которая развивается в микроциклонах, установленных в мультициклоне, происходит разделение продукта на сходы – сгущённый, обогащённый крахмалом и жидкий, обогащённый мезгой и растворимыми примесями. Сгущённый сход с мультициклона 1 смешивается со сгущённым сходом мультициклона 1а и насосом 8 подаётся в мультициклон 2 блока I; жидкие сходы мультициклонов 1 и 2 смешиваются и насосом 13 подаются в мультициклон 1а для выделения крахмала из жидкого схода. Жидкий сход мультициклона 1а смешивается с жидкими сходами мультициклонов 5а и 6а. Эта смесь насосом 16 подаётся в мультициклон 4а для дополнительного выделения крахмала во избежание его потерь. Жидкий сход мультициклона 4а, содержащий мезгу и растворимые вещества, выводится из установки. Сгущённый сход мультициклона 4а соединяется с исходным продуктом, несколько разбавляя его, чем уменьшает содержание растворимых веществ в исходном продукте, поступает в насос 20 и далее по схеме.

Сгущённый сход блока I, он же сгущённый сход мультициклона 2, смешивается со сгущённым сходом мультициклона 6а блока III, который разбавляет его, и насосом 9 этот продукт подаётся для разделения в блок II. Распределение продуктов в нем происходит аналогично блоку I. Густой сход мультициклона 5а блока II для создания противотока возвращается на вход ступени I.

Густой сход блока II, он же густой сход мультициклона 4, содержащий крахмал, очищенный от примесей, соединяется с чистой водой, поступающей из патрубка 23, разбавляется и насосом 11 для окончательной очистки подаётся в блок III. Густой сход блока III (мультициклона 6) представляет собой суспензию, содержащую крахмал с незначительным (допустимым) количеством примесей. Густой сход ступени 6а в соответствии с принципом противотока поступает на вход блока II. Распределение продуктов внутри блока III происходит аналогично блокам I и II.

Таким образом, возможно, не меняя конструктивные размеры микроциклонов, манипулируя схемой соединения их в установке, получить требуемый технологический результат с улучшенными экономическими показателями. Конструкция мультициклонной установки защищена патентом РФ [4].

Уменьшение количества ступеней возможно не только при рационализации схемы соединения мультициклонов в установке, но и за счёт изменения работы гидроциклона (микроциклона), являющегося основным рабочим элементом каждой ступени.

Как известно, работа гидроциклона заключается в придании вращения суспензии внутри корпуса гидроциклона с целью создания центробежной силы, необходимой для послойного распределения частиц в зависимости от их массы и размера.

Вращение потока внутри гидроциклона образуется за счёт струи продукта, входящего в него под давлением по касательной к внутренней поверхности корпуса гидроциклона. Чем равномернее, без срывов вращается столб продукта внутри гидроциклона, тем эффективней идёт распределение частиц по слоям. Более тяжёлые частицы вращаются ближе к стенке аппарата, более лёгкие – ближе к центру, что даёт возможность частицам распределиться между жидким и сгущённым сходами.

На вращение продукта и его распределение по сходам влияют внутренний диаметр цилиндрической части гидроциклона, диаметры отверстий для выхода сходов, угол конусности, шероховатость внутренней поверхности, давление, с которым продукт подают в гидроциклон и т. д.

В процессе исследований за длительный период были определены оптимальные размеры и режимы работы гидроциклонов в зависимости от размеров частиц суспензии.

Эффективность работы гидроциклонов определяли не по изменению гидравлических характеристик потока, величине и направлению скоростей внутри него, поскольку их сложно измерить и установить влияние той или иной скорости, а по технологическим характеристикам, определяемым коэффициентами φ и δ. Чем выше коэффициент φ, а коэффициент δ ниже, тем эффективней работает аппарат. Коэффициенты определяли, измеряя массы сходов и содержание в них сухих веществ.

Исследования показали, что одним из основных параметров в конструкции гидроциклона (микроциклона), существенно влияющим на ход процесса разделения суспензии, является размер и расположение входного отверстия. Именно его параметры могут частично или полностью разрушить равномерное вращение продукта внутри корпуса гидроциклона. Неправильно оформленное и расположенное отверстие ухудшает коэффициент φ на 10–15%, т. е. уменьшает выход частиц суспензии со сгущённым сходом. При этом на коэффициенте δ нестабильное вращение слоя не сказывается, т. е. общее количество продукта в нижнем сходе не изменяется, следовательно, ухудшается качество выделяемого продукта. Отчего это происходит?

Утверждается, что во всех известных конструкциях гидроциклонов ввод продукта внутрь производится по касательной к его внутренней поверхности [5]. Однако это утверждение относится только к внешнему слою потока, входящего в гидроциклон, остальная часть потока попадает внутрь по хорде, а не по касательной. Внутренние слои потока не способствуют вращению, а наоборот тормозят вращение продукта внутри гидроциклона, уменьшая его окружную скорость и, следовательно, величину центробежной силы (рисунок 5-а). Уменьшение центробежной силы приводит к ухудшению фракционирования и коэффициента φ.

Для частичного исключения влияния входного потока на работу гидроциклонов иногда применяют гидроциклоны с более плавным вводом продукта в аппарат по тангенциально-спиральному каналу (рисунок 5б).

Внутри аппарата происходит эффективный процесс фракционирования, что подтверждается более высоким φ [5].

Мультициклонная установка с использованием патентов изготовлена на опытном заводе ВНИИ крахмалопродуктов и внедрена в цехе по переработке некондиционного картофеля на овощной базе г. Липецка.

С 1990 г. в Российской Федерации выработка картофельного крахмала сократилась, в зависимости от валовых сборов картофеля, в 4–6 раз. Многие картофелекрахмальные предприятия не выдержали конкуренцию с зарубежными, имеющими мощную государственную поддержку. Внутренний рынок потребления этого, весьма необходимого для некоторых отраслей промышленности крахмала (в которых неприемлемо использование зернового крахмала), на 70–80% покрывается за счёт поставок из стран ближнего и дальнего зарубежья. При этом Россия ежегодно импортирует сырьё и продовольствие в объёмах, значительно превышающих господдержку сельского хозяйства.

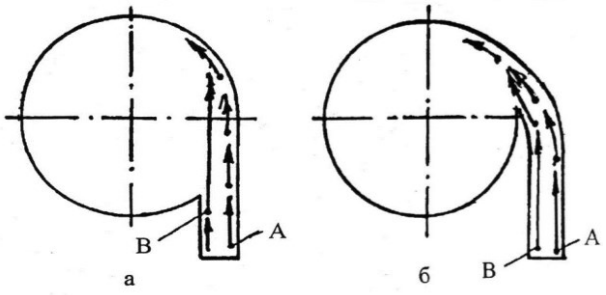


Рисунок 5. Схема ввода продукта в гидроциклон: a – ввод продукта по тангенциальному каналу; b – ввод продукта по тангенциально-спиральному каналу; A, B – внешний и внутренний слой продукта в канале

Figure 5. The scheme of suspension inlet to hydrocyclone: a – product input to tangential channel; b – product input to tangential-spiral channel; A, B - external and internal layer of product in channel.

Однако и в этой конструкции, хотя и в меньшей мере, входные потоки пересекаются, уменьшая окружную скорость. Для исключения влияния входного потока на качество фракционирования суспензии разработана конструкция гидроциклона с так называемым внешним способом подачи суспензии, при котором в аппарат подаётся уже вращающийся поток продукта [6].

Гидроциклон, как принято, состоит из цилиндроконического корпуса и крышки, имеет два отверстия по оси аппарата для отвода продуктов фракционирования суспензий на сгущённый и жидкий сходы. С внешней стороны цилиндрической части корпуса гидроциклона выполнено углубление прямоугольной формы по винтовой линии в один виток. Винтовая линия поднимается снизу вверх до верхнего обреза корпуса гидроциклона. На винтовую часть корпуса одевается крышка (рисунок 6), образующая с внешней стороны корпуса гидроциклона винтообразный канал для подачи суспензии внутрь гидроциклона. Для плотного прилегания крышки к винтовой части корпуса внутреннюю поверхность крышки и внешнюю часть винтовой линии делают коническими, что обеспечивает герметичность соединения крышки и корпуса.

В таком виде гидроциклон работает следующим образом: исходную суспензию под давлением подают в отверстие входного канала, двигаясь по которому продукт приобретает окружную скорость, поднимается вверх до кромки корпуса, упирается в крышку и направляется внутрь корпуса гидроциклона. Весь поток, попав в аппарат, продолжает вращаться вокруг его оси, причём слои потока не пересекаются и не тормозят движение друг друга.

С учётом наметившейся потребности малого и среднего бизнеса в организации малотоннажных производств, во ВНИИ крахмалопродуктов разработаны линии по переработке картофеля на сухой крахмал мощностью 10 и 50 т в сутки по исходному сырью на базе гидроциклонных установок (ГУ). Технология переработки и аппаратурная схема этих линий усовершенствована и при наличии картофеля хорошего качества, высокой крахмалистости позволяет вести его переработку с показателями на уровне мировых достижений.

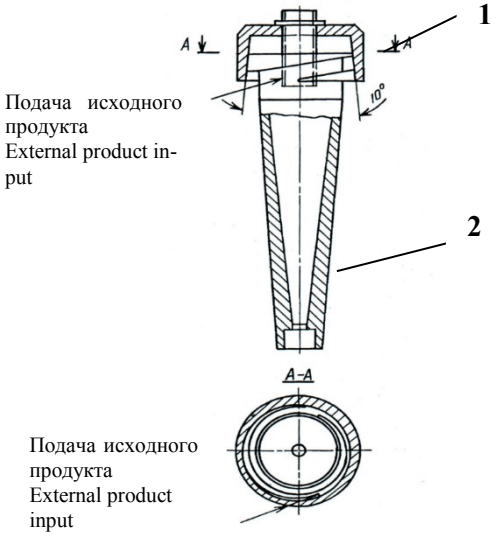


Рисунок 6. Гидроциклон (микроциклон) с внешним способом подачи исходного продукта: 1 – крышка; 2 – корпус с прямоугольной резьбой

Figure 6. Hydrocyclone (microcyclone) with external product input process: 1 – cover; 2 – case with square thread

Работами, проведёнными во ВНИИ крахмалопродуктов, определено, что дополнительные объёмы производства картофельного крахмала для снижения его импортных поставок в Россию можно получить также за счёт переработки производственных отходов на предприятиях по выпуску картофелепродуктов (хрустящий картофель, чипсы и др.).

ГУ является основным оборудованием малотоннажных линий для переработки картофеля на крахмал. В ней одновременно проходят все операции получения картофельного крахмала: его выделение из картофельной кашки, рафинирование и промывание крахмала, промывание мезги (клетчатки картофеля). Использование

гидроциклонной установки позволяет организовать без больших капитальных затрат новое производство, за счёт сокращения расхода свежей воды значительно снизить количество стоков и выделить ценные вещества смеси мезги и картофельного сока (7–8% СВ). Мезгу и картофельный сок используют для скармливания животным в сыром или запаренном виде, картофельный сок или его фильтрат – для удобрительных поливов сельхозугодий. Разработаны рекомендации по их применению.

Заключение

ВНИИ крахмалопродуктов осуществляет изготовление и поставку оборудования картофелекрахмальных линий, разрабатывает монтажную привязку по месту установки, выполняет авторский надзор за монтажом оборудования, пусконаладочные работы и обучение обслуживающего персонала, а также другую техническую и консультативную помощь, необходимую для организации производства.

ЛИТЕРАТУРА

1 Плаксин Ю.М., Малахов Н.Н., Ларин В.А. Процессы и аппараты пищевых производств. 2-е изд. М.: КолосС, 2005. 760 с.

2 Андреев Н.Р. Основы производства нативных крахмалов. М.: Пищепромиздат, 2001. 289 с.

3 Курочицкий Ч.К. Микроциклоны и мультициклонные установки. М.: Издательство ООО «Франтера», 2004. С. 6–7.

4 Пат. № 2412765 Мультициклонная установка / Ю.А. Холмянский, Н.Р. Андреев, В.А. Дегтярёв. Опубл.27.02.11. Бюл. № 6.

5 Hoffmann A., Stein L. Gas cyclones and swirl tubes. Berlin: Springler, 2008. P. 341-368

6 Пат. № 236722 Устройство для разделения жидких дисперсных систем / Ю.А. Холмянский. Опубл. 20.09.2009. Бюл. № 26.

REFERENCES

1 Plaksin Yu. M., Malakhov. N.N., Larin V.A. Processy i apparaty pishchevyh proizvodstv [Processes and devices of food manufactures] Moscow, KolosS, 2005. 760 p. (in Russian).

2 Andreev N.R. Osnovy proizvodstva nativnykh krakhmalov [Basics of native starch production] Moscow, Pishcheproizdat, 2001. 289 p. (in Russian).

3 Kurochitskii Ch. K. Mikrociklony i multiciklonnye ustanovki [Microcyclones and multi-cyclone plant] Moscow, Izdatelstvo OOO «Frantera», 2004. pp. 6–7. (in Russian).

4 Kholmyanskij Yu.A., Andreev N.R., Degtyaryov V.A. Multiciklonnaya ustanovka [multi-cyclone plant] Patent RF, no. 2412765, 2011. (in Russian).

5 Hoffmann A., Stein L. Gas cyclones and swirl tubes. Berlin: Springler, 2008. P. 341-368

6 Kholmyanskij Yu.A. Ustrojstvo dlya razdeleniya zhidkih dispersnyh system [Apparatus for separating liquid disperse systems] Patent RF, no. 236722, 2009. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Николай Р. Андреев Член-корреспондент РАН, д. т. н. Всероссийский научно-исследовательский институт крахмалопродуктов, Красково, Московской обл., 140051, Россия, vniik@arrisp.ru

Дмитрий Н. Лукин к. э. н., Всероссийский научно-исследовательский институт крахмалопродуктов, Красково, Московской обл., 140051, Россия, dmitry.lukin@inbox.ru

Юрий А. Холмянский к. т. н., Всероссийский научно-исследовательский институт крахмалопродуктов, Красково, Московской обл., 140051, Россия

Татьяна Р. Карпенко ст. науч. сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт крахмалопродуктов, Красково, Московской обл., 140051, Россия

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Nikolai R. Andreev Corresponding member of the Russian Academy of Sciences, doctor of technical sciences, Research all-Russian Institute of starch products, Kraskovo, Moscow region, 140051, Russia, vniik@arrisp.ru

Dmitrii N. Lukin candidate of economical sciences, Research all-Russian Institute of starch products, Kraskovo, Moscow region, 140051, Russia, dmitry.lukin@inbox.ru

Yuri A. Kholmyanskii candidate of technical sciences, Research all-Russian Institute of starch products, Kraskovo, Moscow region, 140051, Russia

Tatiana P. Karpenko senior researcher associate, Research all-Russian Institute of starch products, Kraskovo, Moscow region, 140051, Russia

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Николай Р. Андреев предложил методику проведения эксперимента и организовал производственные испытания
Дмитрий Н. Лукин обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провёл эксперимент, выполнил расчёты
Юрий А. Холмянский консультация в ходе исследования
Татьяна Р. Карпенко написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

CONTRIBUTION

Nikolai R. Andreev proposed a scheme of the experiment and organized production trials
Dmitrii N. Lukin review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations
Yuri A. Kholmyanskii consultation during the study
Tatiana P. Karpenko 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 13.06.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 24.08.2016

RECEIVED 6.13.2016

ACCEPTED 8.24.2016

Оригинальная статья/Original article

УДК 664.956

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-37-43

Расчет процессов релаксации при обезвоживании рыбы

Михаил А. Ершов, [1] ershovma@mstu.edu.ru
Александр М. Ершов, [1] ershovma@mstu.edu.ru
Владимир А. Гроховский, [1] grohovskiyva@mstu.edu.ru

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

Реферат. В данной работе разработаны методы изучения релаксационных процессов, применяемых при обезвоживании рыбы, с учетом влияния химического состава, геометрических размеров объектов обработки и режимных параметров процессов сушки. Использование численных методов расчета на основе решений дифференциального уравнения второго порядка для пластины с граничными условиями третьего рода позволяет с достаточной для инженерной практики точностью моделировать различные условия ведения процесса обезвоживания с периодическим восстановлением влагопроводных свойств объектов сушки. Предлагаемые расчетные методы применимы для процессов обезвоживания, состоящих из непрерывного начального периода и последующих комбинированных периодов сушки рыбы и релаксации поверхностного слоя объекта обезвоживания. Необходимость применения релаксации обусловлена тем, что по мере обезвоживания поверхностные слои, потерявшие часть влаги, уплотняются. Уменьшаются размеры капилляров для прохода влаги через поверхностные слои. Вблизи поверхности появляется зона, свободная от подавляющей массы влаги, а, следовательно, имеющая низкие диффузионные свойства. В результате замедляется процесс обезвоживания всего образца. Применение релаксации позволяет восстановить влагопроводные свойства поверхностного слоя рыбы. Во время релаксации прекращается подача электрической энергии на нагревательные элементы. Снижается скорость циркуляции сушильного агента. В сушильную установку подается воздух более низкой температуры и более высокой относительной влажности, чем сушильный агент. В сушильной установке создаются условия, сдерживающие внешний массообмен и способствующие к перераспределению влаги по толщине рыбы. Во время релаксации влага постепенно перемещается от центральных слоев, где обезвоживание еще не наступило, к обезвоженным поверхностным слоям.

Ключевые слова: обезвоживание, процесс, релаксация, коэффициенты диффузии влаги, влагопроводность, массоотдача

The calculation of the relaxation processes during dehydration of fish

Mikhail A. Ershov, [1] ershovma@mstu.edu.ru
Aleksandr M. Ershov, [1] ershovma@mstu.edu.ru
Vladimir A. Grokhovskii, [1] grohovskiyva@mstu.edu.ru

[1] department of technology of food manufactures Russia, Murmansk state technical university, Sportivnaya st., 13, Murmansk, 183010, Russia

Summary. The methods of study of relaxation processes that are applicable during fish dehydration considering the influence of the chemical composition, geometric size of the processing object and regime parameters of the dehydration processes are developed in this work. The usage of the numerical methods of calculation on the basis of solution of the second-order differential equation with boundary conditions of the third kind allow with sufficient accuracy for engineering practice modeling the different conditions of the dehydration process conducting with periodic restoration of hydraulic conductivity properties of the objects of dehydration. The proposed calculation methods applicable to dehydration processes. Which consists of a continuous initial period and the combined periods of drying fish and relaxation dehydration facility. During the relaxation is provided an exposure to a drying agent for dewatering for a certain time. During relaxation stops the supply of electric power to the heating elements. Reduces the rate of circulation of the drying agent. In the drying installation is supplied with air of lower temperature and higher relative humidity than the drying agent. In drier conditions are created that constrain external mass transfer and promotes relaxation of moisture, that is, to its redistribution in the thickness of the fish. During the relaxation of the moisture is gradually shifting from the central layers where dehydration has not yet come to the dehydrated surface layers. The appearance of moisture inside the dehydrated surface area leads to putting up and expansion of capillaries. At the next interval change product moisture re-enters the dehydration process, the high conductive properties throughout its volume.

Keywords: dehydration, process, relaxation, moisture diffusion coefficient, hydraulic conductivity

Введение

На интенсивность процесса массопереноса оказывают влияние режимные параметры, геометрические размеры тела, его химический состав. Исследователями установлено [1], что скорость движения сушильного агента выше двух метров в секунду не оказывает влияния на интенсивность обезвоживания после достижения первой критической влажности на кривых кинетики сушки. Это явление можно объяснить тем, что процесс испарения влаги с поверхности в сушильную среду протекает с большей скоростью, чем перенос влаги из центра к поверхности рыбы. По мере обезвоживания мясо рыбы уплотняется. При этом размер пор капилляров уменьшается в шесть – десять раз. Особенно это ярко проявляется в приповерхностном слое, который граничит с сушильным агентом. Решение дифференциальных уравнений тепломассопереноса осуществлялось в основном при граничных условиях первого рода [2, 3], хотя зачастую тепловая обработка рыбного сырья происходит при граничных условиях третьего рода. Многие исследователи и производственники пытались восстановить влагопроводные свойства в приповерхностном слое рыбы за счет периодического прекращения воздействия

Для цитирования

Ершов М. А., Ершов А. М., Гроховский В.А. Расчет процессов релаксации при обезвоживании рыбы // Вестник ВГУИТ. 2016. № 3. С. 37–43. doi:10.20914/2310-1202-2016-3-37-43

For citation

Ershov M.A., Ershov A.M., Grohovskii V. A. The calculation of the relaxation processes during dehydration of fish. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 3. pp. 37–43. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-3-37-43

на объект сушильного агента или увлажнения его поверхности мелко диспергированными частицами воды, или ведения процесса при постоянном значении коэффициента активности воды (мягкие режимы сушки). Другие рекомендуют вести процесс обезвоживания, используя жесткие режимы сушки. На наш взгляд, является перспективным восстановление влагопроводных свойств рыбы путём периодической остановки процесса сушки для релаксации поверхностного слоя рыбы в сочетании с достаточно жёсткими режимами обезвоживания.

1.1 Цель и задачи исследований

До настоящего времени процесс релаксации влаги в рыбе мало изучен. Не выявлены его закономерности, способствующие не только снижению продолжительности, но и затратам энергии при производстве рыбных продуктов. На основании изложенного целью работы является изучение и выявление основных закономерностей внутреннего массопереноса влаги в процессах, протекающих при малых значениях критерия Био. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать методику изучения процесса релаксации.
2. Выявить основные закономерности, протекающие при перераспределении влаги внутри объекта обезвоживания.
3. Разработать энергоэкономичные способы обезвоживания рыбы в комбинации воздействия на объект сушильного агента и периодическом восстановлении его влагопроводных свойств.

1.2 Описание процесса релаксации

Количество влаги dM_1, перемещающейся из внутренних слоёв тела к поверхности за время $d\tau$, можно записать, воспользовавшись законом Фурье. Перенос влаги из центра тела к его поверхности равен:

$$dM_1 = -\lambda m_1 dF(\partial w / \partial n)_1 dt, \qquad (1)$$

где λm_1 – удельный коэффициент массопроводности, кг / (м·%·с); F – поверхность тела, м^2; w – содержание влаги в теле, %; τ – продолжительность, с; $(\partial w/\partial n)_1$ – производная по направлению, перпендикулярному к поверхности F (градиент влажности), % / м.

В процессе обезвоживания поверхностные слои уплотняются. Поэтому уплотненные слои оказывают перемещению влаги большее сопротивление, чем остальные внутренние части рыбы. Перенос влаги через них описывается следующим дифференциальным уравнением:

$$dM_2 = -\lambda m_2 dF(\partial w / \partial n)_2 dt, \qquad (2)$$

где λm_2 – удельный коэффициент массопроводности сухого слоя, остальные обозначения известны.

Определенное количество влаги предается от поверхности тела к окружающей среде:

$$dM_3 = \beta_m (w_n - w_в) dF dt, \qquad (3)$$

где β_m – удельный коэффициент массоотдачи от поверхности тела в окружающую среду, кг / (м^2·%·с); w_n – содержание воды на поверхности тела, %; $w_в$ – содержание воды в сушильном агенте, %.

При отсутствии движения сушильного агента в период релаксации коэффициент β_m существенно уменьшается, стремясь к нулю. Тогда $dM_3 = 0$. Принимая во внимание, что $dM_1 = dM_2$, получим следующее выражение:

$$-\lambda m_1 dF(\partial w / \partial n)_1 dt \approx -\lambda m_2 dF(\partial w / \partial n)_2 dt \quad (4)$$

Разделим обе части уравнения на $dF d\tau$,

$$-\lambda m_1 (\partial w / \partial n)_1 \approx -\lambda m_2 (\partial w / \partial n)_2 \qquad (5)$$

Для удобства анализа перейдем к одной пространственной координате и будем рассматривать случай неограниченной пластины толщиной $2l$. Из уравнения (5) следует, что в процессе перераспределения влаги релаксационные кривые имеют общую точку с одинаковой влажностью, в которой они пересекаются. Общая точка с постоянной влажностью после достаточно глубокого обезвоживания перед релаксацией располагается вблизи внутренней границы «сухого слоя». Коэффициент удельной влагопроводности λm_2 по мере насыщения поверхностного слоя влагой увеличивается более значимо, чем уменьшается λm_1. В таком случае общая точка будет постепенно перемещаться вверх и вправо на кривых динамики обезвоживания от точки A до точки $A1$ (рисунок 1). Разницу в динамике изменения λm_1 и λm_2 можно объяснить тем, что объем приповерхностного сухого слоя значительно меньше объема слоя с высокими влагопроводными свойствами. Поворачиваясь вокруг общей точки одинаковой влажности, левая часть кривых динамики релаксации поднимается вверх, а правая часть опускается вниз. Точку одинаковой влажности на кривых динамики релаксации назовем точкой поворота. Через довольно продолжительное время обе части достигнут среднеобъемной влажности.

1.3Особенности расчета процессов релаксации

В более ранних работах нами разработана методика расчета процессов обезвоживания и релаксации влаги численными методами с учетов влияния химического состава, геометрических размеров объектов обработки и режимных параметров процессов сушки [4, 5]. По этой методике в течение периода релаксации расчет влажности объекта обработки ведется от центра к поверхности, т. е. задачей расчета является определение влажности на поверхности и построение кривых динамики обезвоживания. Влажность на поверхности определяется из следующего выражения:

$$w_n = w - \sum_{i=1}^{n-1} \frac{w_i}{n}, \qquad (6)$$

где w_n – влажность на поверхности образца; w_i – влажность в узлах сетки, за исключением влажности на поверхности; n – количество отрезков, на которые разбита половина толщины образца; w – среднеобъёмная влажность, на значение которой оказывают влияние следующие параметры:

$$w = \psi(\tau, N, X_p, w_0, s/m), \qquad (7)$$

где N – скорость обезвоживания в первый период сушки; X_p – жесткость режима процесса обезвоживания; w_0 – начальная влажность объекта обработки; s/m – удельная поверхность объекта обработки.

Условием расчёта процесса релаксации является наличие кривой динамики сушки в момент прекращения подачи сушильного агента. Однако кривые динамики релаксации объекта сушки, полученные расчетом методом сеток, в приповерхностой зоне имеют выпуклость вниз. Это показывает, что влажность на поверхности растёт несколько быстрей, чем в приповерхностной зоне, т. е. в данном случае допущение $dM_3 = 0$ приводит к несколько искажённым результатам при расчетах процесса релаксации с использованием численных методов.

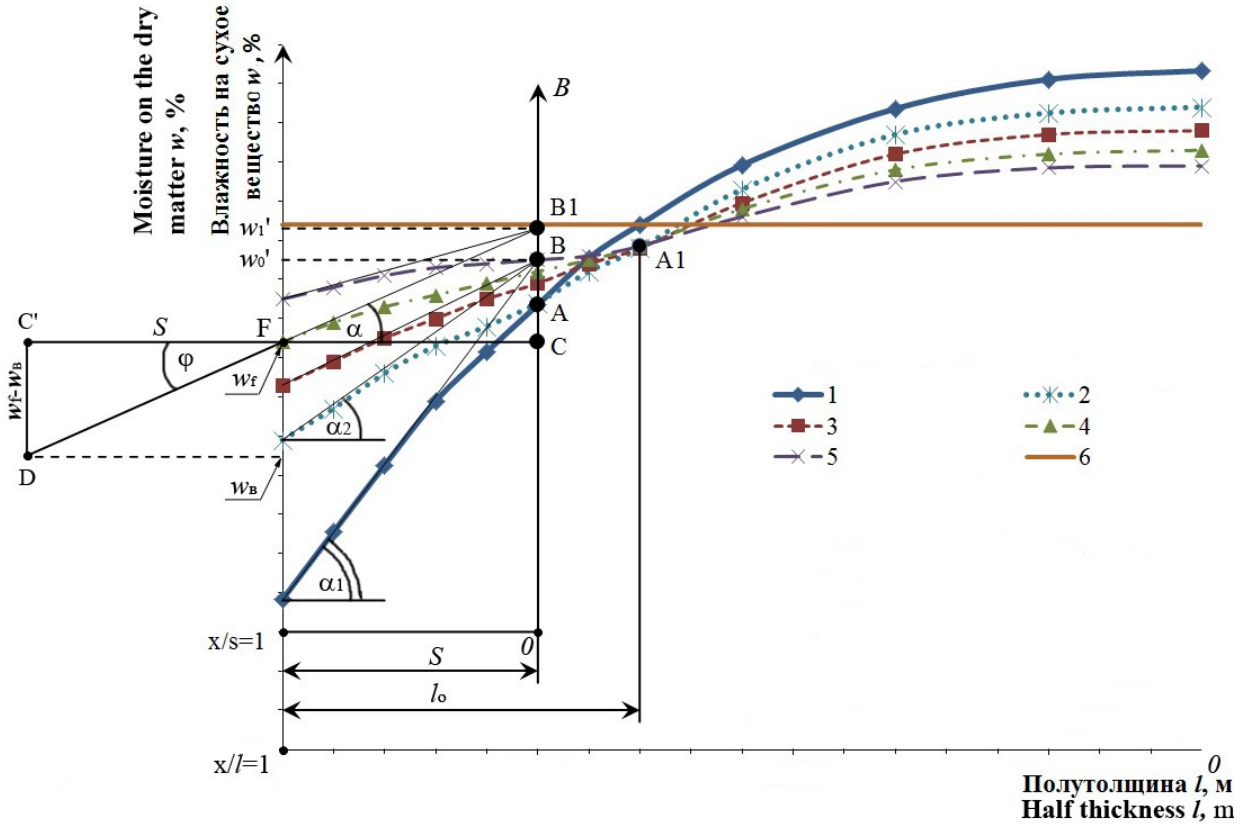


Рисунок 1. Кривые динамики релаксации рыбы: 1 – кривая на момент начала релаксации; 2 – кривая на момент релаксации 0,5 часа; 3 – кривая на момент релаксации 1 час; 4 – кривая на момент релаксации 1,5 часа; 5 – кривая на момент релаксации 2 часа; 6 – среднее влагосодержание в образце рыбы

Figure 1. The curves of the dynamics relaxation fish: 1 – the curve at the beginning of the relaxation; 2 – relaxation curve at the time of 0,5 hours, 3 – relaxation curve at the time of 1 hour; 4 – curve at the time of relaxation of 1,5 hours; 5 – curve at the time of relaxation 2 hours; 6 – average moisture level in a sample of fish

По мере увлажнения приповерхностного слоя со стороны притока влаги из центральных слоёв, частично восстанавливаются влагопроводные свойства, вместе с тем влага частично испаряется с поверхности. Поэтому кривая динамики релаксации должна быть направлена выпуклостью вверх.

Для уменьшения погрешности определения влажности на поверхности объекта релаксации предпочтительно использовать данные расчёта численными методами только для нахождения двух кривых динамики распределения влаги непосредственно после обезвоживания, т. е. в начальный момент релаксации при $\tau_р = 0$ и в заключительный момент этого периода релаксации при $\tau_р = \tau_1$, например $\tau_р = 0{,}5$ часа. В дальнейших расчетах применяем решение дифференциального уравнения второго порядка с граничными условиями третьего рода для неограниченной пластины, которое выглядит следующим образом:

$$\theta_{(x,\tau)} = \sum_{i=1}^{n} A_i e^{-\mu_i^2 Fo} \cdot \cos\left(\mu_i x / R\right) \qquad (8)$$

здесь n – количество равноотстоящих точек на той или иной части кривой динамики релаксации ($n = 4 - 7$); A_i – постоянный коэффициент, свой для каждого члена ряда (не зависящий ни от координат, ни от времени τ); Fo – критерий Фурье, $Fo = D\tau / R^2$, где D – коэффициент диффузии влаги; μ_i – корни характеристического уравнения:

$$ctg\mu = \frac{\mu}{Bi} \qquad (9)$$

Так как при расчетах численным методом изначально заложены граничные условия третьего рода, то их можно будет учесть и в дальнейших расчетах, подбирая в решении дифференциального уравнения второго порядка коэффициенты A_i и μ_i таким образом, чтобы значения построенной численным методом кривой динамики релаксации совпали с таковой при $\tau_р = \tau_1$, построенной на основе представленных ниже уравнений.

При расчете левой половины кривой динамики релаксации $R = S$, где S толщина зоны релаксации. Для правой части кривой динамики релаксации от точек A и A_1 значение $R = l$, здесь l половина толщины образца (рисунок 1). При $Fo \geq 0{,}5$ достаточно воспользоваться только одним корнем μ_i выражения (8). Использование выражения (8) для расчёта левой половины от точки A кривой динамики в процессе релаксации:

$$\theta_{(x,\tau)} = \frac{w'_0 - w_{(x,\tau)}}{w'_0 - w_{(ni)}},\ \theta_{(x,\tau)} = \frac{w'_1 - w_{(x,\tau)}}{w'_1 - w_{(ni)}},\ldots,\ \theta_{(x,\tau)} = \frac{w'_n - w_{(x,\tau)}}{w'_n - w_{(ni)}}, \qquad (10)$$

где w'_0, w'_1, w'_n – значение влажности в точках поворота для начальной, первой и последующих групп релаксационных кривых (рисунок 1), пересекающихся в одной общей для группы кривых точке: B, B_1, B_n[1]; $w_{(x,\tau)}$ – искомая влажность образца в какой-либо его точке через промежуток времени, равный $\tau = \tau_р$; $w_{(ni)}$ – влажность образца в соответствующей точке предыдущей релаксационной кривой.

Для правой части от точки A (рисунок 1) кривой динамики релаксации искомое значение компоненты в безразмерном виде выглядит следующим образом:

$$\theta_{(x,\tau)} = \frac{w_{(x,\tau)} - w'_0}{w_{(ni)} - w'_0},\ \theta_{(x,\tau)} = \frac{w_{(x,\tau)} - w'_1}{w_{(ni)} - w'_1},\ldots,\ \theta_{(x,\tau)} = \frac{w_{(x,\tau)} - w'_n}{w_{(ni)} - w'_n} \qquad (11)$$

Из уравнения (8) следует, что для релаксационных процессов распределения влажности по толщине «сухого слоя» для разных моментов времени τ свойственны симметричные кривые, монотонно возрастающие от наружной поверхности «сухого слоя» образца к его внутренней поверхности (рисунок 1). Касательные, проведенные к кривым динамики релаксации, проходят через одну точку B. Если касательные к кривым пересекаются, то эти кривые должны сойтись в какой-то точке A.

Исходными данными для расчета служили левые и правые части кривых 1 и 2 (рисунок 1). Эти кривые получены расчётным путем с использованием метода сеток. Точки на кривой 1 являлись исходными для нахождения A_i и μ_i в уравнении (8).

Для расчёта релаксации рыбы в приповерхностном «сухом слое» (слева от точки A) использовалась величина S в качестве определяющего размера. Критерий Fo находили для левой и правой частей релаксационных кривых из выражения: $Fo = D\tau/S^2$. Определение коэффициентов потенциалопроводности D (коэффициентов диффузии влаги) производили по методике, разработанной авторами ранее [4].

[1] Общие точки пересечения релаксационных кривых $B_2, B_3, \ldots, Bn$ на рис.1 не показаны. Они характерны для релаксационных процессов после достаточно глубокого обезвоживания рыбы.

Значение D определяли для приповерхностного «сухого слоя». Подбирая значения A_i и μ_i, добивались близкого совпадения значений, полученых из уравнения (8), с таковыми на первой релаксационной кривой 2 (рисунок 1) при $\tau_р = 0{,}5$ часа. В этом случае сохраняются в дальнейших расчётах граничные условия третьего рода, которые были учтены в расчетах процессов обезвоживания численными методами. Продолжительность релаксации $\tau_р = 0{,}5$ часа является минимально-возможной в реальных промышленных установках с точки зрения рационального управления системой автоматического поддержания заданных технологических режимов. При достаточно длительном обезвоживании пересечение кривых 1 и 2 (точка A) находится вблизи внутренней границы приповерхностного «сухого слоя». Далее строили касательную к левой части кривой 1. На касательной отмечали точку B в месте пересечения касательной и вертикальной линии, проходящей через точку A. Касательные, проведенные к двум – трем релаксационным кривым, пересекаются в точке B, а кривые 1, 2 и 3 проходят через точку A (точка поворота релаксационных кривых). Касательные, проведенные к кривым 4 и 5, имеют уже другую точку пересечения $B1$ и, как следствие, сами кривые пересеклись в точке $A1$, которая находится правее и выше точки A.

Значение влажностей w'_0 и w'_1 в точках B и $B1$ (рисунок 1) являются начальными значениями при определении безразмерной величины θ. При расчете процесса релаксации длительностью 2,5 – 3 часа возможно, что количество точек «B» возрастет до трех или четырех. В этом случае в расчетах θ меньшее значения влажности w'_0 в точке B заменяют на большое в точках $B1$ или $B2$, а, возможно, и $B3$. Следовательно, точка поворота перемещается вправо и вверх к точкам $A2$, $A3$ (на рисунке 1 не показаны).

В реальности точка поворота A по мере релаксации плавно перемещается вправо и вверх (от точки A до точки $A1$). Чем меньше отношение $w_{ср}/w_{к2}$ (отношение средней влажности к влажности второй критической точки) или $w_{ср}/w_0$ (отношение средней влажности к начальной влажности рыбы), тем меньше значение ординаты точки $A1$ отличается от таковой в точке A и наоборот. При больших значениях $w_{ср}/w_{к2}$ или $w_{ср}/w_0$ может наблюдаться существенное удаление точки $A1$ от точки A. Это явление объясняется тем, что при сравнительно высоких влажностях по мере релаксации быстрее восстанавливаются влагопроводные свойства так называемого приповерхностного сухого слоя, и процесс релаксации происходит при меньших значениях $\Delta w = w'_0 - w_f$, постепенно достигая равновесного состояния как в правой, так и в левой от точки А частях кривой динамики релаксации.

При бесконечно большом времени релаксации кривые динамики релаксации достигнут средней влажности образца. Тангенс угла α наклона касательных (рисунок 1) равен:

$$tg\alpha = \frac{B1C}{FC} = -\left.\frac{\partial\omega}{\partial x}\right|_{x=1}$$

С другой стороны, продолжив касательную влево от точки F, очевидно, что

$$tg\alpha = tg\varphi, tg\varphi = (w_f - w_в)/S,$$

где w_f – содержание воды на поверхности рыбы (рисунок 1).

Для случая, когда вся влага, пройдя от центра к поверхности, полностью испарится в окружающую среду, основное уравнение массоотдачи в дифференциальном виде выглядит следующим образом:

$$-\lambda_m(\partial w/\partial x) = b_m(w_f - w_в)$$

или

$$\partial w/\partial x = tg\alpha = tg\varphi = (w_f - w_в)/S = b_m/\lambda_m(w_f - w_в).$$

Отсюда следует, что $S = \beta_m/\lambda_m$.

Таким образом:

$$-\left.\frac{\partial w}{\partial x}\right|_{x=1} = (w_f - w_в)/(\lambda_m/\beta_m) = (w_f - w_в)\cdot Bi/l \quad (12)$$

Последнее выражение позволяет находить критерии Био расчётным путём как для процессов обезвоживания, так и для процессов релаксации влаги.

Рассмотрим вариант, в котором большая часть влаги остается в левой части образца для восстановления влагопроводных свойств последнего, а часть – испаряется в окружающую среду. Обозначим долю влаги, испарившейся с поверхности: $a = dM_3/dM_2$. В этом случае основное уравнение массоотдачи в дифференциальном виде примет вид:

$$\alpha\lambda_{m2}(\partial w/\partial x) = b_m(w_f - w_в) \quad (13)$$

После небольших преобразований получим следующее выражение:

$$-\left.\frac{\partial w}{\partial x}\right|_{x=1} = (w_f - w_в)/(a\cdot\lambda_{m2}/\beta_m) = (w_f - w_в)\cdot Bi/(a\cdot l) \quad (14)$$

Последнее выражение можно использовать для расчета критерия Bi, когда значение коэффициента влагообмена $\beta_m > 0$.

На рисунке 2 представлен расчет процесса релаксации в соответствии с методическим подходом, изложенным выше. Результаты

расчета с использованием численных методов практически совпадают с аналитическим решением дифференциального уравнения второго порядка с граничными условиями третьего рода.

Характер кривых динамики релаксации, построенных с помощью аналитического решения дифференциального уравнения второго порядка, соответствует таковому, найденному путем построения кривых на основе эксперимента.

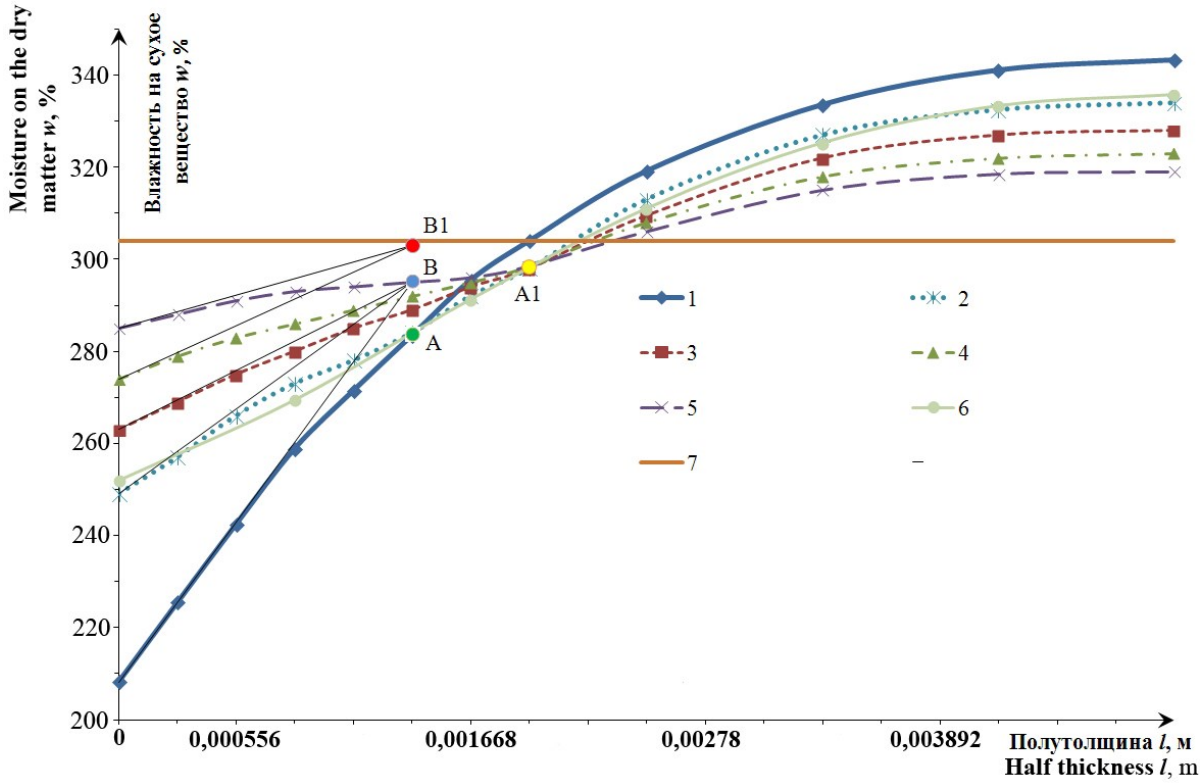


Рисунок 2. Кривые динамики обезвоживания и релаксации камбалы-ерша: 1 – кривая на момент начала релаксации; 2 – кривая на момент релаксации 0,5 часа; 3 – кривая на момент релаксации 1 час; 4 – кривая на момент релаксации 1,5 часа; 5 – кривая на момент релаксации 2 часа; 6 – кривая на момент релаксации 0,5 часа, построенная методом сеток; 7 – среднее влагосодержание в образце рыбы

Figure 2. The curves of the dynamics of dehydration and relaxation rough dab: 1 – the curve at the beginning of the relaxation; 2 – relaxation curve at the time of 0,5 hours, 3 – relaxation curve at the time of 1 hr; 4 – curve at the time of relaxation of 1,5 hours; 5 – curve at the time of relaxation 2 hours; 6 is a curve at the time of 0,5 hours of relaxation constructed by numerical method; 7 – average moisture level in a sample of fish

Заключение

Заложены теоретические основы изучения механизма релаксации приповерхностного сухого слоя рыбы посредством анализа кривых динамики распределения влаги, полученных расчетным путем с использованием численных методов и аналитических решений дифференциального уравнения второго порядка для неограниченной пластины с граничными условиями третьего рода.

ЛИТЕРАТУРА

1 Глазунов Ю.Т. и др. Процессы сушки, копчения и вяления рыбы: учеб. пособие для студентов образоват. орг. высш. образования, обучающихся по направлению подгот. 15.03.02 (151000) «Технологические машины и оборудование» уровня бакалавриата. М.: Моркнига, 2015. 261 с.

2 Ortiz J., Lemus-Mondaca R., Vega-Galvez A., Ah-Hen K. et al. Influence of air-drying temperature on drying kinetics, color, firmness and biochemical characteristics of Atlantic salmon (Salmosalar L.) fillets // Food Chemistry. 2013. V. 139. P. 162-169.

3 Martins M.G., Martins D.E.G, Pena R.S. Drying kinetics and hygroscopic behavior of pirarucu (Arapaima gigas) fillet with different salt contents // LWT - Food Science and Technology. 2015. V. 62. P. 144-151.

4 Ершов А.М., Ершов М.А., Николаенко О.А. Методика расчета кривых кинетики и динамики обезвоживания в процессах вяления и холодного копчения рыбы // Вестник МГТУ. 2010. Т. 13. № 4. Ч. 2. С. 947–950.

5 Похольченко В.А., Ершов А.М., Ершов М.А. Особенности обобщения подобных явлений в процессах тепловой обработки рыбы // Вестник ВГУИТ. 2015. № 2 (64). С. 44–50.

REFERENCES

1 Yu.T. Glazunov Yu.T. et al. Protsessy sushki, kopcheniya i vyaleniya ryby [Drying processes, smoked and dried fish: the textbook for students of educational institutions of higher education, in the direction of 03.15.02 (151000) "Technological machines and equipment" level undergraduate] Moscow, MORKNIGA, 2015. 261 p. (in Russian).

2 Ortiz J., Lemus-Mondaca R., Vega-Galvez A., Ah-Hen K. et al. Influence of air-drying temperature on drying kinetics, colour, firmness and biochemical characteristics of Atlantic salmon (Salmosalar L.) fillets. Food Chemistry, 2013, vol. 139, pp. 162-169.

3 Martins M.G., Martins D.E.G, Pena R.S. Drying kinetics and hygroscopic behavior of pirarucu (Arapaima gigas) fillet with different salt contents. LWT - Food Science and Technology. 2015, vol. 62, pp. 144-151.

4 Ershov A.M., Ershov M.A., Nikolaenko O.A. Methods of calculating the curves of the kinetics and dynamics of dehydration in the process of drying and cold smoked fish. *Vestnik MGTU* [Proceedings of MSTU] 2010, vol. 13, no. 4, part 2, pp. 947–950. (in Russian).

5 Pokholchenko V.A., Ershov A.M., Ershov M.A. Features generalization of such phenomena in the heat treatment process fish. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET] 2015, no. 2 (64), pp. 44–50. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Михаил А. Ершов канд. техн. наук, ст. науч. сотр., кафедра технологий пищевых производств, Мурман. гос. техн. ун-т, ул. Спортивная, 13, г. Мурманск, 183010, Россия, ershovma@mstu.edu.ru

Александр М. Ершов д-р. техн. наук, профессор, гл. науч. сотр., кафедра технологий пищевых производств, Мурман. гос. техн. ун-т, ул. Спортивная, 13, г. Мурманск, 183010, Россия, ershovma@mstu.edu.ru

Владимир А. Гроховский д-р. техн. наук, профессор, заведующий кафедрой технологий пищевых производств, Мурман. гос. техн. ун-т, ул. Спортивная, 13, г. Мурманск, 183010, Россия, grohovskiyva@mstu.edu.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Michael A. Ershov Ph.D., senior researcher, Department of Food Production Technology, Murman. state. tehn. University Press, str. Sport, 13, Murmansk, 183010, Russia, ershovma@mstu.edu.ru

Aleksandr M. Ershov Doctor of Technical Sciences, Professor, Chief Researcher, Department of Food Production Technology, Murman. state. tehn. University Press, str. Sport, 13, Murmansk, 183010, Russia, ershovma@mstu.edu.ru

Vladimir A. Grokhovskii Dr. tehn. Sciences, Professor, Head of the Department of Food Production Technology, Murman. state. tehn. University Press, str. Sport, 13, Murmansk, 183010, Russia, grohovskiyva@mstu.edu.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Михаил А. Ершов написал рукопись, корректировал рукопись до подачи в редакцию, несет ответственность за плагиат

Александр М. Ершов консультация по расчетной части исследования

Владимир А. Гроховский консультация по тематике исследования

CONTRIBUTION

Michael A. Ershov wrote the manuscript, corrected manuscript before the submission to the editorial board and is responsible for plagiarism

Aleksandr M. Ershov consultation calculated of the study

Vladimir A. Grokhovskii consultation on the subject of research

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

ПОСТУПИЛА 03.08.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 22.08.2016

RECEIVED 8.3.2016

ACCEPTED 8.22.2016

Оригинальная статья/Original article

УДК 681.3

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-44-48

Многокритериальная оптимизация процесса термической обработки яблочного сока прямого отжима с максимальным антиоксидантным действием

Надежда В. Макарова, [1] samara.pitanie@gmail.com
Динара Ф. Валиулина, [1] dinara-bakieva@mail.ru
Владимир В. Стулин, [3]
Алексей А. Правдин [2] alex_pravdin@inbox.ru

[1] кафедра технологии и организации общественного питания, Самарский государственный технический университет, ул. Молодогвардейская 244, г. Самара, 443069, Россия
[2] кафедра автоматики и управления в технических системах, Самарский государственный технический университет, ул. Молодогвардейская 244, г. Самара, 443069, Россия
[3] кафедра высшей математики и прикладной информатики, Самарский государственный технический университет, ул. Молодогвардейская 244, г. Самара, 443069, Россия

Реферат. Фруктовая продукция является важным источником эссенциальных пищевых веществ. В настоящее время потребители все больше сознают значение здорового питания и потребления фруктов с высокой пищевой ценностью. В связи с этим технологии переработки фруктового сырья должны быть направлены на сохранение его вкуса, цвета, аромата и пищевой ценности. Тепловая обработка является наиболее распространенным способом консервирования пищевых продуктов и осуществляется при соблюдении особых температурно-временных режимов, которые можно классифицировать по интенсивности теплового воздействия на продукт. В связи с этим предлагается изучить вопросы влияния термической обработки яблочного сока прямого отжима на свойства продукта: антирадикальную, антиоксилительную активности, восстанавливающую силу. В качестве объектов исследования был взят яблочный сок прямого отжима из яблок сорта «Жигулевское», произрастающего в Самарской области. Использован метод планирования эксперимента с обработкой матрицы планирования. Установлено, что режим термической обработки сока при температуре 115–120 °С при 120 секундах является наиболее оптимальным. Построена математическая модель, описывающая влияние указанных параметров на свойства продукта. В настоящей работе предлагается специальный метод обработки баз данных в форме таблиц, который использует методы интерполяции и апроксимации, подбирая соответствующие алгебраические многочлены, а также другие аналитические зависимости, широко применяемые в инженерно-технологической исследовательской практике. Этот метод аналитического расширения табличных данных позволяет трансформировать исходную (начальную) таблицу экспериментальных данных в сводную (конечную) таблицу данных, которая дает возможность решать определенные задачи статистического и экстремального держания. Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках базовой части государственного задания № 2014/ 199 ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет» код 974.

Ключевые слова: яблочный сок, антиоксидантные свойства, интерполяция, аппроксимация, математическая модель

Multi-criteria optimization of heating directly squeezed apple juice with the maximum antioxidant activity

Nadezhda V. Makarova, [1] samara.pitanie@gmail.com
Dinara F. Valiulina, [1] dinara-bakieva@mail.ru
Vladimir V. Stulin, [3]
Aleksei A. Pravdin [2] alex_pravdin@inbox.ru

[1] catering technology and organization department, Samara state technical university, 244, Molodogvardeiskaya st., Samara, 443069, Samara, Russia
[2] automatics and management in technical systems department, Samara state technical university, 244, Molodogvardeiskaya st., Samara, 443069, Samara, Russia
[3] advanced maths and applied information science department, Samara state technical university, 244, Molodogvardeiskaya st., Samara, 443069, Samara, Russia

Summary.Fruit production is an important source of essential nutrients. Currently, consumers are becoming increasingly aware of the importance of healthy eating and the consumption of fruit with high nutritional value. In this regard, the processing technology of fruit raw materials should be directed to the preservation of its taste, color, flavor and nutritional value. Heat treatment is the most common way of food preservation and is carried out under specific temperature-time regimes which can be categorized by intensity of a thermal effect on the product. In this connection, it is proposed to examine the questions of influence of the thermal treatment of directly squeezed apple juice on the properties of the product: antiradical, antioxidant activity, restoring force. Directly squeezed apple juice "Zhiguli" growing in Samara region was taken as the object of the study. We used experimental design method with the processing of the planning matrix. This article gives the description and study of the impact which heating directly squeezed apple juice makes on product properties: antiradical, antioxidant activities, and restoring force. It is shown that the juice heating regime at 115–120 ° C at 120 seconds is the most optimum. A mathematical model describing the influence of these parameters on the properties of ice cream. In this paper we propose a special method of processing databases in the form of tables, which uses methods of interpolation and approximation, choosing the appropriate algebraic polynomials, as well as other analytical dependences are widely used in engineering and technology research practice. This method of analytic extension of tabular data allows to transform the original (primary) table of experimental data in the summary (final) data table, which enables to solve certain problems of statistical and extreme content. This study was financially supported by the Ministry of Education and Science of the Russian Federation within the basic part of the government task number 2014/199 FSBEI HPE "Samara State Technical University" code 974.

Keywords: apple juice, antioxidant properties, mathematical model, interpolation and approximation

Для цитирования

Макарова Н.В., Валиулина Д.Ф., Стулин В. В., Правдин А. А. Многокритериальная оптимизация процесса термической обработки яблочного сока прямого отжима с максимальным антиоксидантным действием // Вестник ВГУИТ.2016. № 3. С. 44–48. doi:10.20914/2310-1202-2016-3-44-48

For citation

Makarova N. V., Valiulina D.F., Stulin V. V., Pravdin A. A. Multi-criteria optimization of heating directly squeezed apple juice with the maximum antioxidant activity. *VestnikVSUET*[ProceedingsofVSUET].2016. no. 3.pp. 44–48. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-3-44-48

Введение

Термическая обработка является одним из основных способов, позволяющих сохранять качество продуктов, полученных из фруктов и ягод. Фрукты относятся к скоропортящимся продуктам. Приблизительно от 20 до 40% фруктового сырья теряется после сбора урожая еще задолго до того, как оно достигнет потребителя, независимо от того, подверглось оно переработке или нет. Чтобы сократить потери фруктового сырья и улучшить органолептические показатели готовых пищевых продуктов на их основе, применяют различные технологии переработки. Для переработки фруктов в настоящее время используются как традиционные, так и инновационные технологии. Благодаря щадящей технологии производства яблочный сок сохраняет все полезные вещества свежих плодов и вкус "живого" сока на длительный период. Яблоко – природный источник пектинов. Кроме того, в яблоках есть почти все водорастворимые витамины, но наиболее значимые в количественном отношении – это витамины С, В6 и Р [1].

В мировой научной литературе приведено много публикаций по изменению химического состава и антиоксидантной активности фруктов под воздействием различных технологий переработки, используемых в пищевой промышленности для производства фруктовых полуфабрикатов.

Так, например, ученые из Кореи изучали влияние эффекта нагревания при 50, 100, 150 °С в течение 0–60 мин с интервалом 10 мин на содержание полифенольных соединений и антиоксидантную активность по методу DPPH, а также и восстанавливающую силу экстрактов кожицы цитрусовых фруктов Unshiu. Доказано, что при температуре 150 °С получают экстракт, имеющий наивысшее значение показателей [2].

На примере сока плодов марулла, собранных на территории Израиля и Северной Аравии в августе 2005 и в январе 2007 года, определено [3] влияние параметров пастеризации (1–60 мин при 55 °С, 2–30 мин при 63 °С, 3–30 с при 72 °С) на содержание сухих веществ, титруемую кислотность, антиоксидантную активность по методу FRAP. Если показатели сухих веществ и кислотности остаются статичными, то антиоксидантная активность пастеризованного сока по сравнению со свежим в 1-ом режиме самая высокая, во 2-ом режиме выше свежего сока, в 3-ем режиме ниже, чем у свежего сока.

В статье [4] Канадских ученых исследовался сок из лавровишен двух сортов (Kiraz, Pekmez) на наличие способности улавливать свободные радикалы DPPH, супероксид-радикалы, пероксид водорода, антиоксидантной активности по методу восстанавливающей силы. Хотя в процессе концентрирования сок и теряет часть своей активности, однако авторы рекомендуют использовать сок из лавровишни как основу для производства продуктов лечебного питания.

На примере яблочного сока изучено [5] влияние различных режимов пастеризации: 1) 75 °С 15 с; 2) 35 °С под давлением CO_2 15 МПа расход 3 л/ч; 3) 35 °С под давлением CO_2 25 МПа расход 5 л/ч на показатели антиоксидантной активности на модели с кроцином, а также на микробиологическую обсемененность. Любая обработка снижает показатели антиоксидантной активности по сравнению со свежим соком, но это снижение наименьшее в случае применения режима 3.

На примерах сока ежевики изучено [6] изменение химического состава и антиоксидантной активности на различных стадиях производства сока в стерильной таре. Любая технологическая обработка снижает все показатели. Значительное уменьшение наблюдается при вторичной пастеризации, бланшировании, горячем розливе. Отходы производства сока из ежевики обладают очень высокими изученными показателями: содержанием фенолов, способностью улавливать свободные радикалы ORAC и DPPH.

Анализируя литературные источники можно сделать вывод, что в зависимости от типа исходного фруктового сырья тепловая обработка может как увеличивать, так и снижать антиоксидантную активность. Однако пока существующие данные полученных исследований не позволяют вывести какие-либо правила и зависимости по влиянию разных видов обработки на уровень антиоксидантной активности фруктов. Поэтому при разработке технологических схем производства функциональных продуктов питания с направленным антиоксидантным действием необходимо для каждого вида фруктового сырья проводить оценку изменения показателей химического состава и уровня антиоксидантной активности под влиянием различных методов обработки.

Целью данной работы является исследование влияния различных режимов пастеризации на химический состав и антиоксидантную активность сока прямого отжима из яблок сорта Жигулевское, произрастающего в Самарской области.

В качестве параметров пастеризации были выбраны следующие режимы:

1) температура 85–90 °С, время выдержки 180 секунд;

2) температура 115–120 °С, время выдержки 120 секунд;

3) температура 130–135 °С, время выдержки 60 секунд.

Выбор температурных и временных параметров основан на рекомендациях по режимам пастеризации соков в литературе и реальных параметрах, рекомендуемых для работы пастеризаторов в производстве продукции консервной промышленности. Анализируя антиоксидантные показатели выбранных режимов термообработки, мы получили результаты, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Результаты исследования антиоксидантной активности яблок в зависимости от режимов термообработки

Table 1

The study results of apples antioxidant activity depending on heating conditions

Режимы Термообработки Heat Treatment Types	Показатели Rates			
	Исходный сок Source Juice	Температура Temperature 85–90 °C Время выдержки Holding Time 180 с	Температура Temperature 115–120 °C Время выдержки Holding Time 120 с	Температура Temperature 130–135 °C Время выдержки Holding Time 60 с
Общее содержание фенолов, мг галловой кислоты / 100 г. исходного сырья Total amount of phenols, mg of gallic acid / 100 g of raw material	230	160	317	178
Общее содержание флавоноидов, мг катехина / 100 г. исходного сырья Total amount of flavonoids, mg of catechine / 100 g of raw material	48	42	146	102
FRAP, ммоль Fe^{2}+/1 кг исходного сырья FRAP value mmol Fe^{2+}/1 kg of raw material	5,04	1,62	5,23	4,50
E_{c50}, мг/см^3 E_{c50}, mg/cm^3	52	139	25	99
Антиоксидантная активность в системе линолевая кислота,% ингибирования окисления линолевой кислоты Antioxidant activity in linolic acid system,% of inhibition of oxidation of linolic acid	28,8	5,1	17,0	21,1

В таблице 1 представлены данные изменения антиоксидантной активности в зависимости от различных параметров термообработки. Для оптимизации выбора режима пастеризации на основании полученных экспериментальных данных была проведена математическая обработка материалов.

Представление зависимостей в виде таблиц, содержащих экспериментальные данные для факторов X_I и выходных параметров y_i, не обладает наглядностью, не позволяет определить значения при значениях факторов, отличных от зарегистрированных, неудобно для последующих исследований, особенно с применением компьютерных программ расчёта. В подобных ситуациях всегда возникает задача о построении аналитического выражения (математической модели), которое в том или ином смысле хорошо описывало бы данные, представило бы информацию в «сжатом» виде.

С учётом изложенного в настоящей работе предлагается специальный метод обработки баз данных в форме таблиц, который использует методы интерполяции и аппроксимации, подбирая соответствующие алгебраические многочлены, а также другие аналитические зависимости, широко используемые в инженерно-технологической исследовательской практике. Этот метод аналитического расширения табличных данных (сокращённо АРТД) позволяет трансформировать исходную (начальную) таблицу экспериментальных данных (НТЭД) в сводную (конечную) таблицу данных (СТД), которая даёт возможность решать определённые задачи статистического и экстремального содержания.

В качестве наиболее важных факторов были выбраны значения антиоксидантых свойств яблочного сока, представленные в таблице 1.

Таблица 1 методом полигональной интерполяции со столбцами факторов X_I (i = 1, 2, 3, 4) и выходного параметра y_1 трансформирована в сводную таблицу 2. Введены следующие обозначения: фактор x_1 – температура термообработки (°С); фактор x_2 – время выдержки в секундах (с); фактор x_3 – общее содержание флавоноидов (мг катехина / 100 г. сырья); фактор x_4 – E_{C50}, (мг/см^3); выходной параметр y_1 – антиоксидантная активность в системе

линолевая кислота (% ингибирования окисления линолевой кислоты). Базовые экспериментальные данные в таблице 2 представлены строками 1, 4, 9, 12, остальные имеют смысл численных экспериментов, а остальные четыре уравнения системы представляют собой необходимые условия экстремума функции четырех переменных $y_i = f_i(x_1x_2x_3x_4)$, которые автоматически реализуются при решении системы.

Таблица 2

Сводная таблица данных при исследовании влияния термической обработки на свойства яблочного сока

Table 2

Summary table of data in the study of the heating effect on the properties of apple juice

№ эксперимента № of experiment	Факторы Factors				Параметры Parameters
	x_1	x_2	x_3	x_4	y_1
1	20,1	0	48	52	28,8
2	48,05556	101,4815	17,85185	127,3461	14,265
3	70,27778	158,5185	19,03704	151,5438	6,900694
4	87,5	180	42	139	5,1
5	95,78	179,52	62,256	119,8327	6,020102
6	102,74	171,36	84,848	95,73675	8,017646
7	108,56	157,44	107,712	69,82481	10,74479
8	113,42	139,68	128,784	45,20886	13,85434
9	117,5	120	146	25	17
10	123,0556	88,14815	160,5185	9,568889	21,37556
11	127,7778	65,18519	149,037	29,43316	23,27795
12	132,5	60	102	99	21,1
13	0	180	42	139	0
14	87,5	0	42	139	0
15	87,5	180	0	139	0
16	87,5	180	42	0	0

Для математической обработки данных сводной таблицы 2 воспользуемся планом 2^k. Применительно к нашей сводной таблице 2, состоящей из 16 строк, наиболее подходит план $2^4 = 16$, который позволяет определить 16 коэффициентов в уравнении регрессии:

$$y_1 = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{14}x_1x_4 + b_{23}x_2x_3 + + b_{24}x_2x_4 + b_{34}x_3x_4 + b_{123}x_1x_2x_3 + b_{124}x_1x_2x_4 + b_{134}x_1x_3x_4 + b_{234}x_2x_3x_4 + + b_{1234}x_1x_2x_3x_4 \quad (1)$$

Окончательная реализация всего вычислительного алгоритма позволила получить параболическую аппроксимационную модель четвертого порядка:

$$y_1 = -1002375,627 + 7804,12763x_1 + 10393,0145x_2 + 18164,85905x_3 + 5906,734576x_4 - 106,9207263x_1x_2 - 134,8600472x_1x_3 - 54,76973129x_1x_4 - - 65,01513939x_2x_3 - 60,65248461x_2x_4 - 70,77717745x_3x_4 + 0,53965145x_1x_2x_3 + + 0,683066942x_1x_2x_4 + 0,607848215x_1x_3x_4 - 0,028629753x_2x_3x_4 + + 2,83016E - 14x_1x_2x_3x_4 \quad (2)$$

Модель адекватна, отклонения по всем расчётным точкам сводной таблицы меньше 1%. В качестве оптимальной точки исследования многофакторного пространства по данным таблицы 1 выбрана точка с минимальным значением $y_1 = 5,1$, т. е. точка $P_1(87,5; 180; 42; 139)$. Исследование изменения функции Δ_2 в окрестности этой точки с помощью варьирования приращений h_{11}, h_{12}, h_{13}, h_{14} независимых переменных x_1, x_2, x_3, x_4 выявило, что значения функции совпадают при симметричных по знаку значениях приращений h_{ij} и это даёт основание утверждать – в исследуемом гиперпространстве 4-х факторов данные сводной таблицы 2 представляют гиперповерхность типа гиперболический параболоид.

Заключение

Таким образом, на основании проведённых исследований по изучению антиоксидантных свойств яблочного сока прямого отжима и математической оптимизации полученной модели был рекомендован оптимальный температурный режим пастеризации температура нагревания 115–120 °С, время выдержки – 120 секунд, поскольку при этом обеспечиваются самые благоприятные показатели комплекса антиоксидантных свойств продукта.

ЛИТЕРАТУРА

1 Синха Н.К., Хью И.Г. Настольная книга производителя и переработчика плодовоовощной продукции. СПб.: Профессия, 2013. 896 с.

2 Imahori Y., Bai J., Baldwin E. Antioxidative responses of ripe tomato fruit to postharvest chilling and heating treatments // Scientia Horticulturae. 2016. V. 198. № 1. P. 398–406.

3 Wang J., You Y., Chen W., Xu Q. et al. Optimal hypobaric treatment delays ripening of honey peach fruit via increasing endogenous energy status and enhancing antioxidant defence systems during storage // Postharvest Biology and Technology. 2015. V. 101. P. 1–9.

4 Brochier B., Mercali G.D., Marczak L.D.F. Influence of moderate electric field on inactivation kinetics of peroxidase and polyphenol oxidase and on phenolic compounds of sugarcane juice treated by ohmic heating // LWT – Food Science and Technology. 2016. V. 74. P. 396–403.

5 Zielinska M., Michalska A. Microwave-assisted drying of blueberry (Vaccinium corymbosum L.) fruits: Drying kinetics, polyphenols, anthocyanins, antioxidant capacity, colour and texture // Food Chem. 2016. V. 212. № 1. P. 671–680.

6 Wojdylo A., Figiel A., Legua P., Lech K. et al. Chemical composition, antioxidant capacity, and sensory quality of dried jujube fruits as affected by cultivar and drying method. // Food Chem. 2016. V. 207. № 5. P. 170 -179.

REFERENCES

1 Sinkha N.K., Hugh I.G. Nastol'naya kniga proizvoditelya i pererabotchika plodoovoshchnoi produktsii [Manual for Manufacturers and Processers of Fruit and Vegetable Products] Saint-Petersburg. Professiya, 2013. 896 p. (in Russian).

2 Imahori Y., Bai J., Baldwin E. Antioxidative responses of ripe tomato fruit to postharvest chilling and heating treatments. Scientia Horticulturae, 2016, vol. 198, no. 1, pp. 398–406.

3 Wang J., You Y., Chen W., Xu Q. et al. Optimal hypobaric treatment delays ripening of honey peach fruit via increasing endogenous energy status and enhancing antioxidant defence systems during storage. Postharvest Biology and Technology, 2015, vol. 101, pp. 1–9.

4 Brochier B., Mercali G.D., Marczak L.D.F. Influence of moderate electric field on inactivation kinetics of peroxidase and polyphenol oxidase and on phenolic compounds of sugarcane juice treated by ohmic heating. LWT – Food Science and Technology, 2016, vol. 74, pp. 396–403.

5 Zielinska M., Michalska A. Microwave-assisted drying of blueberry (Vaccinium corymbosum L.) fruits: Drying kinetics, polyphenols, anthocyanins, antioxidant capacity, colour and texture. Food Chem., 2016, vol. 212, no. 1, pp. 671–680.

6 Wojdylo A., Figiel A., Legua P., Lech K., Carbonell-Barrachina A.A., Hernandez F. Chemical composition, antioxidant capacity, and sensory quality of dried jujube fruits as affected by cultivar and drying method. Food Chem., 2016, vol. 207, no. 5, pp. 170 -179.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Надежда В. Макарова д.х.н., зав. кафедрой, кафедра технологии и организации общественного питания, Самарский государственный технический университет ул. Молодогвардейская 244, г. Самара, Россия, samara.pitanie@gmail.com

Динара Ф. Валиулина к.т.н., старший преподаватель, кафедра технологии и организации общественного питания, Самарский государственный технический университет ул. Молодогвардейская 244, г. Самара, Россия, dinara-bakieva@mail.ru

Алексей А. Правдин аспирант, кафедра автоматики и управления в технических системах, Самарский государственный технический университет, ул. Молодогвардейская 244, г. Самара, 443069, Россия, alex_pravdin@inbox.ru

Владимир В. Стулин д.т.н., профессор, кафедра высшей математики и прикладной информатики, Самарский государственный технический университет, ул. Молодогвардейская 244 г. Самара, Россия

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Nadezhda V. Makarova doc. chem.. sci., head of catering technology and organization department, Samara state technical university, 244, Molodogvardeiskaya st., Samara, 443069, Samara, Russia, samara.pitanie@gmail.com

Dinara F. Valiulina. cand. tech. sci., senior lecturer, catering technology and organization department, Samara state technical university, 244, Molodogvardeiskaya st., Samara, 443069, Samara, Russia, dinara-bakieva@mail.ru

Aleksei A. Pravdin graduate student, department of automatics and management in technical systems, Samara state technical university, 244, Molodogvardeiskaya st., Samara, 443069, Samara, Russia, alex-pravdin@inbox.ru

Vladimir V. Stulin doc. tech. sci., Professor, advanced maths and applied information science department, Samara state technical university, 244, Molodogvardeiskaya st., Samara, 443069, Samara, Russia

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Надежда В. Макарова консультация в ходе исследования
Динара Ф. Валиулина обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперимент, выполнил расчёты
Алексей А. Правдин написала рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат
Владимир В. Стулин предложил методику проведения эксперимента и организовал производственные испытания

CONTRIBUTION

Nadezhda V. Makarova consultation during the study
Dinara F. Valiulina. review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations
Aleksei A. Pravdin wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism
Vladimir V. Stulin proposed a scheme of the experiment and organized production trials

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

ПОСТУПИЛА 31.07.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 23.08.2016

RECEIVED 7.31.2016

ACCEPTED 8.23.2016

Оригинальная статья/Original article

УДК 664.951

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-49-55

Поведение коэффициентов диффузии при посоле сельди в неподвижном тузлуке в области отрицательных температур

Мария В. Шуманова, [1] maria.shumanova@klgtu.ru
Юрий А. Фатыхов [1] elina@klgtu.ru
Вячеслав А. Шуманов [2] vshumanov@inbox.ru

[1] кафедра пищевых и холодильных машин, Калининградский государственный технический университет, Советский пр-т , 1, г. Калининград, 236022, Россия

[2] кафедра физики, Калининградский государственный технический университет, Советский пр-т , 1, г. Калининград, 236022, Россия

Реферат. В настоящей работе обозначена актуальность тузлучного посола сельди при отрицательных температурах с учетом положительной динамики ее вылова, запасов, благоприятного воздействия холода на подавление жизнедеятельности микроорганизмов, улучшения качества продукции и увеличения времени хранения. Исследовались изменения такой значимой характеристики как коэффициент диффузии в процессе посола при отрицательных температурах. Для исследования был использован метод фотонной корреляционной спектроскопии, основанный на релеевском рассеянии излучения от вещества. Получены экспериментальные зависимости коэффициентов диффузии от глубины проникновения соли в тузлуке, коже и мясе сельди в диапазоне температур от -16 °С до -6 °С, которые носят волнообразный характер. Также получена зависимость коэффициентов диффузии от отрицательной температуры в диапазоне от -18 °С до 0 °С, имеющая гармонический вид. Возникающий температурный градиент является источником возмущений, приводящий к образованию термоконвективных волн. На основании теоретических исследований академика А.В. Лыкова и химических процессах, происходящих на границе (коже) раздела фаз с использованием основного уравнения термохимии – закона Гиббса, объясняется механизм образования термоконвективных волн, влияющих на коэффициент диффузии. Получена связь коэффициентов диффузии с размерами диффундирующих частиц, носящая гиперболический характер в диапазоне температур от -18 °С до 0 °С в тузлуке, коже и мясе сельди. Высказана возможность ускорения посола путем механического воздействия на исследуемый объект (в частности звуком или ультразвуком). Разрушение диффундирующих частиц, представляющих собой объединения ионов Na^+ и Cl^- с молекулами воды, способствует увеличению коэффициента диффузии.

Ключевые слова: сельдь, посол, отрицательные температуры, метод фотонной корреляционной спектроскопии, коэффициент диффузии, термоконвективные волны

The behavior of the diffusion coefficients in salting of herring in a fixed brine at subzero temperatures

Maria V. Shumanova, [1] maria.shumanova@klgtu.ru
Yurii A. Fatykhov, [1] elina@klgtu.ru
Vyacheslav A. Shumanov [2] vshumanov@inbox.ru

[1] food and refregeration machines department, Kaliningrad State Technical Univercity, Soviet Av., 1 Kalinngrad, 236022, Russia

[2] physics department, Kaliningrad State Technical Univercity, Soviet Av., 1 Kalinngrad, 236022, Russia

Summary. The relevance of herring brine salting at subzero temperatures, taking into account the positive dynamics of its catching, its reserves, a favorable cooling effect on the suppression of microorganizms activity, improvement of product quality and increasing of storage time are indicated in this paper. Changes in such a significant characteristics as the diffusion coefficient in the process of salting at subzero temperatures were studied. Method of photon correlation spectroscopy, based on the Rayleigh scattering of radiation from the substance was used for the study. The experimental diffusion coefficient dependences on the depth of penetration of the salt in brine, skin and meat of herring at temperatures ranging from -16 ° C to -6 ° C were obtained. They are of wave-like nature. The dependence of the diffusion coefficients on subzero temperature ranging from -18 ° C to 0 ° C, and having a harmonic form was also obtained in the work. The resulting temperature gradient is a source of perturbations, giving rise to thermoconvective waves. According to the theoretical research of Academician A.V. Lykov and chemical processes occurring at the border (skin) of phase separation using the basic equation of thermochemistry - Gibbs law, mechanism of thermoconvective waves influencing the diffusion coefficient is explained. A relation between the diffusion coefficients with the size of the diffusing particles, having hyperbolic character in the temperature range from -18 ° C to 0 ° C in the in brine, skin and meat of herring was determined . The possibility of acceleration of salting by means of mechanical impact on the object under study (in particular sound or ultrasound) was expressed. The destruction of the diffusing particles, representing the union of Na^+ and Cl^- with water molecules, increases the diffusion coefficient.

Keywords: herring, salting, subzero temperatures, the method of photon correlation spectroscopy, diffusion coefficient, thermal convective wave

Введение

В общем объёме вылова порядка 8% занимает сельдь, запасы которой являются достаточными. Сельдь, как объект обработки, является классическим (традиционным) видом сырья для посола, так как она принадлежит к числу рыб, способных созревать во время посола. Этот способ консервирования не потерял актуальности и в настоящее время, когда с помощью посола получают либо готовые изделия, обладающие специфическим ароматом и вкусом, либо полуфабрикаты, из которых в дальнейшем изготавливают вяленую, копчёную, сушёную, маринованную продукцию.

Посол – сложный массообменный процесс, состоящий из диффузионного перехода соли в рыбу, диффузионно-осмотического переноса воды из тканей рыбы в тузлук и наоборот.

Для цитирования

Шуманова М.В., Фатыхов Ю.А., Шуманов В.А. Поведение коэффициентов диффузии при посоле сельди в неподвижном тузлуке в области отрицательных температур // Вестник ВГУИТ. 2016. № 3. С. 49–55. doi:10.20914/2310-1202-2016-3-49-55

For citation

Shumanova M.V., Fatykhov Yu.A., Shumanov V.A. The behavior of the diffusion coefficients in salting of herring in a fixed brine at subzero temperatures. Vestnik VSUET [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 3. pp. 49–55. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-3-49-55

Движущей силой процесса посола является градиент концентрации раствора хлористого натрия как основного применяемого в промышленности консерванта, во внешней солевой среде (тузлуке) и тканях гидробионтов.

До недавних пор производство рыбы крепкого посола (свыше 12% массовой доли соли) занимало доминирующее место. В последние годы учёными установлено отрицательное воздействие на организм человека чрезмерного употребления хлористого натрия. К негативным последствиям относят: заболевания сердечно-сосудистой системы; повышение возбудимости центральной нервной системы, способствующей развитию гипертонической болезни; ингибирующее воздействие натрия на липопротеиновую липазу крови, уменьшающее коллоидную стабильность холестерина и являющееся одной из причин развития атеросклероза и др.

Как показали маркетинговые исследования по изучению удовлетворения потребностей населения качеством солёной рыбопродукции, гастрономические предпочтения потребителя (76%) склоняются в сторону малосолёного продукта (3–6% массовой доли соли).

С целью значительного снижения жизнедеятельности микроорганизмов и активности тканевых ферментов, а также улучшения качественных характеристик солёного продукта ряд исследователей предлагают осуществлять комбинированный посол рыбы, сочетая её обработку на отдельных этапах, как при положительных, так и отрицательных (до минус 22 °С) температурах [1, 2]. Однако эти работы посвящены установлению закономерностей при сухом посоле рыбы и не раскрывают механизм массопереноса при тузлучном (мокром) посоле.

Учитывая положительную динамику вылова сельди, её промысловый запас, благоприятное воздействие холода на подавление жизнедеятельности микроорганизмов, увеличение продолжительности хранения и улучшения качества продукта, представляется актуальным исследование и установление закономерностей процесса тузлучного посола рыбы при отрицательных температурах.

Материалы и методы исследования

В качестве объекта исследования использовали сельдь атлантическую (Clupea harengus) мороженую, по качеству отвечающую требованиям действующего стандарта размером 30 ± 2 см, массой 310 ± 10г. Химический состав мяса сельди атлантической: жир 18,5%, белок 18%, минеральные вещества 1,5%.

Для составления тузлука определенной заданной концентрации (плотности) использовали хлористый натрий по ГОСТ 4233 и воду питьевую по ГОСТ Р 51232–98.

Для исследования процесса диффузии соли в тканях сельди существующие химические способы определения солёности рыбы не позволяют получить информацию о пространственно-временном характере распределения соли в продукте. Для установления механизма распространения соли необходимо применять новые методы исследования, основанные на взаимодействиях излучений (акустических или электромагнитных) с веществом. Таким методом может быть современный оптический метод – фотонной корреляционной спектроскопии, основанный на релеевском рассеянии излучения от веществ. Учёными ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» – Брюхановым В.В., Ивановым А.М. и др. в лаборатории микро- и нанотехнологий кафедры физики данный метод успешно применялся для исследования взаимодействия различных веществ, однако его приемлемость и целесообразность для исследования процессов пищевой технологии впервые высказана и обоснована Фатыховым Ю.А., Шумановой М.В., Шумановым В.А. [3].

Метод фотонной корреляционной спектроскопии (ФКС) заключается в измерении коэффициента диффузии дисперсных частиц путём анализа динамических флуктуаций интенсивности рассеянного света. ФКС позволяет измерить коэффициент диффузии этих частиц и, соответственно, размер дисперсных частиц, который связан с коэффициентом диффузии [4].

Схема экспериментальной установки для исследования процесса посола мяса сельди методом фотонной корреляционной спектроскопии (ФКС) показана на (рисунок 1).

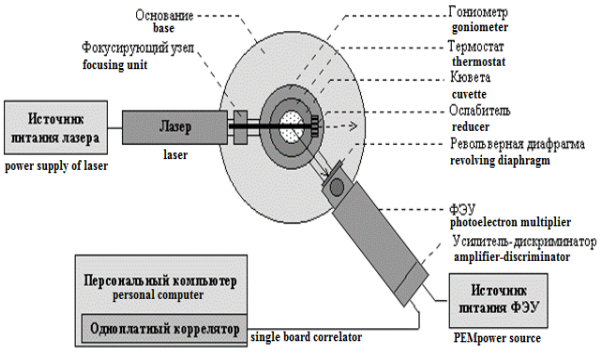


Рисунок 1. Схема экспериментальной установки

Figure 1. Diagram of the experimental facility

Она включает в себя: источник излучения, кювету с исследуемым веществом, анализатор и коррелятор, принимающие рассеянное излучение через фотоэлектронный умножитель (ФЭУ) и выводящие полученную информацию на дисплей компьютера. Источником излучения является одномодовый He-Ne лазер (W = 15 мВт; λ = 632,8 нм; диаметр луча 100 мкм). Флуктуации интенсивности света, рассеянного на разных дисперсных частицах, регистрировались фотоэлектронным умножителем (ФЭУ), работающим в режиме счета фотонов.

Корреляционная функция вычислялась с использованием 32-битного 282-канального коррелятора «Photocor-FC», подключённого к компьютеру и снабжённого программой Flex 5.3.3. Программа рассчитывала корреляционную функцию рассеяния (временное разрешение t = 25 нс), определяла функцию распределения частиц по размерам и вычисляла коэффициент диффузии из корреляционной функции. Программа рассчитывала коэффициент диффузии с относительной погрешностью не более 5%.

Образцы сельди с кожей помещались в кювету из кварцевого стекла кожей вверх и заливались раствором NaCl заданных концентрации и температуры. Кювета помещалась в термостат, находящийся на платформе гониометра. Перемещение кюветы по высоте осуществлялось через 1 мм с помощью микрометрического устройства В каждый фиксированный момент производилось сканирование лазерным лучом тузлука, кожи и мяса сельди по высоте кюветы.

Отрицательные температуры создавались путём циркуляции тосола с жидким азотом вокруг кюветы с исследуемым образцом сельди.

Результаты и обсуждения

На рисунке 2 показано поведение коэффициента диффузии при отрицательных температурах на коже, в тузлуке, и мясе сельди. В тузлуке измерения проводились на расстоянии 1 мм от кожи, т. е. в пограничном слое, а в мясе – на расстоянии 6 мм от кожи вглубь мяса сельди.

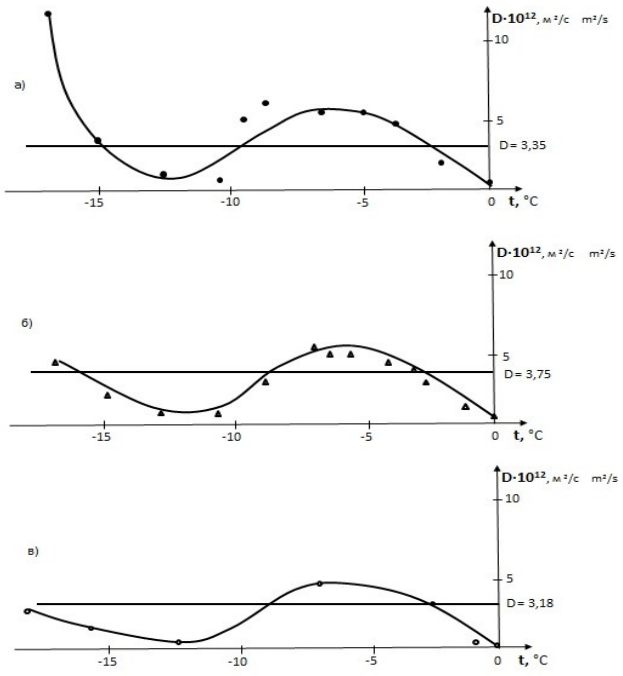


Рисунок 2. Зависимость коэффициента диффузии от температуры а) на коже; б) в тузлуке; в) в мясе

Figure 2. The dependence of the diffusion coefficient on temperature a) on the skin; b) in brine; c) in the meat

Как видно из рисунка 2 в исследуемых срезах образца происходят изменения коэффициентов диффузии от температуры, а изменения температуры, очевидно, связано с микроконвекцией.

На рисунке 3 представлены изменения коэффициентов диффузии по толщине исследуемого образца в кювете.

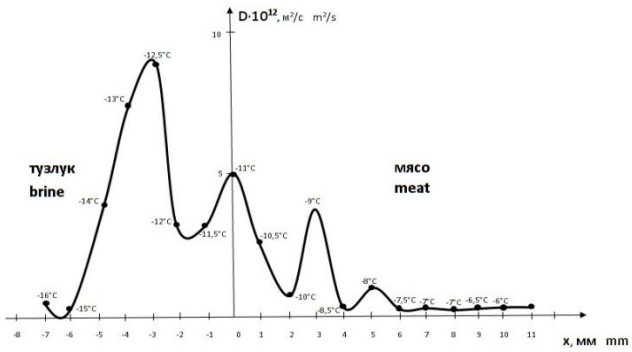


Рисунок 3. Зависимость коэффициента диффузии от расстояния в тузлуке и мясе x = 0 – кожа; x > 0 – мясо сельди; x < 0 – тузлук

Figure 3. The dependence of the diffusion coefficient of solution in brine and meat x = 0 – the skin; x> 0 – herring meat; x < 0 – brine

Основной движущей силой диффузионно-осмотического переноса соли и тканевой влаги рыбы является градиент концентрации. Это связано с тем, что при охлаждении образца рыбы с раствором соли до -20°C, межклеточная жидкость, находящаяся в тканях рыбы, и раствор соли не замерзают полностью. На границе раздела фаз возникают градиенты температур, связанные с термодинамическим равновесным состоянием, т.е. кристаллизацией соли и ее растворением. В результате происходит выделение и поглощение теплоты, способствующее микроконвекции.

Так как характер поведения коэффициентов диффузии, изображённый на рисунках 2 и 3 имеет качественные и количественные отличия от аналогичной зависимости при положительных температурах [5], приведём теоретические обоснования данного явления.

По мнению А.В. Лыкова [6], при малых числах Грасгофа (Gr < 50), в случае наличия источника возмущений наблюдается конвективное движение жидкости в направлении градиента возмущения за счёт молекулярной теплопроводности. Возникающие термоконвективные волны имеют вид колебательных движений при участии вязких и инерционных сил, приводящих к снижению амплитуды колебаний вплоть до полного затухания волн.

Рассмотрим подробнее механизмы возникновения термоконвективных волн. Для этого принимаем следующие начальные условия осуществления процесса: насыщенный раствор NaCl с массовой концентрацией 26% при 25 °С и мясо сельди замораживаем до −18 °С (рисунок 4).

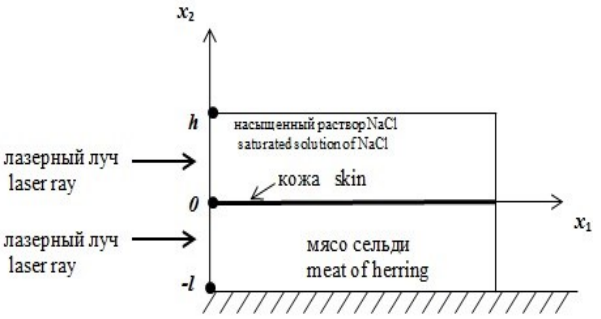


Рисунок 4. Схема расположения раствора и мяса сельди в кювете в исследовании процесса посола при отрицательных температурах

Figure 4. Diagram of location solution and herring meat in a cell in the study salting process at low temperatures

Предполагается, что на боковой стенке ($x_1 = 0$) имеется источник периодических возмущений температуры (как и в [6]) и вертикальной составляющей скорости. Возмущения будут распространяться вдоль слоя в виде термоконвективных волн, характеристики которых определяются толщиной слоя h, свойствами жидкости, условиями на границах и величиной градиента температур $\gamma = -\frac{\partial T_0}{\partial x_2}$, где T_0 – равновесное распределение температур.

Будем исходить из известных уравнений естественной конвекции в приближении Буссинеска (1):

$$\left.\begin{aligned} &\frac{\partial \bar{v}}{\partial \tau} + (\bar{v}\nabla)\bar{v} = -\frac{1}{\rho_0}\nabla P + \nu\nabla^2\bar{\vartheta} + \beta\theta\bar{g}; \\ &\frac{\partial \theta}{\partial \tau} + \bar{\vartheta}\nabla\theta = \alpha\nabla^2\theta; \\ &div\,\bar{\vartheta} = 0; \\ &\rho - \rho_0 = -\rho_0\beta\theta; \\ &\theta = T - T_0. \end{aligned}\right\} \quad (1)$$

где ρ_0 – значение плотности при постоянной температуре T_0; $\beta = \frac{1}{\rho_0}\left(\frac{\partial \rho}{\partial T}\right)_{T_0}$ – коэффициент теплового расширения жидкости.

Ограничимся рассмотрением возмущений малой амплитуды, что позволит пренебречь конвективными членами в (1).

Получаем линейную систему уравнений для двумерной задачи:

$$\left.\begin{aligned} &\frac{\partial v_1^*}{\partial \tau^*} = \frac{\partial P^*}{\partial x_1^*} + \nabla^{*2} v_1^* \\ &\frac{\partial v_2^*}{\partial \tau^*} = \frac{\partial P^*}{\partial x_2^*} + \nabla^{*2} v_2^* + \mathrm{Gr}\,\theta \\ &\frac{\partial v_1^*}{\partial x_1^*} + \frac{\partial v_2^*}{\partial x_2^*} = 0 \\ &\frac{\partial \theta}{\partial \tau^*} = \frac{1}{\mathrm{Pr}}\nabla^{*2}\theta + v_2^* \end{aligned}\right\} \quad (2)$$

где $\nabla^{*2} = \frac{\partial^2}{\partial x_1^{*2}} + \frac{\partial^2}{\partial x_2^{*2}}$ – оператор Лапласа; $\mathrm{Gr} = \frac{\beta g h^4 \gamma}{\nu^2}$ – число Грасгофа; $\mathrm{Pr} = \frac{\nu}{\alpha}$ – число Прандтля.

Использованы следующие безразмерные величины:

$$\begin{gathered} x_1 = hx_1^*;\ x_2 = hx_2^*;\ v = \frac{\nu}{h}v^*;\ P = \frac{\rho\nu^2}{h^2}P^*; \\ \tau = \frac{h^2}{\nu}\tau^*;\ \theta = \frac{T - T_1}{\gamma h};\ \omega = \frac{\gamma}{h^2}\omega^* \end{gathered} \quad (3)$$

Далее знак «*», обозначающий безразмерные величины, будем опускать.

Таким образом, свойства термоконвективных волн в слое будут определяться безразмерными параметрами: Gr, Pr, ω.

Исключая из системы (2) все неизвестные, получаем уравнение для определения вертикальной компоненты скорости:

$$\nabla^2\left(\frac{\partial}{\partial \tau} - \nabla^2\right)\left(\frac{\partial}{\partial \tau} - \frac{1}{\mathrm{Pr}}\nabla^2\right)v_2 = \mathrm{Gr}\frac{\partial^2 v_2}{\partial x_1^2} \quad (4)$$

Будем искать решение уравнения (4) в виде плоских волн:

$$v_2 = V_2(x_2)e^{i(\omega\tau - kx_1)} \quad (5)$$

с амплитудой, зависящей от x_2.

Тогда из (4) получаем:

$$\left[\omega - i\left(k^2 - \frac{\partial^2}{\partial x_2^2}\right)\right]\left[-\frac{i}{\mathrm{Pr}}\left(k^2 - \frac{\partial^2}{\partial x_2^2}\right)\right]\left(k^2 - \frac{\partial^2}{\partial x_2^2}\right)V_2 = Gk^2V_2, \quad (6)$$

где k – волновой вектор, обезразмеренный по высоте слоя.

Решение уравнения (6) для слоя свободной верхней и твёрдой нижней (кожей) границами, на которых поддерживается постоянная температура. Равенство нулю на границах поперечной составляющей скорости V_2, возмущения температуры θ и касательных напряжения $\frac{\partial v_1}{\partial x_1}$ учётом (2) даёт граничные условия для V_2:

$$V_2 = \frac{\partial^2 V_2}{\partial x_2^2} = \frac{\partial^4 V_2}{\partial x_2^4} = 0 \text{ при } x_2 = 0, h. \quad (7)$$

Уравнению (6) с граничными условиями (7) удовлетворяет решение:

$$V_2 = \sin \pi x_2 . \quad (8)$$

Напомним, что в выражении (8) V_2 и x_2 – безразмерные величины.

Подставляя (8) в (5), имеем:

$$v_2 = \sin \pi x_2 e^{i(\omega\tau - kx_1)}. \quad (9)$$

При избавлении от безразмерного вида:

$$v_2 = \frac{\nu}{h} sin \frac{\pi x_2}{h} e^{i\left(\frac{h^2}{\nu}\omega \frac{\nu}{h^2}\tau - \frac{2\pi}{\lambda}\frac{x_1}{h}\right)}. \quad (10)$$

Воспользуемся данным решением. Примем случай: кювета с исследуемым образцом, охлаждённая до температуры -18 °С, помещается на столик гониометра с более высокой температурой (комнатной плюсовой). Этим самым исключаем периодическое боковое температурное воздействие, т. е. с боков происходит стационарное воздействие среды с температурой выше, чем у образца.

Для этого примем значение частоты внешнего воздействия равным нулю, пользуясь решением (10), получаем:

$$v_2 = \frac{\nu}{h} sin \frac{\pi x}{h} e^{-i\frac{2\pi x_1}{\lambda}} \quad (11)$$

Используя формулу Эйлера и выделяя действительную часть, получаем:

$$v_2 = \frac{\nu}{h} sin \frac{\pi x_2}{h} cos \frac{2\pi x_1}{\lambda}. \quad (12)$$

Таким образом, получаем гармонические изменения вертикальной скорости в толще образца.

Расчётное максимальное значение вертикальной составляющей скорости конвективного движения при боковом температурном воздействие с нулевой частотой ($\omega = 0$) равно $v_{2\,max} \approx 0,3$ мм\с.

Термоконвекции и образованию термоконвективных волн способствуют также химические процессы, происходящие на коже сельди (происходит диссоциация и кристаллизация). В результате этого наблюдается поглощение и выделение теплоты.

Направленность процесса и тепловой эффект определяется основным уравнением термохимии – законом Гиббса:

$$\Delta G = \Delta H - TS, \quad (13)$$

где ΔG – изменение энергии Гиббса; ΔH – изменение энтальпии; ΔS – изменение энтропии; T – абсолютная температура.

Действительно, в уравнении (13) имеется два члена.

Для грубой оценки того, в каком направлении может протекать тот или иной процесс при низких и высоких температурах, можно воспользоваться приближенным уравнением для изменения энергии Гиббса [7-9]. При низких температурах множитель T мал и абсолютное значение произведения TS тоже мало. В этом случае для реакций, имеющих значительный тепловой эффект, $|\Delta H| \gg$. Тогда в выражении (13) вторым членом можно пренебречь. При этом получим:

$$\Delta G \approx \Delta H . \quad (14)$$

При достаточно высоких температурах (множитель T велик) имеет обратное соотношение:

$$|\Delta H| \ll . \quad (15)$$

Пренебрегая теперь первым членом в выражении энергии Гиббса, получим:

$$\Delta G \approx -TS . \quad (16)$$

Эти приближенные равенства показывают, что при низких температурах критерием направления самопроизвольного протекания процесса в первом приближении может служить знак теплового эффекта, а при высоких – процесс, сопровождающийся увеличением энтропии.

Процесс выделения теплоты непосредственно вблизи границы раздела фаз способствует возникновению градиента температуры $\gamma = \partial T / \partial x$, который изменяется внутри раствора соли от 1,0 до 0,5 °С/мм, а в межклеточном пространстве мяса сельди от 0,5 до 0 °С/мм (рисунок 3).

Диффузионно-осмотический перенос соли и тканевой влаги рыбы сопровождается малыми температурными возмущениями, вызывающими образование слабозатухающих термоконвективных волн.

В диапазоне изменения температур от −18 °С до 0 °С была получена экспериментальная зависимость коэффициентов диффузии D в тузлуке, коже и мясе сельди от размеров диффундирующих частиц R (рисунок 5).

$$D \cdot R = 242{,}5 \cdot 10^{-12},\ (м^2/с) \cdot нм \qquad (17)$$

Диффундирующими частицами являются ионы Na^+ и Cl^-, связывающие собою большое количество молекул воды H_2O. Так из курса химии известно, что на одну молекулу NaCl приходится 400 молекул воды. Следовательно, зная коэффициент диффузии, по формуле (17) можно оценить размер диффундирующей частицы.

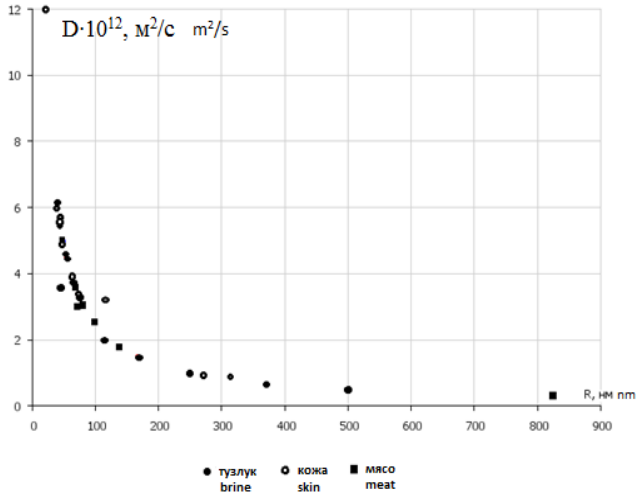


Рисунок 5. Зависимость коэффициента диффузии от размера диффундирующих частиц

Figure 5. The dependence of the diffusion coefficient on the size of the diffusing particles

Механически разрушая диффундирующие частицы (например, с помощью акустических воздействий, т. е. звука), становится возможным увеличить значение коэффициента диффузии, тем самым ускорить продолжительность процесса посола рыбы.

Выводы

1. Выявлена актуальность тузлучного посола рыбы при отрицательных температурах.

2. На основе метода фотонной корреляционной спектроскопии получены волнообразные изменения коэффициентов диффузии от глубины проникновения соли в тузлуке, коже и мясе сельди, а также от температуры в диапазоне от -18 °С до 0 °С.

3. На основе исследований академика А.В. Лыкова и химических процессов, происходящих на границе раздела фаз у кожи сельди, объясняется механизм образования термоконвективных волн, источником которых является температурный градиент, уменьшающийся по глубине проникновения соли. Вследствие чего термоконвективные волны слабо затухают.

4. Получена зависимость коэффициентов диффузии от размеров диффундирующих частиц R:

$$D \cdot R = 242{,}5 \cdot 10^{-12},\ (м^2/с) \cdot нм$$

5. Для ускорения процесса посола целесообразно механическое разрушающее воздействие на диффундирующие частицы, в результате чего увеличивается коэффициент диффузии.

ЛИТЕРАТУРА

1.Ершов А.М. и др. Исследование массообменных процессов при комбинированном сухом посоле рыбы // Вестник Мурманского государственного технического университета. 2010. Т. 13. № 4/1. С. 673–677.

1 Побокова Т.И., Глущенко Л.Ф. Совершенствование посола скумбрии при ее подготовке к копчению // Ученые записки Новгородского государственного университета имени Ярослава Мудрого. № 3. 2015. С. 1-5

2 Фатыхов Ю.А., Шуманова М.В., Шуманов В.А. Применение нанотехнологических методов для исследования процесса посола сельди // Тр. XI межд. науч.-техн. конф. «Инновации в науке, образовании и бизнесе» Калининград. 2013. Ч. 1. С. 261–263.

3 Bryukhanov V.V., Ivanov A.M., Voronin T.A., Khitrin A.V. et al. Laser ablation of metal nanoparticles in liquid and study the structures obtained by methods correlation spectroscopy // Education and Science Without Borders. 2011. V. 2. Issue 4. P. 113-115.

4 Шуманова М.В., Фатыхов Ю.А., Шуманов В.А. Результаты экспериментальных и теоретических исследований процесса посола сельди // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2015. № 2. С. 30–34.

5 Лыков А.В., Берковский Б.М. Конвекция и тепловые волны. М.: «Энергия», 1974, 336 с.

6 Артамонова И.В. Леснова Л.А. Русакова С.М. Годунов Е.Б. Оценка растворимости солей щелочных металлов // Известия МГТУ «МАМИ». 2013. Т. 3. № 1(15). С. 5–8.

7 Pelegrina J.L., Gennaria F.C., Condóa A.M., Fernández Guillermeta A. Predictive Gibbs-energy approach to crystalline/amorphous relative stability of nanoparticles: Size-effect calculations and experimental test // Journal of Alloys and Compounds. 2016. V. 689. P.161–168

8 Xianzhen Xu, Yangdong Hu, Lianying Wu, Xia Chen A new model in correlating and calculating the solid–liquid equilibrium of salt–water systems // Chinese Journal of Chemical Engineering. 2016. V. 24. Issue. 8. P. 1056–1064

REFERENCES

1. Ershov A.M. A study of weight and metabolic processes in the combined dry salting fish *Vestnik Murmanskogo gosudarsvennogo universiteta* [Bulletin of Murmansk State Technical University] 2010, vol. 13, no. 4/1, pp. 673–677. (in Russian).

1 Pobokova T.I., Gluschenko L.F. Improving salting mackerel process of its treatment for smoking. Uchenye zapiski Novgorodskogo gosudarstvennnogo universiteta imeni Yaroslava Mudrogo [Scientific notes of Novgorod State University of Yaroslav Mudry] 2015, no. 3, pp. 1-5. (in Russian).

2 Fatykhov Yu.A. Shumanova M.V., Shumanov V.A. The use of nanotechnology techniques to study the process of salted herring. Trudy 11 mezdunararodnoi. naucnotehnicheskoi konferencii [Proceedings of XI Intl. scientific-technical. conf.] 2013, vol. 1, pp. 261–263. (in Russian).

3 Bryukhanov V.V., Ivanov A.M., Voronin T.A., Khitrin A.V. et al. Laser ablation of metal nanoparticles in liquid and study the structures obtained by methods correlation spectroscopy. Education and Science Without Borders, 2011, vol. 2, issue 4, pp. 113-115.

4 Shumanova M.V. Fatykhov Yu.A., Shumanov V.A. The results of experimental and theoretical studies salting process herring. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta ingenernyh technologii* [Proceedings of Voronezh State University of Engineering Technology] 2015, no. 2, pp. 30–34. (in Russian).

5 Lykov A.V., Berkovskii B.M. Konvektsiya i teplovie volny [Convection and heat waves]. Moscow, Energiya Publ., 1974, 336 p. (in Russian).

6 Artamonova I.V. Lesnova L.A. Rusakova S.M. Godunov E.B. Evaluation of solubility of alkali metal salts. *Vestnik MGTU* [Bulletin of the MSTU] 2013, no. 1 (15), vol. 3, pp. 5–8. (in Russian).

7 Pelegrinaa J.L., Gennaria F.C., Condóa A.M., Fernández Guillermeta A. Predictive Gibbs-energy approach to crystalline/amorphous relative stability of nanoparticles: Size-effect calculations and experimental test. Journal of Alloys and Compounds, 2016, vol. 689, pp. 161–168.

8 Xianzhen Xu, Yangdong Hu, Lianying Wu, Xia Chen A new model in correlating and calculating the solid–liquid equilibrium of salt–water systems. Chinese Journal of Chemical Engineering, 2016, vol. 24, issue 8, pp. 1056–1064.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Мария В. Шуманова аспирант, кафедра пищевых и холодильных машин, ФГБОУ ВО «Калининградский государственый технический университет, Советский пр-т, 1, Калининград, 236022, Россия, maria.shumanova@klgtu.ru
Юрий А. Фатыхов профессор, заведующий кафедрой пищевых и холодильных машин, ФГБОУ ВО «Калининградский государственый технический университет, Советский пр-т, 1, Калининград, 236022, Россия, elina@klgtu.ru
Вячеслав А. Шуманов доцент, кафедра физики, ФГБОУ ВО «Калининградский государственый технический университет, Советский пр-т, 1, Калининград, 236022, Россия, vshumanov@inbox.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Мария В. Шуманова написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат
Юрий А. Фатыхов консультация в ходе исследования
Вячеслав А. Шуманов обзор литературных источников по исследуемой проблеме, выполнил расчёты

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 01.08.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 22.08.2016

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Maria V. Shumanova graduate student, food and refrigerating machines department, Kaliningrad State Technical Univercity, Soviet Av., 1 Kalinngrad, 236022, Russia, maria.shumanova@klgtu.ru
Yurii A. Fatykhov Professor, the Head of Department, Food and refrigerating machines department, Kaliningrad State Technical Univercity, Soviet Av., 1 Kalinngrad, 236022, Russia, elina@klgtu.ru
Vyacheslav A. Shumanov associate Professor, Physics department, Kaliningrad State Technical Univercity, Soviet Av., 1 Kalinngrad, 236022, Russia, vshumanov@inbox.ru

CONTRIBUTION

Maria V. Shumanova wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism
Yurii A. Fatykhov consultation during the study
Vyacheslav A. Shumanov review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 8.1.2016

ACCEPTED 8.22.2016

Оригинальная статья/Original article

УДК 519.6:536.71

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-56-60

Моделирование процесса вакуум- сублимационной сушки гранулированных продуктов

Сергей Т. Антипов [1] ast@vsuet.ru
Артем С. Шахов [1] luckyshax@mail.ru

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

Реферат. В работе рассмотрен и промоделирован процесс вакуум-сублимационной сушки гранулированных продуктов с деструкцией высохшего слоя. Развитием этого направления служит метод, основанный на удалении высохшего слоя продукта с поверхности гранул, образованных в виде сферических тел и помещенных в перфорированный барабан. После процесса предварительного замораживания гранулы попадают в расположенный в вакуумной сушильной камере перфорированный барабан. При постоянном перемешивании гранул продукта за счет трения их между собой и о стенки барабана сухая часть продукта претерпевает деструкцию и равномерно отделяется от замороженного остатка. Процесс заканчивается тогда, когда весь продукт в грануле превращается в сухой порошок. Для построения адекватной модели процесса сушки, целесообразно рассматривать отдельную гранулу, а не слой гранул в целом, но с учетом влияния гранул друг на друга в процессе сушки. Для этой цели приведена схема и математическое описание облучения тепловым потоком отдельной гранулы продукта. Для учета прерывистого характера облучения гранулы предложен коэффициент и два альтернативных подхода к его определению. А также дан алгоритм определения коэффициента, учитывающего односторонность облучения гранулы. Сформулирована математическая модель процесса вакуум-сублимационной сушки гранулированных продуктов, которая представляет собой одномерную параболическую краевую задачу с подвижной границей. Она включает в себя нестационарные уравнения теплопроводности, начальное условие, граничные условия и определяющие подвижную границу условия. Искомыми величинами здесь являются температурные поля и свободная граница. Пояснено происхождение функций внутренних тепловых источников, присутствующих в уравнениях теплопроводности.

Ключевые слова: вакуум-сублимационная сушка, моделирование, уравнение теплопроводности

Modelling of the granular products vacuum freeze-dried process

Sergei T. Antipov [1] ast@vsuet.ru
Artem S. Shakhov [1] luckyshax@mail.ru

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

Summary. In the work reviewed and simulated the process of vacuum freeze-drying of granular products with the destruction of the dried layer. As development of this direction serves the method based on removal of the dried product layer from a surface of a granule, formed in the form of spherical bodies and placed in the punched drum. After process of preliminary freezing of a granule get to the punched drum located in the vacuum drying chamber. In case of fixed hashing of granules of a product due to their friction among themselves and about drum walls a dry part of a product undergoes destruction and regularly separates from the refrigerated remaining balance. Process comes to an end when all product in a granule turns into dry powder. For creation of adequate model of process of drying, it is reasonable to consider a separate granule, but not a layer of granules in general, but taking into account influence of granules at each other in the course of drying. For this purpose, the scheme and mathematical description of radiation heat flux of the individual granules of the product. To account for the intermittent nature of exposure to granules suggested ratio and its two alternative approaches to its definition. As well as an algorithm for determining the coefficient that takes into account the one-sided irradiation of the pellets. Formulated mathematical model of the process the vacuum - freeze-drying of granular products, which is a one-dimensional parabolic boundary value problem with moving boundary. It includes the unsteady heat conduction equation, initial condition, boundary conditions and defining a movable boundary conditions. The sought quantities are the temperature field and the free boundary. Explained the origin of the functions of internal heat sources present in the equations of heat conduction.

Keywords: vacuum-freeze drying, modeling, heat conduction equation

Введение

Одним из направлений интенсификации вакуум-сублимационной сушки является увеличение поверхности испарения путем организации процесса сушки в тонком слое. Развитием этого направления служит метод, основанный на удалении высохшего слоя продукта с поверхности гранул, образованных в виде сферических тел и помещенных в перфорированный барабан.

После процесса предварительного замораживания гранулы попадают в расположенный в вакуумной сушильной камере перфорированный барабан, где образуют слой высоты *h* (рисунок 1).

Для цитирования

Антипов С. Т., Шахов А. С. Моделирование процесса вакуум- сублимационной сушки гранулированных продуктов // Вестник ВГУИТ. 2016. № 3. С. 56–60. doi:10.20914/2310-1202-2016-3-56-60

For citation

Antipov S. T., Shakhov A. S. Modelling of the granular products vacuum freeze-dried process. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 3. pp. 56–60. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-3-56-60

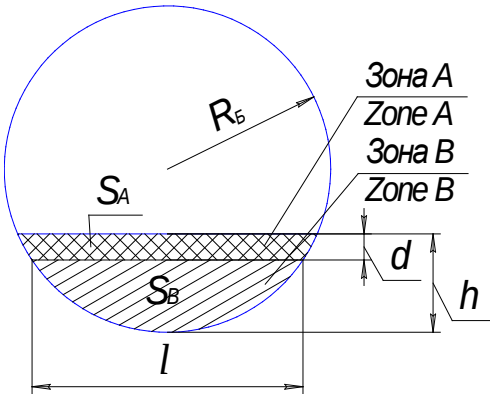


Рисунок 1. Поверхностный и глубинный слой гранул (зоны А и В)

Figure 1. The superficial and the deep layer of the pellet (zone A and B)

Гранулы, находящиеся на поверхности слоя, прогреваются постоянным инфракрасным излучением плотности q. Барабан вращается, поэтому гранулы постоянно перемешиваются, и энергия теплового излучения более-менее равномерно распределяется на все гранулы. За счет такого теплоподвода происходит процесс сублимационной сушки продукта, в результате чего на поверхности гранул за некоторый малый период времени образуется слой сухого продукта (рисунок 2).

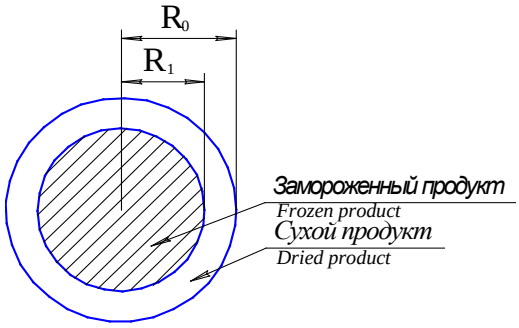


Рисунок 2. Замороженная гранула продукта с его сухим слоем

Figure 2. The frozen pellet of the product with its dry layer

При постоянном перемешивании гранул продукта за счет трения их между собой и о стенки барабана сухая часть продукта претерпевает деструкцию и равномерно отделяется от замороженного остатка. Процесс заканчивается тогда, когда весь продукт в грануле превращается в сухой порошок, т. е. сухой слой продукта полностью разрушается, сухие частицы продукта измельчаются под воздействием сил трения между собой и о цилиндрическую сетку поверхности вращающегося барабана до размеров перфорированной сетки и просыпаются через ее ячейки в разгрузочный патрубок.

Для построения адекватной модели описанного выше процесса сушки, целесообразно рассматривать отдельную гранулу, а не слой гранул в целом, но с учетом влияния гранул друг на друга в процессе сушки.

При сушке гранулированного продукта во вращающемся барабане тепловым излучением прогреваются только гранулы, находящиеся на поверхности слоя (ниже инфракрасные лучи не проникают). За счет вращения барабана каждая гранула попеременно оказывается то на поверхности слоя, то в его глубине. Таким образом, воздействие лучистого потока на гранулу носит переменный характер. Поэтому весь слой гранул целесообразно разделять на две области – поверхностный слой (зона A), высота которого равна диаметру гранулы и глубинный слой (зона B) (рисунок 1). Каждый раз длительность пребывания гранулы в зоне A или, соответственно, в зоне B различна и, вообще говоря, случайна. С учетом отмеченных выше факторов гранула равномерно со всех сторон облучается тепловым потоком плотности:

$$\tilde{q} = \theta_\tau \theta_S \, q. \qquad (1)$$

где q – плотность лучистого потока, реально падающего на гранулы поверхностного слоя. Коэффициент θ_τ служит для учета прерывистого характера облучения гранулы, $0 \le \theta_\tau \le 1$. С помощью коэффициента θ_S учитывается односторонность облучения гранулы, $0 < \theta_S \le \frac{1}{2}$.

В связи с определением θ_τ предложим два альтернативных подхода. Первый из них основывается на допущении, что благодаря вращению барабана энергия теплового излучения, в конечном счете, равномерно распределяется между всеми гранулами. Поэтому будем условно считать, что в каждый момент времени облучаются не только гранулы, находящиеся на поверхности слоя (в зоне A), а вообще все гранулы в барабане. Следовательно, энергия, которую получают реально облучаемые в данный момент гранулы, должна быть равномерно распределена на все гранулы. В соответствии с этим подходом коэффициент θ_τ мы должны положить равным отношению объема, занимаемого зоной A к объему всего слоя гранул или, что то же самое, отношению площади S_A поперечного сечения зоны A к сумме $S_A + S_B$ площадей поперечных сечений зон A и B (рисунок 3):

$$\theta_\tau = \frac{S_A}{S_A + S_B}, \qquad (2)$$

$$S_A \approx ld = 2d\sqrt{R_Б^2 - (R_Б - h + d)^2},$$

$$S_B = R_Б^2 \arccos\frac{R_Б - h + d}{R_Б} - $$

$$-(R_Б - h + d)\sqrt{R_Б^2 - (R_Б - h + d)^2}.$$

где $R_Б$ – радиус барабана; d – высота зоны A, $d \approx 2R_0$ (R_0 – начальный радиус гранулы); l – ширина зоны A; h – высота слоя гранул.

При втором подходе к определению θ_τ предположим, что, попадая при вращении барабана в какую-либо из зон A и B, гранула каждый раз пребывает в этой зоне приблизительно равные периоды времени. Пусть τ_A и τ_B – средняя продолжительность пребывания гранулы в зоне A и B соответственно (промежуток времени между моментом попадания гранулы, соответственно, в зону A или B и моментом ее перехода в другую зону). Тогда моделируемый процесс можно приближенно представить в виде циклической смены двух фаз, каждая из которых имеет постоянную длительность. Первая фаза – пребывание гранулы в зоне A (под облучением), ее длительность – τ_A. Вторая фаза – пребывание гранулы в зоне B (без облучения), длительность – τ_B. Таким образом, четко различаются два состояния гранулы – она либо облучается, либо не облучается. Отсюда коэффициент:

$$\theta_\tau = \begin{cases} 1, \text{ если гранула пребывает в зоне А} \\ \text{(I фаза цикла)}, \\ 0, \text{ если гранула пребывает в зоне В} \\ \text{(II фаза цикла)}. \end{cases} \quad (3)$$

Здесь коэффициент θ_τ дискретным образом зависит от времени и определяется длительностями фаз τ_A и τ_B, которые в сумме составляют продолжительность цикла и являются параметрами модели. Эти параметры зависят от размера гранул, а также от загруженности и скорости вращения барабана. Причем достаточно знания лишь одного из этих параметров, второй же может быть определен из пропорционального соотношения:

$$\frac{\tau_A}{\tau_B} = \frac{S_A}{S_B}, \quad (4)$$

где S_A и S_B – как и прежде, площади поперечных сечений зон A и B соответственно.

Следует также отметить, что первый способ определения θ_τ является предельным случаем второго, когда параметры τ_A и τ_B, связанные соотношением (4), совместно стремятся к нулю.

Для определения коэффициента θ_S из формулы (1), служащего для учета односторонности облучения гранулы предположим, что с какой-либо стороны на гранулу падают параллельные тепловые лучи. Очевидно, что под облучение попадет в точности половина поверхности гранулы. Однако бóльшая часть потока излучения, падающего на поверхность гранулы под очень острым углом, будет отражена. Поэтому, целесообразно условно сократить облучаемую поверхность до некоторой области поверхности, которая образуется сектором сферы, определяемым углом φ, $0 < \varphi \leq \pi/2$ (рисунок 3). Эту область назовем областью эффективного облучения и обозначим через S_φ.

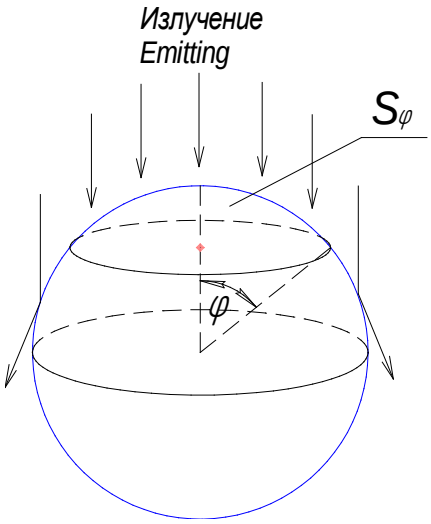


Рисунок 3. Схема облучения поверхности гранулы

Figure 3. The scheme of irradiation of the surface of the pellets

Чтобы поток излучения, падающий на область S_φ, равномерно распределить на всю поверхность гранулы, коэффициент θ_S, очевидно, следует положить равным отношению площади S_φ к площади S всей поверхности гранулы. Если R – текущий радиус гранулы, то имеем:

$$\theta_S = \frac{S_\phi}{S} = \frac{2\pi R^2(1-\cos\phi)}{4\pi R^2} = \frac{1-\cos\phi}{2}. \quad (5)$$

Так как лучи, падающие на гранулу под острым углом, почти не отражаются ею, в качестве φ следует взять значение, близкое к $\pi/2$.

В процессе сублимационной сушки фронт сублимации продвигается от поверхности гранулы вглубь. [6] Он разделяет общий объем продукта на две части, существенно отличающиеся механической прочностью. Поверхностный высохший слой легко разрушается.

Учитывая геометрическую форму гранулы, наше рассмотрение будем проводить в сферической системе координат, поместив начало координат в центр гранулы. С учетом сделанных ранее предположений наша задача, очевидно, является осесимметричной. Ее математическая постановка выглядит следующим образом:

$$c_2\rho_2\frac{\partial T_2}{\partial\tau}=\frac{1}{r^2}\frac{\partial}{\partial r}\left(\lambda_2 r^2\frac{\partial T_2}{\partial r}\right)+Q_2, \quad (6)$$

$$R_{\text{Н}}<r<\xi(\tau),\ \tau>0,$$

$$T_2(r,0)=T_{суб}=const, \quad (7)$$

$$T_2(\xi,\tau)=T_{суб}, \quad (8)$$

$$\lambda_2\frac{\partial T_2(\xi,\tau)}{\partial r}=\gamma_{суб}\rho_2\frac{d\xi(\tau)}{d\tau}, \quad (9)$$

$$\xi(0)=R_0,\quad R_{\text{Н}}\le\xi(\tau)\le R_0, \quad (10)$$

где $T_2(r,\ \tau)$ – температурное поле продукта, *K;* $c_2(T)$ – удельная теплоемкость продукта, *дж/кг·град;* $\rho_2(T)$ – плотность продукта, *кг/м*^{3}*;* $\lambda_2(T)$ – коэффициент теплопроводности продукта, *вт/м·град;* $Q_1(r,\ \tau)$, $Q_2(r,\ \tau)$ – мощность внутренних тепловых источников (вопрос о функциях Q_2 обсуждается ниже), *вт/м*^{3}*;* $T_{суб}$ – температура сублимации, *K;* $\gamma_{суб}$ – теплота сублимации, *дж/кг;* $\xi(\tau)$ – положение фронта сублимации, *м;* R_0 – начальный радиус гранулы, *м;* $R_{\text{Н}}$ – радиус фронта сублимации, *м;* τ – время, *с;* r – пространственная координата, *м*.

Задача (6)–(10) представляет собой одномерную параболическую краевую задачу с подвижной границей. Она включает в себя нестационарные уравнения теплопроводности (6), начальное условие (7), граничные условия (8)–(10) и определяющие подвижную границу условия (13), (14). Искомыми величинами здесь являются температурное поле T_2 и свободная граница ξ.

Граничное условие (9) является условием симметрии, условие (8) – условием постоянства температуры в зоне сублимации. Уравнение (9) является условием баланса энергии на фронте сублимации, оно определяет динамику распространения фронта сублимации и в совокупности с условием (10) позволяет установить положение этого фронта в различные моменты времени.

Согласно [5], учитываем энергию теплового излучения введением в уравнение теплопроводности функций внутренних тепловых источников Q_2.

При падении потока излучения F на поверхность тела в общем случае могут наблюдаться явления зеркального и рассеянного отражения и преломления на границе тела и среды, а также явления рассеяния и поглощения в толще тела, что приводит к соответствующему ослаблению и пропусканию. Таким образом:

$$F=F_\alpha+F_\beta+F_\gamma,$$

где F_α , F_β , F_γ – соответственно отраженная, поглощенная и пропущенная телом части потока F.

Согласно [2], для параллельных лучей коэффициент пропускания γ имеет вид:

$$\gamma=e^{-kx},$$

где x – расстояние, пройденное лучами в толще материала, *м; k* – коэффициент ослабления (или показатель поглощения), характеризующий относительное изменение интенсивности излучения на единицу длины пути в поглощающей и рассеивающей среде, 1/*м*.

Мощность Q (*вт/м*^{3}) теплового источника, связанного с поглощением тепловых лучей, следуя [5], определим формулой:

$$Q(x)=Q_0\,e^{-kx}. \quad (11)$$

Выражение (11) является аналогом закона ослабления (поглощения) Ламберта-Бугера [1, с. 23].

Определим коэффициент Q_0 в формуле (11). Очевидно, что эта величина не может зависеть от размеров тела, поэтому при ее определении будем рассматривать тело толщины $l=\infty$. Это избавляет нас от необходимости учета пропущенного (непоглощенного) телом излучения, так как все неотраженные лучи полностью поглощаются.

Пусть q – плотность лучистого потока (*Вт/м*^{2}), падающего на поверхность тела, а q_α и q_β – соответственно плотность отраженного и поглощенного телом излучения. Тогда:

$$q=q_\alpha+q_\beta. \quad (12)$$

Если α – коэффициент отражения для поверхности тела, то из (12) получаем:

$$q_\beta=q-q_\alpha=q-\alpha q=(1-\alpha)q. \quad (13)$$

С другой стороны, энергия поглощенного теплового излучения распределяется в толще тела по закону (11). Поэтому плотность q_β лучистого потока, поглощенного телом, можно определить интегрированием выражения (11) по интервалу $(0,\ \infty)$:

$$q_\beta=\int_0^\infty Q_0e^{-kx}dx=\lim_{a\to\infty}\left(-\frac{Q_0e^{-ka}}{k}\right)+\frac{Q_0}{k}=\frac{Q_0}{k}. \quad (14)$$

Сопоставив выражения (13) и (14), получаем:

$$(1-\alpha)q=\frac{Q_0}{k},$$

откуда:

$$Q_0=k(1-\alpha)q. \quad (15)$$

Общий механизм взаимодействия тепловых лучей с гранулой следующий. Часть падающего излучения отражается поверхностью слоя продукта. Неотраженное излучение проникает вглубь этого слоя и здесь, согласно закону поглощения Ламберта–Бугера, поглощается.

Поэтому на основании формул (11) и (15) мощность теплового источника, связанного с поглощением инфракрасного излучения, для продукта определим следующим образом:

$$Q_2(r,\tau) = k_2(1-\alpha_2)\tilde{q}\, e^{-k_2(\xi(\tau)-r)} + \\ +k_2\alpha_1(1-\alpha_2)\tilde{q}\, e^{-k_2(\xi(\tau)-R_{\text{Н}})}\, e^{-k_2(r-R_{\text{Н}})}, \\ R_{\text{Н}} < r \le \xi(\tau),$$

где $\tilde{q}$ – средняя плотность падающего на гранулу лучистого потока, вычисленная с учетом односторонности и прерывистого характера облучения гранулы по формуле (1); α_2 – коэффициент отражения для поверхности замороженного продукта; k_2 – коэффициент ослабления для замороженного продукта соответственно.

ЛИТЕРАТУРА

1 Борхерт Р., Юбиц В. Техника инфракрасного нагрева. М.-Л.: Госэнергоиздат, 1963. 278 с.

2 Брамсон М.А. Инфракрасное излучение нагретых тел. М.: Наука, 1964. 222 с.

3 Гуйго Э.И., Журавская Н.К., Каухчешвили Э.И. Сублимационная сушка пищевых продуктов. М.: Пищевая промышленность, 1966. 354 с.

4 Лебедев Д.П., Перельман Т.Л. Тепло- и массообмен в процессах сублимации в вакууме. М.: Энергия, 1973. 336 с.

5 Лыков А.В. Теория сушки. М.: Энергия, 1968. 471 с.

6 Фролов В.Ф. Моделирование сушки дисперсных материалов. Л.: Химия, 1987. 208 с.

REFERENCES

1 Borchert R., Ubic V. Tekhnika infrakrasnogo nagreva [Technique of infra-red heating] Moscow-Leningrad, Gosenergoizdat, 1963. 278 p. (in Russian)

2 Bramson M.A. Infrakrasnoe izluchenie nagretykh tel [Infrared radiation of hot bodies] Moscow, Nauka, 1964. 222 p. (in Russian)

3 Guigo, E.I., Zhuravskaya N. K., Kaukhcheshvili E.I. Sublimatsionnaya sushka pishchevykh produktov [Freeze drying food products] Moscow, Pishchevaya promyshlennost', 1966. 354 p. (in Russian)

4 Lebedev D.P., Perelman T.L. Teplo- i massoobmen v protsessakh sublimatsii v vakuume [Heat and mass transfer in the processes of sublimation in vacuum] Moscow, Energiya, 1973. 336 p. (in Russian)

5 Lykov A.V. Teoriya suchki [Theory of drying] Moscow, Energiya, 1968. 471 p. (in Russian)

6 Frolov V.F. Modelirovanie sushki dispersnykh materialov [Modeling of drying of dispersed materials] Leningrad, Khimiya, 1987. 208 p.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

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

Артем С. Шахов аспирант, кафедра машин и аппаратов пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, luckyshax@mail.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Sergei T. Antipov doctor of technical sciences, professor, head of department, machinery and equipment for food production department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia, ast@vsuet.ru

Artem S. Shakhov graduate student, machinery and equipment for food production department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia, luckyshax@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Сергей Т. Антипов консультация в ходе исследования
Артем С. Шахов написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

CONTRIBUTION

Sergei T. Antipov consultation during the study
Artem S. Shakhov 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 05.07.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 23.08.2016

RECEIVED 7.5.2016

ACCEPTED 8.23.2016

Оригинальная статья/Original article

УДК 635, 519.863

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-61-67

Выбор рациональных параметров технологических условий процесса смешивания при получении кормовых брикетов

Евгения С. Шенцова, [1]
Лариса И. Лыткина, [1]
Оксана А. Апалихина, [1]
Александр С. Муравьев [2] hntrun@mail.ru

[1] кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия

[2] отдел стандартизации и метрологии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Реферат. Смешивание ингредиентов – важнейшая технологическая операция при производстве кормовых брикетов. Технология предусматривает использование в качестве связующего вещества мелассу свекловичную (подогретую до 30–40 °С). В ее состав вводят смесь солей микроэлементов (сульфат меди, сульфат цинка, карбонат кобальта, йодид калия, сульфат железа, сульфат марганца, селенит натрия), витамины, соль поваренную, оксид магния, кормовой известняк, монокальций фосфат и негашеную известь. Проведение исследований по выработке кормовых брикетов осуществлялось в лабораторных условиях с использованием экспериментального оборудования. Смеситель-реактор создавал условия для разогрева и поддержания температурного режима смешиваемой массы за счет протекающей химической реакции между водой, содержащейся в мелассе, и присутствующими оксидами кальция и магния. Выбор рациональных параметров процесса смешивания при получении кормовых брикетов позволяет обеспечить получение продукта высокого качества при минимальных энергетических затратах. Диапазоны изменения факторов входной информации выбирали с помошью центрального ротатабельного униформ планирования, который позволял в ходе 56 экспериментов в 3-х кратной повторности получить уравнения регрессии, адекватно описывающие процесс смешивания. В качестве основных факторов были выбраны: содержание мелассы, %; содержание окиси кальция, %; частота вращения мешалки, об/мин; содержание соли в рецепте, %; температура смешивания, °С. Выходные факторы – производительность, кг/·ч; энергозатраты, кВт·ч; однородность смешивания, %. В результате выполнения опытов получена информация о влиянии факторов и построена математическая модель процесса, позволяющая определить выходные параметры внутри выбранных интервалов варьирования входных факторов. Наибольшее влияние оказывает содержание мелассы в продукте, наименьшее – содержание соли в рецепте. Была проведена оценка эффективности смешивания трудно распределяемых компонентов, относящихся к важнейшим БАВ. Содержание (% от введенного) витаминов и микроэлементов в брикетах существенно не отличалось от значений, предусмотренных \рецептом (не >10%). Степень однородности продукции по распределению витаминов и микроэлементов была на уровне 92,4–99,6%.

Ключевые слова: смешивание, брикеты, оптимизация

Mixing process in the preparation of feed pellets at technological conditions rational parametres choice

Evgenija S. Shentsova, [1]
Larisa I. Lytkina, [1]
Oksana A. Apalihina, [1]
Aleksandr S. Muravev [2] hntrun@mail.ru

[1] bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394066, Russia

[2] department of standardization and metrology, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia

Summary. The mixing of ingredients – the most important process step in the manufacture of fodder pellets. The technology involves using molasses (warmed to 30–40 °C) as a binder. In its composition is administered a mixture of salts of trace elements (copper sulfate, zinc sulfate, cobalt carbonate, potassium iodide, ferrous sulfate, manganese sulfate, sodium selenite), vitamins, salt, magnesium oxide, feed limestone, mono calcium phosphate and lime. Research on the development of feed pellets were carried out in laboratory conditions using experimental equipment. Mixer-reactor created the conditions for heating and temperature control of mass be mixed due to the occurring chemical reaction between water contained in the molasses, and the presence of oxides of calcium and magnesium. The choice of rational parameters of the mixing process upon receipt of fodder pellets allows to provide the high quality product with minimal energy costs. The ranges of the input information factors selected with the aid of a central rotatable uniforms-planning allowed with 56 experiments in a third-multiple replication to obtain the regression equation adequately describing the mixing process. The main factors were: the content of molasses, %; the content of calcium oxide, %; frequency of rotation of the stirrer, rpm; the content of salt in the recipe, %; the temperature of blending, °C. Output factors – productivity, kg/h; energy consumption, kWh; homogeneity of mixing, %. In the result of experiments impact factors and mathematical model of the process that allows to define output parameters within chosen ranges of variation of input factors are obtained. Greatest influence – the content of molasses in the product, the lowest – content of salt in the recipe. Efficiency of mixing hard distributed components pertaining to the most important biologically active substances was evaluated. Content (% of entered) of vitamins and minerals in the pellets did not differ significantly from the values provided by the recipe (not >10%). The degree of homogeneity of the products on the distribution of vitamins and minerals were at the level to 92.4–99.6%.

Keywords: mixing, pellets, optimization

Для цитирования

Шенцова Е. С., Лыткина Л. И., Апалихина О. А., Муравьев А. С. Выбор рациональных параметров технологических условий процесса смешивания при получении кормовых брикетов // Вестник ВГУИТ. 2016. № 3. С. 61–67. doi:10.20914/2310-1202-2016-3-61-67

For citation

Shentsova E. S., Lytkina L. I., Apalihina O. A., Muravev A. S. Mixing process in the preparation of feed pellets at technological conditions rational parametres choice. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 3. pp. 61–67. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-3-61-67

Введение

Скармливание животным полнорационных комбикормов, рецептура которых составлена с учетом их потребностей, является надежным способом обеспечения их организма необходимыми веществами, в том числе минеральными. При отсутствии таких кормов животноводческие хозяйства вынуждены восполнять недостаток ряда компонентов, используя специальные добавки, внося в них недостающие минеральные и биологически активные вещества (БАВ). Использующиеся для балансирования и обогащения кормов соли микроэлементов не всегда имеются в хозяйствах, поэтому применяют готовые минеральные смеси и брикеты-лизунцы [1].

Кормовые брикеты-лизунцы являются одним из видов углеводно-витаминно-минеральных добавок. Существующие технологии мелассированных лизунцов можно разделить на несколько групп. В связи с этим, производство такой продукции имеет те или иные отличия. Последовательность технологических операций при одном из таких методов производства включает дозирование, смешивание ингредиентов, подачу продукта в специальные формы. В этом смысле весьма показательна технология [2], предусматривающая подготовку мелассы свекловичной, ее подогрев до 30–40°С и используют в качестве связующего вещества. При этом в нее добавляют смесь солей микроэлементов, таких как, сульфат меди, сульфат цинка, карбонат кобальта, йодид калия, сульфат железа, сульфат марганца, селенит натрия, а также витамины А, Д, Е, соль поваренную, причем в минеральную составляющую дополнительно вводят оксид магния, кормовой известняк, монокальций фосфат и негашеную известь. 1,00; витамин Е 2,50–0,40; соль поваренная 133,00–164,20; известь негашеная – остальное [3].

Среди используемых в производстве брикетов компонентов особое место принадлежит смеси химических отвердителей – оксидов металлов и связующим веществам, и прежде всего мелассе.

Ввод мелассы в состав смеси осложняет смешивание вследствие высокой вязкости, затрудняет задачу и ввод затвердителей и других минеральных компонентов. Поэтому к смешиванию перечисленных трудно распределяемых компонентов при производстве кормовых брикетов предъявляются высокие требования для обеспечения высокой однородности и стабильности продукции. Представленный выше состав брикета в исследованиях явился модельным.

Выбор рациональных параметров процесса смешивания при получении кормовых брикетов позволит обеспечить получение продукта высокого качества при минимальных энергетических затратах.

Проведение исследований по выработке кормовых брикетов осуществлялось в лабораторных условиях с использованием специального экспериментального оборудования. Смеситель-реактор создавал условия для разогрева и поддержания температурного режима смешиваемой массы за счет протекающей химической реакции между водой, содержащейся в мелассе, и присутствующими оксидами кальция и магния. Такая реакция имела решающее значение при формировании консистенции исходной смеси, ее однородности и создании прочностных характеристик (структуры) полученных кормовых брикетов. Условием течения такой реакции является предварительный нагрев мелассы в соответствии с предложенной технологической схемой.

Выбор диапазонов изменения факторов входной информации осуществляли с помошью центрального ротатабельного униформланирования [4–6], который позволял в ходе 56 экспериментов в 3-х кратной повторности получить уравнение регрессии, адекватно описывающий реальный процесс смешивания ингредиентов при создании комбикормовых брикетов. В качестве основных факторов, влияющих на эффективность процесса, были выбраны: X_1 – содержание мелассы, %; X_2 – содержание окиси кальция, %; X_3 – частота вращения мешалки, об/мин; X_4 – содержание соли в рецепте, %; X_5 – температура смешивания,°С.

Критериями оценки влияния выбранных параметров являлись: Y_1 – производительность, кг/·ч; Y_2 – энергозатраты, кВт·ч ; Y_3 – однородность смешивания, %.

Однородность смешивания определяли по распределению витамина А в пробах продукции, отобранных при выходе из смесителя. Для определения содержания витаминов применяли метод высокоэффективной жидкостной хроматографии по ГОСТ 50928-96.

При обработке данных эксперимента модель процесса представлена уравнениями регрессии (1)–(3). Выбор интервалов изменения факторов обусловлен технологическими условиями процесса смешивания, а также технико-экономическими показателями. Для исследования применяли центральное композиционное ротатабельное униформ–планирование и выбран полный двухфакторный эксперимент. Порядок опытов рандомизировали посредством таблицы случайных чисел, что исключало влияние неконтролируемых факторов на результаты эксперимента. Пределы изменения исследуемых факторов приведены в таблице 1.

$$Y_1 = 51.5126 - 6.2261 \cdot X_1 - 1.9056 \cdot X_2 + 1,7908 \cdot X_3 - 1,5649 \cdot X_4 + 1,6723 \cdot X_5 + \\ + 1.0625 \cdot X_1 \cdot X_3 - 0.625 \cdot X_2 \cdot X_4 + 0.75 \cdot X_3 \cdot X_5 - 0.8125 \cdot X_4 \cdot X_5 + 1.9176 \cdot X_4^2 \quad (1)$$

$$Y_2 = 0.527 + 0.0337 \cdot X_1 + 0.0246 \cdot X_2 + 0.0239 \cdot X_3 + 0.0179 \cdot X_4 - 0.0175 \cdot X_5 - \\ - 0.0128 \cdot X_1 \cdot X_3 - 0.0121 \cdot X_1 \cdot X_4 - 0.0184 \cdot X_2 \cdot X_5 + 0.0247 \cdot X_3 \cdot X_4 - 0.022 \cdot X_1^2 + 0.033 \cdot X_2^2 \quad (2)$$

$$Y_3 = 88.9765 - 4.0041 \cdot X_1 + 1.1063 \cdot X_2 + 1.4645 \cdot X_3 - 1.1412 \cdot X_4 + 1.2935 \cdot X_5 + \\ + 0.7812 \cdot X_1 \cdot X_3 + 0.7187 \cdot X_3 \cdot X_5 + 0.7188 \cdot X_4 \cdot X_5 - 0.9933 \cdot X_1^2 \quad (3)$$

Таблица 1

Основные характеристики плана эксперимента

Table 1

The main characteristics of the experiment plan

Условия планирования Planning conditions	Кодированное значение Coded value	Пределы изменения факторов Limits of change factors				
		X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
		50	14	50	15	60
Основной уровень Center point	0	10	6	10	5	10
Верхний уровень Low level	+1	60	20	60	20	70
Нижний уровень High level	–1	40	10	40	10	50
Верхняя «звёздная точка» Top axial point	+2.3784	73.7841	26.8921	73.7841	26.8921	83.7841
Нижняя «звёздная точка» Bottom axial point	–2.3784	26.2159	3.1079	26.2159	3.10793	36.2159

Число опытов в матрице планирования для пяти входных параметров равно 56. При обработке результатов эксперимента были применены следующие статические критерии: проверка однородности дисперсий – критерий Кохрена, значимость коэффициентов уравнений регрессии – критерий Стьюдента, адекватность уравнений – критерий Фишера. В результате статистической обработки экспериментальных данных получены уравнения регрессии, адекватно описывающие данный процесс под влиянием исследуемых факторов:

$$Y_1 = 51.5126 - 6.2261 \cdot X_1 - 1.9056 \cdot X_2 + 1.7908 \cdot X_3 - 1.5649 \cdot X_4 + 1.6723 \cdot X_5 + \\ + 1.0625 \cdot X_1 \cdot X_3 - 0.625 \cdot X_2 \cdot X_4 + 0.75 \cdot X_3 \cdot X_5 - 0.8125 \cdot X_4 \cdot X_5 + 1.9176 \cdot X_4^2 \quad (4)$$

$$Y_2 = 0.527 + 0.0337 \cdot X_1 + 0.0246 \cdot X_2 + 0.0239 \cdot X_3 + 0.0179 \cdot X_4 - 0.0175 \cdot X_5 - \\ - 0.0128 \cdot X_1 \cdot X_3 - 0.0121 \cdot X_1 \cdot X_4 - 0.0184 \cdot X_2 \cdot X_5 + 0.0247 \cdot X_3 \cdot X_4 - 0.022 \cdot X_1^2 + 0.033 \cdot X_2^2 \quad (5)$$

$$Y_3 = 88.9765 - 4.0041 \cdot X_1 + 1.1063 \cdot X_2 + 1.4645 \cdot X_3 - 1.1412 \cdot X_4 + 1.2935 \cdot X_5 + \\ + 0.7812 \cdot X_1 \cdot X_3 + 0.7187 \cdot X_3 \cdot X_5 + 0.7188 \cdot X_4 \cdot X_5 - 0.9933 \cdot X_1^2 \quad (6)$$

Анализ уравнений регрессии (4)–(6) позволяет выделить факторы, оказывающие наиболее существенное влияние на рассматриваемый процесс смешивания компонентов кормовых брикетов. Оказалось, что при проведенной оценке наибольшее влияние оказывает содержание мелассы в продукте, наименьшее содержание соли в рецепте. Причем знак плюс перед коэффициентом при линейных членах указывает на то, что при увеличении входного параметра значение выходного параметра увеличивается.

Степень влияния параметров относительно друг друга в уравнении (2):

$b_2 : b_1 = 0.30$; $b_3 : b_1 = -0.29$; $b_4 : b_1 = 0.25$;
$b_5 : b_1 = -0.27$; $b_3 : b_2 = -0.94$; $b_4 : b_2 = 0.82$;
$b_5 : b_2 = -0.88$; $b_4 : b_3 = -0.87$; $b_5 : b_3 = 0.93$;
$b_5 : b_4 = -1.07$.

Степень влияния параметров относительно друг друга в уравнении (3):

$b_2 : b_1 = 0.73$; $b_3 : b_1 = 0.7$; $b_4 : b_1 = 0.48$;
$b_5 : b_1 = -0.52$; $b_3 : b_2 = 0.97$; $b_4 : b_2 = 0.73$;
$b_5 : b_2 = -0.71$; $b_4 : b_3 = 0.75$; $b_5 : b_3 = -0.97$;
$b_5 : b_4 = -0.97$.

Степень влияния параметров относительно друг друга в уравнении (4):

$b_2 : b_1 = -0.27$; $b_3 : b_1 = -0.36$; $b_4 : b_1 = 0.29$;

$b_5 : b_1 = -0.32$; $b_3 : b_2 = 1.32$; $b_4 : b_2 = -1.03$;

$b_5 : b_2 = 1.17$; $b_4 : b_3 = -0.78$; $b_5 : b_3 = -1.13$;

$b_5 : b_4 = -1.13$.

Полученные уравнения (2)–(4) нелинейны. В результате выполнения пятидесяти шести опытов получена информация о влиянии факторов и построена математическая модель процесса, позволяющая рассчитать удельную производительность, энергозатраты, однородность смешивания внутри выбранных интервалов варьирования входных факторов.

Задача оптимизации сформулирована следующим образом: найти такие соотношения компонентного состава массы кормовых брикетов, которые бы в широком диапазоне изменения входных параметров процесса смешивания позволили достичь максимальную удельную производительность и однородность, а также минимум энергозатрат при получении продукции.

Общая математическая постановка задачи оптимизации представлена в следующем виде:

$$q = q(Y_1, Y_2, Y_3) \to opt \text{ при } x \in D.$$

Определим область значений:

$$D: Y_1(X_1, X_2, X_3, X_4, X_5) \to \max$$
$$Y_2(X_1, X_2, X_3, X_4, X_5) \to \min$$
$$Y_3(X_1, X_2, X_3, X_4, X_5) \to \max$$

В таблице 2 сведены оптимальные интервалы изменения параметров X_i для всех исследуемых выходных факторов. Согласно критерию оптимизации для принятия окончательного решения по выбору оптимальных режимов исследуемого процесса необходимо решить компромиссную задачу, накладывая оптимальные интервалы параметров X_i друг на друга.

Таблица 2

Интервалы входных параметров

Table 2

Range of input factors variation

Y	X_1,%		X_2,%		X_3, об/мин		X_4,%		X_4, °C	
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
Y_1	30	60	3	30	60	70	3	30	70	80
Y_2	60	70	20	30	60	70	20	30	40	60
Y_3	30	50	20	30	50	70	3	15	60	70

В результате были получены рациональные значения интервалов входных факторов: $X_1 = 40–47$ %; $X_2 = 9.5–19$ %; $X_3 = 50–60$ об/мин; $X_4 = 9,5–19$ %; $X_5 = 65–70$ °C.

Для проверки правильности полученных результатов был поставлен ряд параллельных экспериментов, полученные результаты попадали в рассчитанные доверительные интервалы по всем критериям качества. При этом среднеквадратичная ошибка не превышала 5,2%.

На рисунках (1–3) показаны Кривые равных значений выходных параметров, которые представляют научный интерес, позволяют определять значения входных параметров в исследуемой области значений, и прогнозировать возможные значения данных параметров вне её. На рисунке 4 показаны номограммы для определения значений выходных параметров в исследуемой области значений.

Решена задача оптимизации, которая позволила выделить рациональную область изменения входных факторов по трем критериям посредством компромиссных решений.

В ходе исследований была проведена оценка эффективности смешивания труднораспределяемых компонентов, относящихся к важнейшим биологически активным веществам [6]. Содержание (% от введенного) витаминов и микроэлементов в кормовых брикетах существенно не отличалось от значений, предусмотренных рецептом. Разница не превысила 10%. Степень однородности продукции по распределению витаминов и микроэлементов была на уровне 92.4–99.6% (таблица 3).

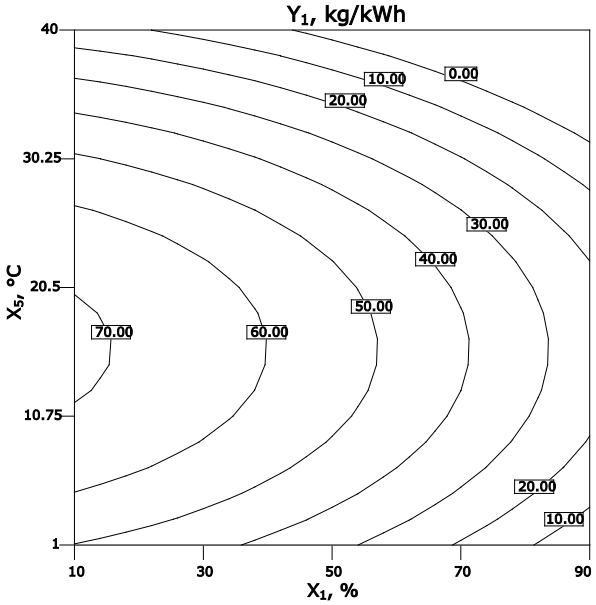


Рисунок 1. Кривые равных значений удельной производительности Y_1, кг/кг ч от содержания мелассы X_1, % и температуры смешивания X_5, °С

Figure 1. Scatter plot of specific capacity Y_1 kg/h from the molasses content X_1, % and mixing temperature X_5, °С

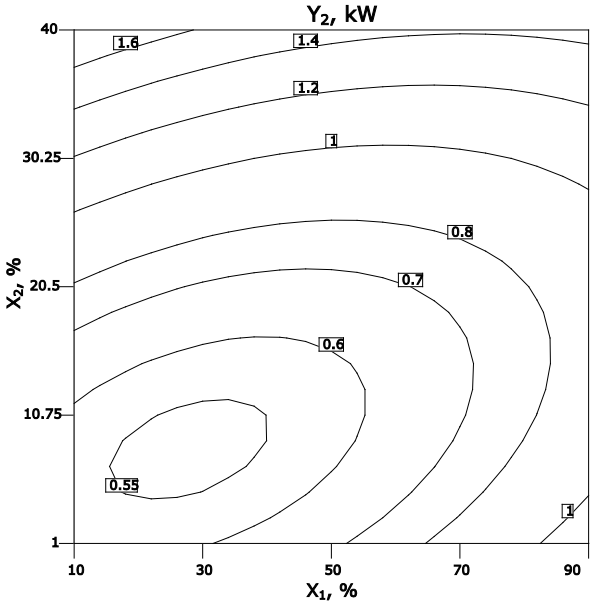


Рисунок 2. Кривые равных значений энергозатрат Y_2, кВт от содержания мелассы X_1, % и содержания окиси кальция X_2, %

Figure 2. Scatter plot of energy consumption Y_2, kW from molasses content X_1, %, and the salt content in the recipe X_2, %

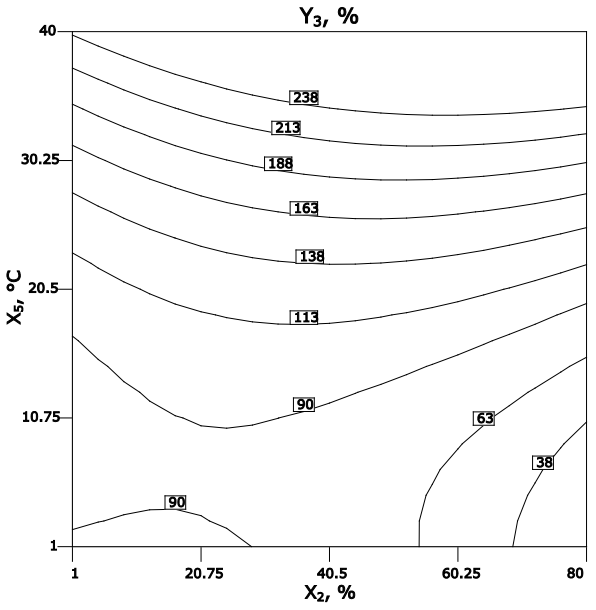


Рисунок 3. Кривые равных значений однородности смешивания Y_3, % от содержания окиси кальция X_2, % и температуры смешивания X_5, °С

Figure 3. Scatter plot of mixing uniformity Y_3, % from mixing temperature X_5, °С and the salt content in the recipe X_2, %

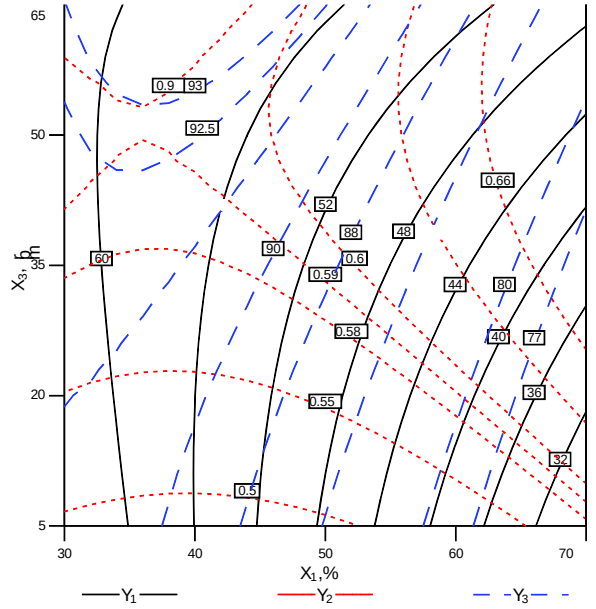


Рисунок 4. Номограмма для определения значений удельной производительности Y_1, кг/кг·ч; энергозатрат Y_2, кВт и однородности смешивания Y_3

Figure 4. The nomogram for determining the specific performance values Y_1, kg/kg·h; power consumption, Y_2, kW and mixing uniformity Y_3

Таблица 3

Оценка эффективности смешивания компонентов в брикетах

Table 3

Evaluating the effectiveness of mixing the components in briquettes

Биологически активные вещества Biologically active substances	Содержание в брикетах-лизунцах биологически активных веществ, % от введенного The content of briquette-licks biologically active substances (% of the administered)	Степень однородности продукции по распределению биологически активных веществ, % The degree of product homogeneity in the distribution of biologically active substances, %
A, mg/g	94.7	96.3
D, mg/g	82.5	93.8
E, mg/g	87.2	99.6
Калий иодид Potassium iodide	95.9	96.8
Селенит натрия Sodium selenite	91.1	92.4
Сульфат цинка Zinc sulfate	96.6	93.2
Карбонат кобальта Cobalt carbonate	93.9	97.4

Заключение

Оценка качества смешивания свидетельствует о возможности эффективного смешивания трудно распределяемых компонентов при получении кормовых брикетов –лизунцов в рациональной области изменения технологических параметров, полученных при статистической обработке экспериментальных данных.

Данная математическая модель может быть использована при разработке конструкции смесителя и способа управления технологическими параметрами процесса смешивания. Проведенная оценка эффективности показала, что математическая модель обеспечивает высокое качество получаемой продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1 Шевцов А. А., Дранников А. В., Лыткина Л. И., Шенцова Е. С. и др. Научно-практические основы энерго и ресурсосберегающих процессов для получения кормовых добавок из растительного сырья: монография. Воронеж: ВГУИТ, 2015. 268 с.

2 Пат. № 2335920 Россия МПК кл.[7] A23K 1/16, A23K 1/175, A23K 1/02, Способ приготовления кормовой добавки для крупного рогатого скота / В.А. Храмов. № 2006147032/13; Заявл. 27.12.2006; Опубл. 20.10.2008. Бюл. № 29

3 Пат. № 2595177 Россия МПК кл.[7] A23K 10/33 Способ производства брикетов кормовых и линия для его осуществления / Е.С. Шенцова, О.А. Ападихина, А.В. Дранников, А.А. Шевцов. № 2015100166/13; Заявл. 13.01.2015; Опубл. 10.08.2016. Бюл. № 23

4 Myers R. H., Montgomery D. C., Anderson-Cook C. M. Response surface methodology: process and product optimization using designed experiments. John Wiley & Sons, 2016.

5 Moon Y.-H., Yang J., Koo B.-C., An J.-W. et al . Analysis of factors affecting miscanthus pellet production and pellet quality using response surface methodology // BioResources. 2014. V. 9. № 2. P. 3334–3346.

6 Stark C. R., Jones F. T., Quality assurance programs in feed manufacturing // Feedstuffs. 2012. № 16. P. 60–65.

7 Фролова Л.Н., Василенко В.Н., Копылов М.В., Дерканосова А.А. и др. Оптимизация параметров процесса получения биотоплива методами математического моделирования // Вестник Международной академии холода. 2015. № 3. С. 63-67.

8 Мезенова О.Я., Потапова В.А. Оптимизация рецептуры рыборастительных снеков // Вестник Международной академии холода. 2015. № 3. С. 19-22.

9 Zaporozhtseva L.A., Marysheva Y.V. Economic opportunities of development for agricultural enterprises in crisis conditions // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2016. V. 52. № 4. P. 59-64.

10 Войнов Е.С. Ветеринарно-санитарная оценка кормов используемых для кормления домашних животных // Биотика. 2015. Т. 7. № 6. С. 46-50.

REFERENCES

1 Shevtsov A. A., Drannikov A. V., Lytkina L. I., Shentsova E. S. et al. Nauchno-prakticheskie osnovy energo i resursosberegayushhix processov dlya polucheniya kormovyx dobavok iz rastitel'nogo syr'ya: monografiya [Scientific and practical bases of energy and resource saving processes for the production of feed additives from vegetable raw materials: monograph] Voronezh, VGUIT, 2015. 268 p. (in Russian).

2 Khramov V. A. Sposob prigotovleniya kormovoi dobavki dlya krupnogo rogatogo skota [A method for preparing a feed additive for cattle] Patent RF, no. 2335920, 2008. (in Russian).

3 Shentsova E. S., Apadihina O. A., Drannikov A. V., Shevtsov A. A. Sposob proizvodstva briketov kormovykh i liniya dlya ego osushchestvleniya [A method of producing fodder and briquette line for its implementation] Patent RF, no. 2595177, 2016. (in Russian).

4 Myers R. H., Montgomery D. C., Anderson-Cook C. M. Response surface methodology: process and product optimization using designed experiments. John Wiley & Sons, 2016.

5 Moon Y.-H., Yang J., Koo B.-C., An J.-W. et al. Analysis of factors affecting miscanthus pellet production and pellet quality using response surface methodology. BioResources, 2014, vol. 9, no. 2, pp. 3334–3346.

6 Stark C. R., Jones F. T., Quality assurance programs in feed manufacturing. Feedstuffs, 2012, no. 16, pp. 60–65.

7 Frolova L.N., Vasilenko V.N., Kopylov M.V., Derkanosova A.A. et al. Optimization of the parameters of the process of biofuel production methods of mathematical modeling. *Vestnik MAKh*. [Proceedings of the International Academy of Refrigeration] 2015, no. 3, pp. 63-67. (in Russian).

8 Mezenova O.Ya., Potapova V.A. Optimization of the formulation ryborastitelnyh snacks. *Vestnik MAKh*. [Proceedings of the International Academy of Refrigeration] 2015, no. 3, pp. 19-22. (in Russian).

9 Zaporozhtseva L.A., Marysheva Y.V. Economic opportunities of development for agricultural enterprises in crisis conditions. Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2016, vol. 52, no. 4, pp. 59-64.

10 Voinov E.S. Animal health assessment of feed used for feeding pets. *Biotika* [Biotics] 2015, vol. 7, no. 6, pp. 46-50. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Евгения С. Шенцова д. т. н., профессор, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Лариса И. Лыткина д. т. н., профессор, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Оксана А. Апалихина аспирант, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Александр С. Муравьев к. т. н., инженер, отдел стандартизации и метрологии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, hntrun@mail.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Evgenija S. Shentsova doctor of technical sciences, professor, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia

Larisa I. Lytkina doctor of technical sciences, professor, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia

Oksana A. Apalihina graduate student, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia

Aleksandr S. Muravev candidate of technical sciences, engineer, department of standardization and metrology, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia, hntrun@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Евгения С. Шенцова предложила методику проведения эксперимента и организовала производственные испытания
Лариса И. Лыткина консультация в ходе исследования
Оксана А. Апалихина обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперимент, выполнила расчёты
Александр С. Муравьев написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

CONTRIBUTION

Evgenija S. Shentsova proposed a scheme of the experiment and organized production trials
Larisa I. Lytkina consultation during the study
Oksana A. Apalihina review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations
Aleksandr S. Muravev 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 05.07.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 13.08.2016

RECEIVED 7.5.2016

ACCEPTED 8.13.2016

Оригинальная статья/Original article

УДК 636.085.002.2

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-68-76

Современные тенденции совершенствования конструкций пленочных аппаратов для фотоавтотрофного биосинтеза светозависимых микроорганизмов

Александр А. Шевцов, [1]
Алексей В. Дранников, [2] drannikov@list.ru
Александр В. Пономарев, [3]
Елена А. Шабунина [1]

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

[3] ООО «Инжиниринговый центр ВСМ», ул. 9 Января, 68, г. Воронеж, 394000, Россия

Реферат. Современные тенденции совершенствования конструкции пленочных аппаратов для фотоавтотрофного биосинтеза светозависимых микроорганизмов направлены на значительное увеличение производительности ценных продуктов из биомассы микроскопических водорослей и получение на их основе отдельных полезных веществ (препаратов), используемых в различных отраслях народного хозяйства и медицине. В пленочных аппаратах эффективно протекают процессы тепло- и массообмена при контакте газа с культуральной жидкостью, стекающей в виде пленки по прозрачной пленкообразующей поверхности при ее интенсивном освещении, а автотрофный биосинтез развивается только в присутствии смеси воздуха с углекислым газом. При этом полностью исключается накапливание продуктов метаболизма за счет их непрерывного отвода из пленки культуральной жидкости с отходящим газом, что не характерно для аппаратов других типов. Небольшие габариты пленочных биореакторов позволяют увеличить степень насыщения жидкости углекислым газом с возможностью изменения концентрации газа в культуральной жидкости и обеспечить культивирование микроорганизмов с заданным выходом биомассы. В настоящее время разработано значительное количество способов обеспечения контакта газа с жидкостью (барботажный, газлифтный, механическое перемешивание, струйный, пленочный и др.), на основе которых созданы промышленные биореакторы, обладающие различным «стрессовым» эффектом. Считается, что для проведения культивирования наиболее оптимальными являются биореакторы с механическим перемешиванием жидкости, которые позволяют обеспечить наибольшую производительность по биомассе. Однако применяемые в них типовые механические перемешивающие устройства создают в рабочей полости биореактора хаотичное, неорганизованное перемешивание, что способствует к возникновению слабого массообмена, недостаточного для жизнеобеспечения клеток культур и микроорганизмов. Анализ способов взаимодействия газа с жидкостью в пленочных аппаратах показал необходимость создания биореакторов нового поколения с интенсивным массопереносом без вероятности лимитирования продуктивности биотехнологических систем. В работе показано последовательное изменение конструктивных элементов пленочных биореакторов, направленные на повышение эффективности их эксплуатации.

Ключевые слова: пленочный аппарат, фотоавтотрофный биосинтез, биореактор, светозависимые микроорганизмы, культуральная жидкость, пленкообразующая поверхность, тепломассообмен

Current trends for improving the design of membrane devices for photoautotrophic biosynthesis is light dependent microorganisms

Aleksandr A. Shevtsov, [1]
Aleksei V. Drannikov, [2] drannikov@list.ru
Aleksandr V. Ponomarev, [3]
Elena A. Shabunina [1]

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

[2] machinery and food production machines department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

[3] LLC “Engineering Center VSM”, 9 Yanvarya str., 68, Voronezh, 394000, Russia

Summary. Modern trends in improving the design of membrane devices for photoautotrophic biosynthesis dependent lighting microorganisms aimed at a significant increase in the productivity of valuable products from biomass of microalgae and obtaining on the basis of their individual useful substances (drugs) used in various industries and medicine. In film devices effectively the processes of heat - and mass-exchange with the gas comes into contact with the culture fluid flowing as a film on a transparent film-forming surface is STI in its light intensity and autotrophic biosynthesis occurs only in the presence of a mixture of air with carbon dioxide. Thus, completely eliminated the accumulation of metabolic products due to their continuous removal from film culture liquid with the process gas, which is not typical for devices of other types. Small size membrane bioreactors may increase the degree of saturation of the liquid carbon dioxide with the possibility of changing the concentration of gas in the culture fluid and to ensure the cultivation of microorganisms with a specified biomass yield. At present up to date-developed a significant number of ways to ensure contact of the gas with the liquid (bubbling, gas-lift, mechanical stirring, jet, membrane, etc.) on the basis of which an industrial bioreactor, with various "stress" effect. It is believed that for the cultivation of the most optimal are bioreactors with mechanical stirring of the liquid, which allow the greatest productivity of biomass. However, the applied model of a mechanical mixing device to create a work whose cavity of the bioreactor chaotic, disorganized mixing, which contributes to the emergence, insufficient for the sustenance of the cell cultures and microorganisms. Analysis of the interactions of the gas with the liquid film devices showed the need to create a new generation of bioreactor with intensive mass transfer without the possibility of limiting the productivity of biotechnological systems. The work shows a consistent change in structural elements of membrane bioreactors to increase the efficiency of their operation.

Keywords: film unit, photoautotrophic biosynthesis, bioreactor, light-dependent microorganisms, the culture fluid, the film-forming surface, heat and mass transfer

Для цитирования

Шевцов А. А., Дранников А. В., Пономарев А. В., Шабунина Е. А. Современные тенденции совершенствования конструкций пленочных аппаратов для фотоавтотрофного биосинтеза светозависимых микроорганизмов // Вестник ВГУИТ. 2016. № 3. С. 68–76. doi:10.20914/2310-1202-2016-3-68-76

For citation

Shevtsov A. A., Drannikov A. V., Ponomarev A. V., Shabunina E. A. Current trends for improving the design of membrane devices for photoautotrophic biosynthesis is light dependent microorganisms. Vestnik VSUET [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 3. pp. 68–76. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-3-68-76

Введение

В настоящее время для получения суспензии фотоавтотрофных микроорганизмов (Spirulina, Chlorella, Dunaliella и др.) используют биореакторы плёночного типа, позволяющие снабжать микроводоросли в необходимом объеме углекислым газом, световой энергией и питательными веществами [2].

Большие перспективы имеют аппараты со стекающей турбулентной пленкой жидкости по внутренней поверхности трубы с винтовой шероховатостью (рисунок 1). Скорость переноса газа в пленочных биореакторах и поверхностный коэффициент массоотдачи на порядок выше, чем в других биореакторах [1]. Коэффициент теплоотдачи в турбулентной пленке, при высоких нагрузках по жидкости, в 2–3 раза превышает значения, полученные в барботажных и газлифтных аппаратах. При этом достигается равномерное распределение температуры в объеме культуральной жидкости по причине пропускания всей ее массы через теплопередающую поверхность, что исключает образование застойных зон. Отвод тепла организуется непосредственно в зоне биохимической реакции, что не требует дополнительных конструктивных решений и не влияет на процесс интенсификации тепло- и массообмена.

В пленочных биореакторах исключается накапливание продуктов метаболизма в культуральной жидкости благодаря их интенсивному отводу из пленки с отработанным газом.

Проведение процесса ферментации в пленочных биореакторах возможно при низких расходах газа, так как в этих аппаратах газ не участвует в создании поверхности контакта фаз и турбулизации жидкости. При этом снижаются потери газа в окружающую среду, вследствие его размещения в зоне контакта с пленкой. Из-за высокой скорости подвода газа, отвода тепла и продуктов метаболизма пленочные биореакторы способны перерабатывать концентрированные питательные среды и получать высокую производительность и в несколько раз уменьшить габариты биореактора.

Небольшие габариты пленочного биореактора при высокой его производительности обеспечивают процесс ферментации при избыточном давлении, что увеличивает степень насыщения жидкости газом и позволяет легко изменять концентрацию газа в культуральной жидкости в процессе ферментации. В пленочном биореакторе исключается эффект флотации биомассы и пенообразования, что позволяет увеличить рабочий объем аппарата и обеспечить равномерное распределение микроорганизмов и питательной среды.

Пленочные биореакторы по конструктивному оформлению можно разделить на одноступенчатые (рисунок 1, а, в) и многоступенчатые (рисунок 1, б).

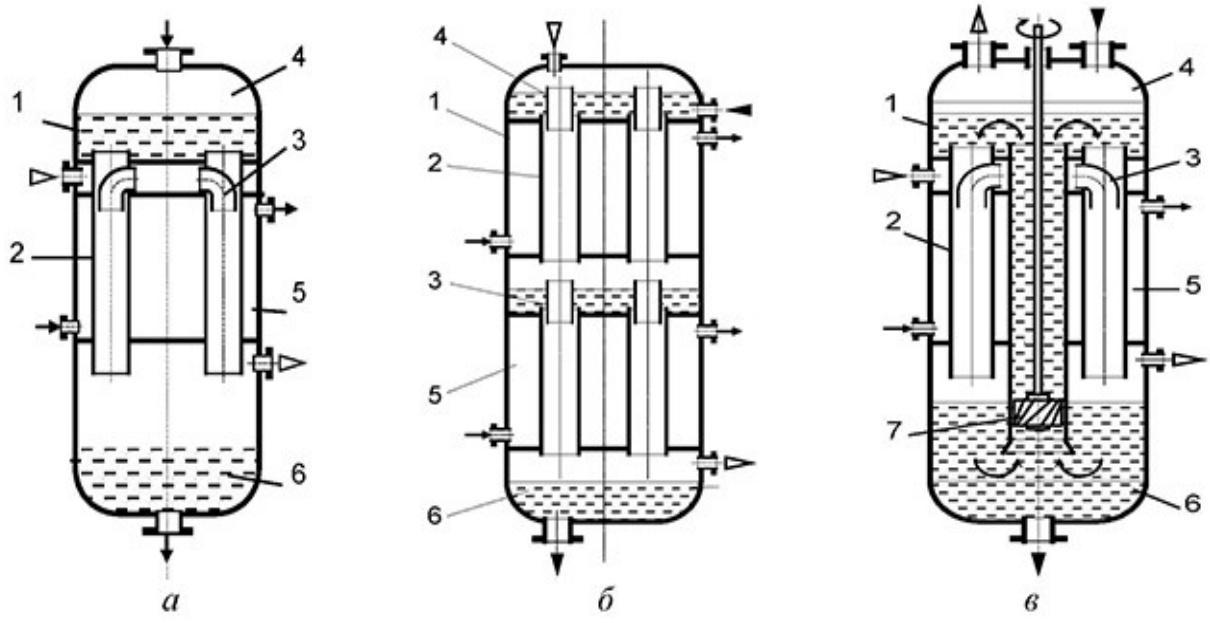


Рисунок 1. Схемы пленочных трубчатых биореакторов: 1 – корпус; 2 – контактная труба; 3 – газовый патрубок; 4 – камера для ввода газа; 5 – теплообменная секция; 6 – камера для культивирования; 7 – насос

Figure 1. Schemes of film tubular bioreactors: 1 – the case; 2 – contact tube; 3 – the gas pipe; 4 – gas injection camera; 5 – the heat exchange section; 6 – cell culturing; 7 – pump

В многоступенчатом биореакторе на каждой ступени осуществляется насыщение жидкости газом и его исчерпывание микроорганизмами. Это позволяет уменьшить расход перекачиваемой жидкости через аппарат, разместить большее количество культуральной жидкости в рабочей зоне биореактора.

Известные аппараты не могут быть использованы для культивирования автотрофных микроорганизмов, так как в конструкции не предусмотрена установка источника световой энергии для освещения суспензии, а цилиндрические трубы в зоне освещения выполнены непрозрачными.

Кроме этого эти аппараты не позволяют эффективно проводить процесс культивирования микроорганизмов с высоким выходом готовой биомассы, так как в них не предусмотрены различные виды истечения суспензии и оптимальные условия для роста автотрофных микроорганизмов уже на первом цикле культивирования.

В пищевой, комбикормовой и других отраслях промышленности все большую актуальность приобретает алголизация – введение биомассы микроводорослей в состав продукта [8]. Для ввода в материал свежей суспензии микроводорослей ее целесообразно получать в условиях производства, включая в основную технологическую линию участок культивирования, ядром которого является фотобиореактор. Разработанный пленочный фотобиореактор (рисунок 2) предназначен для культивирования фотоавтотрофных микроорганизмов, в частности, микроводоросли хлорелла [3].

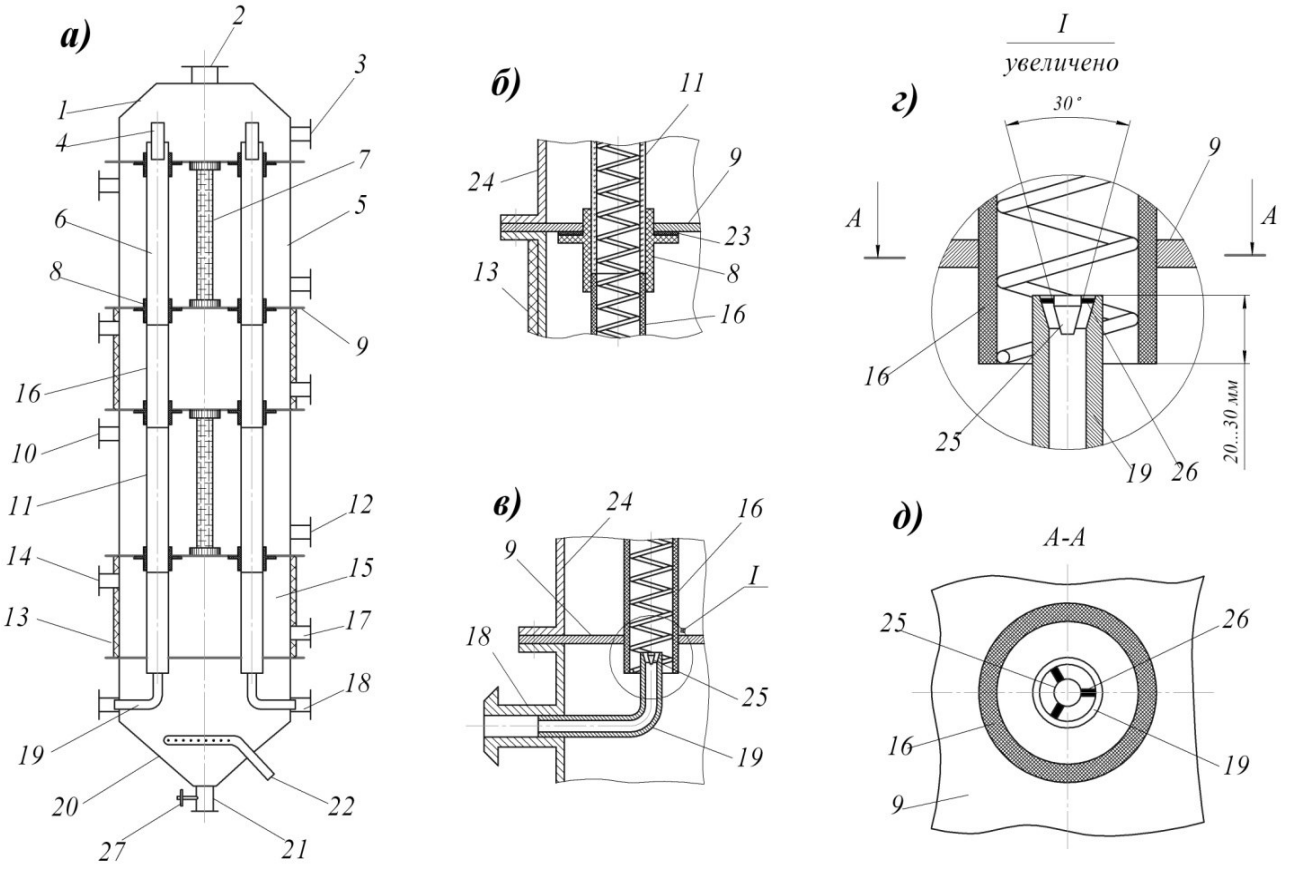


Рисунок 2. Фотобиореактор пленочного типа: *а* – общий вид; *б* – увеличенное соединение прозрачного и непрозрачного элементов цилиндрических трубок; *в, д* – увеличенная зона ввода смеси воздуха с углекислым газом в цилиндрические трубки

Figure 2. Photobioreactor film types: a – general view; b –- increased connection of transparent and opaque elements of cylindrical tubes; c, e – increased air mixture entering the zone with carbon dioxide in the cylindrical tube

Пленочный фотобиореактор состоит из корпуса 24, на котором размещены штуцеры для ввода и вывода суспензии автотрофного организма 3 и 21, штуцера для ввода и вывода охлаждающего воздуха 10 и 12, штуцера для ввода и вывода охлаждающей воды 14 и 17, штуцера для ввода и вывода смеси углекислого газа с воздухом 18 и 2. Корпус аппарата разделен горизонтальными перегородками 9 на секции ввода 1, вывода 20, секцию

теплообмена 15 и секцию освещения 5. В горизонтальных перегородках установлены цилиндрические трубки 11 с распределителями жидкости 4. Внутрь цилиндрических трубок вставлена коаксиально винтовая спираль, представляющая собой проволоку круглого сечения. Прозрачные элементы трубок установлены в секции освещения, а непрозрачные – в секции теплообмена. Прозрачные и непрозрачные элементы соединены муфтами 8, снабженными уплотнениями 23. В центре секции освещения установлена цилиндрическая люминесцентная лампа 7, а внутренняя боковая поверхность этой секции выполнена зеркальной. Теплообменная секция пленочного аппарата снабжена наружной тепловой изоляцией 13. В секции вывода имеется барботажное устройство 22, а к штуцерам для ввода смеси углекислого газа с воздухом 18 присоединены изогнутые патрубки 19. Внутри изогнутых патрубков, на выходе, на трех штырях 26 установлена коническая пробка 25. В штуцере 21 для вывода суспензии предусматривается установка вентиля 27.

Предлагаемый фотобиореактор позволяет культивировать фотоавтотрофные микроорганизмы; интенсифицировать процесс теплоотвода от пленки суспензии в цилиндрических трубках; создать в камере вывода дополнительное насыщение суспензии углекислым газом посредством барботажа; обеспечить рациональное распределение потока газовоздушной смеси внутри цилиндрических трубок; создать оптимальные условия для компоновки аппарата в зависимости от требуемого выхода биомассы с использованием более одного комплекта чередующихся секций; повысить на 35…45% точность распределения потока ГВС по цилиндрическим трубкам.

Для интенсификации процесса культивирования была разработана конструкция фотобиореактора с комбинированным истечением жидкости (рисунок 3), которая представляет собой корпус, разделённый прозрачными горизонтальными перегородками 1, 2, 3 на пять герметичных секций: ввода суспензии 4, кольцевого истечения суспензии 5, промежуточную 6, плёночного истечения суспензии 7 и вывода суспензии 8 [4]. В секции 4 установлен штуцер для ввода суспензии 9, спиральный нагреватель 10 с термореле, регулятор давления 11. Между секциями ввода суспензии 4 и кольцевого истечения суспензии 5 закреплена прозрачная горизонтальная перегородка 1 секции ввода суспензии 4, выполненная с углублениями.

В секции кольцевого истечения суспензии 5 расположены штуцеры для ввода и вывода газа-теплоносителя 11 и 12, две лампы накаливания типа ДНаТ 13 в верхней и нижней частях секции и по окружности на одинаковом расстоянии друг от друга прозрачные цилиндрические трубки 14 с закреплёнными внутри них винтообразными насадками 15, выполненными из полой ПФХ трубки, на поверхности которой зафиксирована лента в виде секторов через каждые 30 градусов.

Однако этот биореактор имеет следующие недостатки:

– невысокий выход биомассы, поскольку отсутствует рециркуляционная труба, обеспечивающая интенсивное перемещение культуральной жидкости;

– низкое качество получаемой биомассы в связи с тем, что не созданы условия для более равномерного освещения культуральной жидкости при ее рециркуляции посредством коаксиального размещения лампы;

– компоновочное решение аппарата нельзя признать оптимальным, т. к. в центральной зоне рабочего объема аппарата расположены лампы для освещения культуральной жидкости, а не рециркуляционная труба, обеспечивающая многократный возврат жидкости с последующим культивированием до достижения заданной концентрации биомассы культуральной жидкости с требуемым выходом;

– сложность конструкции аппарата из-за чередующихся секций при культивировании суспензии с учетом чередования участков освещения и охлаждения делает её части труднодоступными при профилактическом обслуживании, а также непосредственно связана с увеличением габаритных размеров аппарата;

– высокие удельные энергозатраты на получение биомассы, поскольку не используется кинетическая энергия газового субстрата на входе в биореактор;

– не позволяет обеспечить рациональное распределение потока газа, так как в конструкции не используется кольцевой коллектор по всему сечению аппарата;

Перечисленные недостатки исключаются в предлагаемой авторами конструкции фотобиореактора.

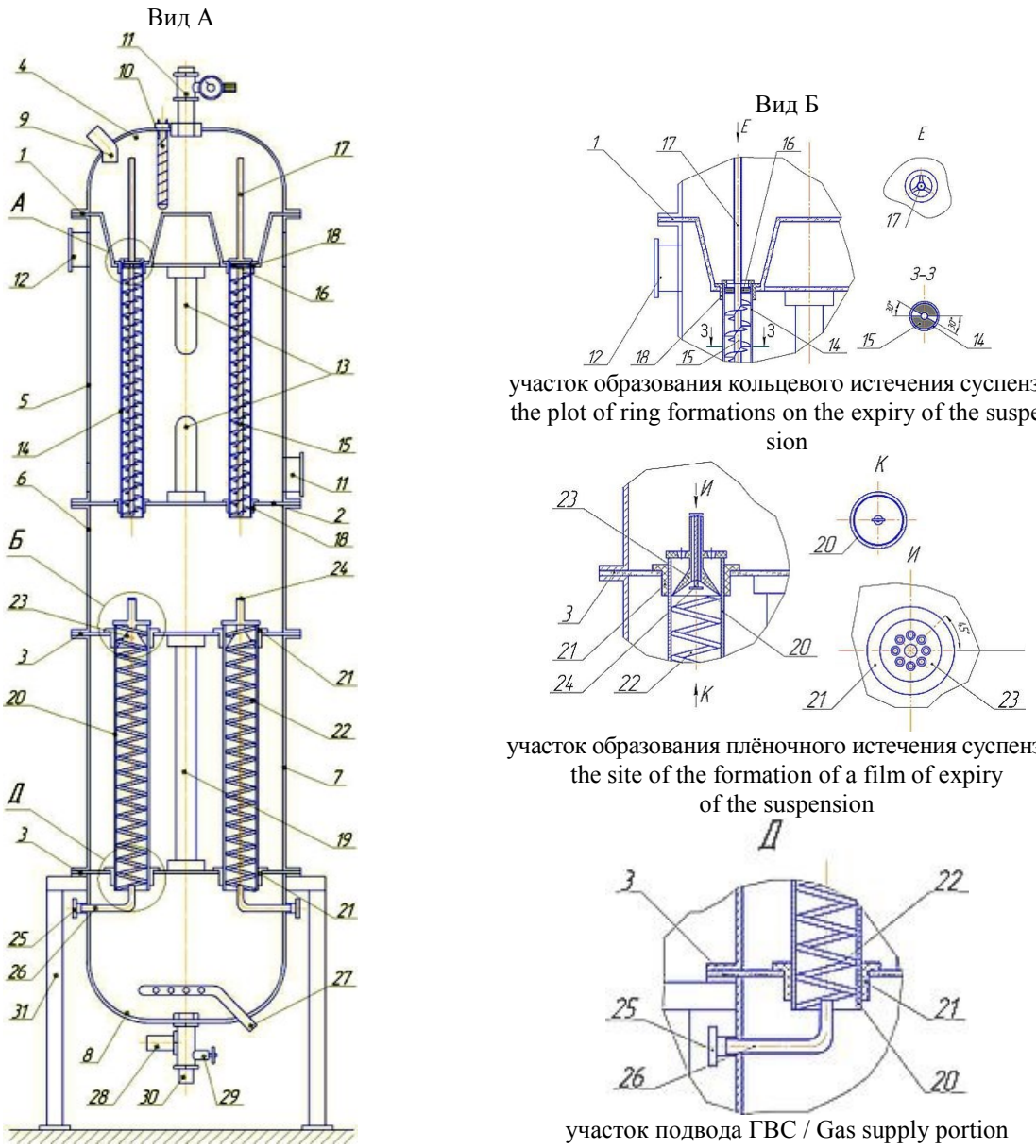


Рисунок 3. Конструкция фотобиореактора с комбинированным истечением жидкости

Figure 3. Construction of photobioreactor with combined expiration of the liquid

Фотобиореактор состоит из корпуса 1, который разделен горизонтальными перегородками 2 на секции ввода культуральной жидкости 3, вывода культуральной жидкости 4, и дополнительную секцию 5 с внутренней зеркальной поверхностью, предназначенную для освещения суспензии автотрофных микроорганизмов. В горизонтальных перегородках 2 вертикально установлены прозрачные цилиндрические трубки 6 с пленкообразующим устройством 7, и прозрачная рециркуляционная труба 8, расположенная вертикально по оси симметрии аппарата в дополнительной секции 5. По длине прозрачных цилиндрических трубок на их внутренней поверхности нанесена винтовая спираль из проволоки 9. В дополнительной секции 5 коаксиально установлена лампа накаливания 10 с возможностью освещения прозрачных цилиндрических трубок 6 и прозрачной рециркуляционной трубы 8.

В секции вывода культуральной жидкости 4 размещено барботажное устройство 11, выполненное в виде кольцевого коллектора по всему сечению аппарата, с патрубком 12 подачи смеси углекислого газа и воздуха. Внутри рециркуляционной трубы 8 по всей высоте аппарата установлен вал 13 в подшипниках 14 и 15. Корпус 16 подшипника 14 с крышкой 17 и сальником 18 закреплен в верхней части аппарата. Корпус подшипника 15 с крышкой 20 и сальником 21 расположен в патрубке барботажного устройства 11.

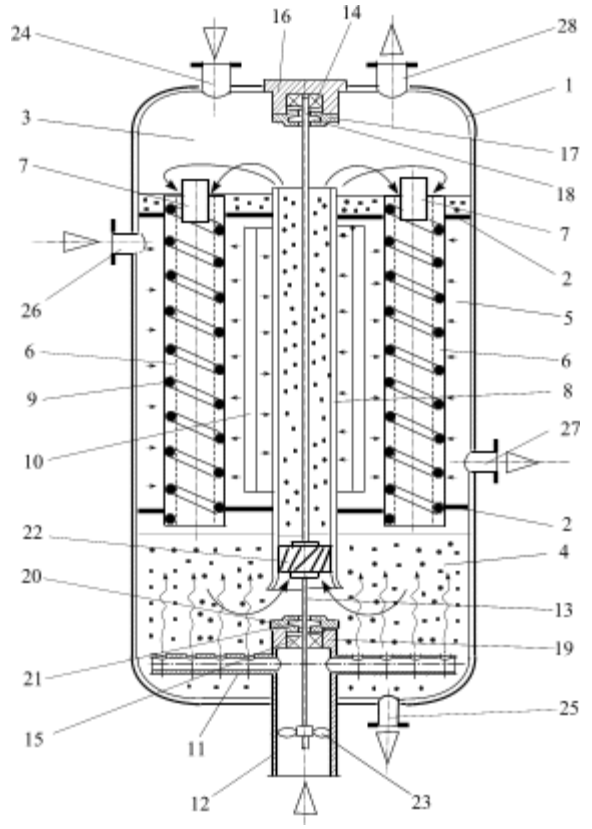


Рисунок 4. Конструкция фотобиореактора

Figure 4. Photobioreactor construction

На валу 13 внутри рециркуляционной трубы 8 в зоне вывода жидкости 4 закреплен роторный нагнетатель 22, направляющий культуральную жидкость из секции вывода культуральной жидкости 4 через рециркуляционную трубу 8 в секцию её ввода 3. Нижняя часть вала 13 снабжена крыльчаткой 23, которая расположена в патрубке 12 барботажного устройства 11 с возможностью вращения вокруг своей оси за счет кинетической энергии потока смеси углекислого газа с воздухом, подаваемой в секцию вывода культуральной жидкости 4.

На корпусе аппарата 1 размещены штуцера для ввода культуральной жидкости (суспензии автотрофного организма) 24 и вывода культуральной жидкости (готовой биомассы) 25, штуцера для ввода и вывода охлаждающего воздуха 26 и 27, штуцера для вывода отработанной смеси углекислого газа с воздухом 28.

Аппарат для культивирования автотрофных микроорганизмов работает следующим образом. Суспензия автотрофного микроорганизма поступает через штуцер 24 в камеру для ввода культуральной жидкости 3, проходит через кольцевой зазор пленкообразующих устройств 7 и в виде жидкостной пленки стекает по внутренней поверхности прозрачных цилиндрических трубок 6. Обтекая витки винтовых спиралей 9, выполненных в виде канавки полукруглого сечения на внутренней стороне прозрачных цилиндрических трубок 6, жидкостная пленка в противотоке со смесью углекислого газа и воздуха, интенсивно взаимодействуют.

Винтовая спираль 9 обеспечивает вращательно-поступательное движение жидкости и позволяет удержать большое количество культуральной жидкости на внутренней поверхности трубок 6. Наличие центробежной силы, вызванной вращательным движением пленки жидкости, предотвращает ее срыв и обеспечивает равномерное распределение по высоте прозрачных цилиндрических трубок 6.

Величину газожидкостного слоя, стекающего по пленкообразующей поверхности во впадине винтовой спирали определяли по зависимости [1]:

$$\bar{\delta}_{\text{вп}}\left(1-\frac{\bar{\delta}_{\text{вп}}}{2\text{R}}\right)=\left(1-\frac{h}{2\text{R}}\right)\frac{hs}{(s+e)}+ \\ +\left\{\frac{\Gamma_2(1-h/R)}{\rho_2 g}\left[\frac{\lambda e}{8(s+e)}+\frac{s}{4\sqrt{\pi}\sigma_1(s+e)}\right]\right\}^{1/3}, \quad (1)$$

где $\rho_{\text{см}}$ – плотность газожидкостной смеси, кг/м^3; *e, h* – ширина и высота выступа винтовой спирали, м; $\delta_{\text{вп}}$ – толщина пленки газожидкостной смеси, м; $\Gamma = G/\pi d$ – массовая плотность орошения, кг / (с·м); *R* – радиус трубчатой насадки, м; s – расстояние между витками спирали, м; $\sigma = 8$ – эмпирическая поправка.

Плотность газожидкостной смеси определяли с учетом плотности жидкости $\rho_{\text{ж}}$, плотности газа $\rho_{\text{г}}$ и газосодержания φ:

$$\rho = \rho_{\text{ж}}(1-\varphi)+\rho_{\text{г}}\varphi, \quad (2)$$

При этом подача смеси углекислого газа с воздухом в аппарат осуществляется через патрубок 12 барботажного устройства 11, которое обеспечивает дополнительное насыщение жидкости углекислым газом в секции 4 и равномерное распределение потока газовоздушной смеси в прозрачных цилиндрических трубках 6.

За счет кинетической энергии потока смеси углекислого газа с воздухом, подаваемого в секцию вывода культуральной жидкости 4 через патрубок барботажного устройства 12, крыльчатка 23 приводится во вращательное движение и заставляет вращаться вал 13, установленный в подшипниках 14 и 15, а вместе с ним и роторный нагнетатель 22, направляющий культуральную жидкость из секции вывода 4 через рециркуляционную трубу 8 в секцию её ввода 3.

Для определения изменения концентрации CO_2, растворенного в жидкой фазе по высоте рабочей зоны реактора с учетом кинетических закономерностей использована однопараметрическая диффузионная модель:

$$v\frac{dC_L}{dz} = D_L\frac{d^2C_L}{dz^2} + k_L a\Delta C - \alpha_{CO_2}\mu_m\frac{C_L}{K_{CO_2}+C_L}x, \quad (3)$$

где v – скорость потока, м/с; z – продольная координата, м; C_L – рабочая концентрация CO_2 в жидкой фазе; D_L – коэффициент осевой диффузии; $k_L a$ – объемный коэффициент массопередачи, м/с; α_{CO_2} – расходный коэффициент по потреблению CO_2, клетками кг/кг; ΔC – разность концентраций CO_2 в газовой и жидкой фазах (движущаяся сила массопереноса); μ_m – максимальная скорость роста биомассы; индексы: G – газовая фаза; L – жидкая фаза; $x = 1{,}13\tau + 1{,}59$ – концентрация АСБ в суспензии, г/дм^3, здесь τ – продолжительность культивирования.

Модель (3) была решена при следующих допущениях:

– концентрация CO_2 меняется только вдоль оси z, в радиальном направлении она выровнена;

– движение газовой фазы описывается моделью идеального вытеснения;

– рассмотрен установившийся режим культивирования;

– в аппарате отсутствуют застойные зоны и байпасные потоки;

– концентрация растворенного CO_2 превышает критическую.

– скорость потребления CO_2 клетками составляет $q(1{,}13\tau + 1{,}59)$.

Модель (3) в безразмерной форме принимает вид:

$$\left.\begin{aligned} -\frac{d\overline{C}_G}{dZ} - a_G\left(\overline{C}_G - \overline{C}_L\right) &= 0 \\ \frac{1}{Pe}\frac{d^2\overline{C}_L}{dZ^2} + \frac{d\overline{C}_L}{dZ} + a_L\left(\overline{C}_G - \overline{C}_L\right) - b &= 0 \end{aligned}\right\} \quad (4)$$

где $Pe = \frac{v_L L}{D_L}$ – диффузионный критерий Пекле; $a_G = \frac{k_L aH}{\phi_G v_G \psi}$ и $a_L = \frac{k_L aH}{v_L \phi_L}$ – безразмерные параметры, определяющие массопередачу CO_2 из газовой фазы в жидкую; $b = q(1{,}13\tau + 1{,}59)\psi L / (v_L C_G^0)$ – безразмерный параметр, определяющий скорость потребления CO_2 клетками микроводоросли (Сток CO_2); $Z = z / H$; $\overline{C}_L = C_L\psi./C_G^0$; $\overline{C}_G = C_G / C_G^0$ – относительные длина и концентрации соответственно; H – высота рабочей зоны реактора, м; ϕ – содержание фазы в рабочей зоне аппарата; C_G^0 – концентрация CO_2 в газовой фазе на входе в рабочую зону реактора; ψ – константа фазового равновесия.

Граничные условия при работе биореактора в режиме противотока:

$$\left.\begin{aligned} &при\ \ Z = 0: \ \frac{d\overline{C}_L}{dZ} = 0;\ \ 1 = \overline{C}_G \\ &при\ \ Z = 1: \ \frac{d\overline{C}_G}{dZ} = 0;\ \ \overline{C}_L^0 = \overline{C}_L - \frac{1}{Pe}\cdot\frac{d\overline{C}_L}{dZ} \end{aligned}\right\} \quad (5)$$

Расчет диффузионной модели (1–3) на ЭВМ с использованием метода Рунге-Кутта проводили при рациональных значениях параметров культивирования, полученных в ходе исследования кинетических закономерностей процесса квазинепрерывного культивирования хлореллы.

Проверка адекватности результатов моделирования (рисунок 4) реальному процессу показала, что средняя ошибка аппроксимации по концентрации CO_2 в жидкой фазе составила 13%.

Модель позволяет определить распределение абсорбированного CO_2 в пленке суспензии по высоте рабочей зоны фотобиореактора и проводить масштабирование, то есть нахождение условий, при которых возможен непосредственный переход с экспериментальной установки на промышленный аппарат.

Рециркуляция культуральной жидкости позволяет обеспечить необходимое время культивирования автоавтотрофных микроорганизмов для достижения необходимой концентрации биомассы при заданном расходе смеси углекислого газа с воздухом (газового субстрата) с минимальными энергозатратами на процесс массообмена.

В дополнительной секции 5 суспензия автотрофного микроорганизма подвергается воздействию световой энергии посредством коаксиально установленной лампы накаливания дневного света 10. В процессе освещения лампой накаливания 10 выделяется теплота, которая компенсируется подачей охлаждающего воздуха в секцию 5 через штуцер 26. Отвод охлаждающего воздуха из секции 5 осуществляется через штуцер 27.

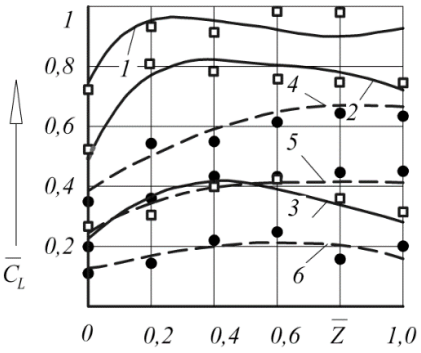


Рисунок 5. Влияние параметров диффузионной модели на изменение концентрации CO_2 в жидкой фазе по высоте рабочей зоны фотобиореактора: —□— – влияние параметра a_G: 1 – 65; 2 – 30; 3 – 10; – –●– – – влияние параметра b: 4 – 1,5; 5 – 2,0; 6 – 3,0.

Figure 5. The influence of parameters diffusion models the change in the concentration of CO2 in the liquid phase along the height of the working area of the photobioreactor: —□— – influence of parameter a_G: 1 – 65; 2 – 30; 3 – 10; – –●– – – influence of parameter b: 4 – 1,5; 5 – 2,0; 6 – 3,0.

На выходе из цилиндрических трубок 6 насыщенная углекислым газом суспензия автотрофного микроорганизма поступает в секцию для вывода культуральной жидкости 4, где дополнительно насыщается газовоздушной смесью с помощью барботажного устройства 11, при этом повышается суммарный коэффициент массообмена и тем самым интенсифицируется процесс культивирования. Из секции для вывода культуральной жидкости 4 суспензия автотрофного организма выводится в качестве готовой биомассы через штуцер 25.

Предложенный аппарат для культивирования автотрофных микроорганизмов позволяет:

– повысить выход готовой биомассы, поскольку предусмотрено использование рециркуляционной трубы, обеспечивающей интенсивное перемещение культуральной жидкости;

– повысить качество получаемой биомассы в связи с тем, что созданы условия для более равномерного освещения культуральной жидкости при ее рециркуляции посредством коаксиального размещения лампы;

– уменьшить габаритные размеры аппарата и упростить его конструкцию за счет перехода от многоступенчатого аппарата к одноступенчатому;

– снизить удельные энергозатраты на получение биомассы, поскольку используется кинетическая энергия газового субстрата на входе в биореактор;

– обеспечить рациональное распределение потока газа в конструкции за счет использования кольцевого коллектора по всему сечению аппарата;

– повысить коэффициент массообмена благодаря равномерному освещению культуральной жидкости при ее рециркуляции посредством коаксиального размещения лампы и рационального распределения потока газа, с помощью кольцевого коллектора, установленного по всему сечению аппарата.

Заключение

Рассмотрены современные тенденции совершенствования конструкций пленочных аппаратов для фотоавтотрофного биосинтеза светозависимых микроорганизмов. Выбор аппарата для производственного культивирования целесообразно определять исходя из условий биосинтеза конкретного фотоавтотрофного микроорганизма с предварительной экспериментальной проверкой режимов эксплуатации, обеспечивающих максимальный положительный эффект.

Работа выполнена в рамках реализации гранта Президента Российской Федерации МД-8104.2016.11.

ЛИТЕРАТУРА

1 Войнов Н.А., Жукова О.П., Курганский О.В., Вырина Е.Е. Массообмен в проточном биореакторе с рециркуляцией жидкости // Химия растительного сырья. 2014. № 3. С. 241–247.

2 Семенов Г.В., Булкин М.С., Меламед Л.Э., Тропкина А.И. Тепломассообмен в промышленных процессах вакуумного сублимационного обезвоживания с учетом условий контактирования // Вестник Международной академии холода. 2010. № 2. С. 25-33.

3 Семенов Г.В., Булкин М.С. Эффективная теплопроводность замороженных дисперсных материалов в процессах вакуумного обезвоживания // Вестник Международной академии холода. 2013. № 3. С. 55-57.

4 Пат. № 2458980 РФ, МПК7 C 12 M 1/00, C 12 M 1/06, B 01 D 3/32. Аппарат для культивирования автотрофных микроорганизмов / Шевцов А.А., Дранников А.В., Ситников Н.Ю., Пономарев А.В., Мажулина И.В. № 2011126828; Заявл. 29.06.2011; Опубл. 20.08.2012; Бюл. № 23.

5 Васильев В.Н., Куцакова В.Е., Фролов С.В. Кинетика диффузионных процессов при сушке квазиодномерных тел// Вестник Международной академии холода. 2013. № 3. С. 3-5.

6 Семенова В.О., Ефремова А.А., Лисина Е.Ю., Тимиреева К.В. Изучение влияния бактериофагов на бактериальную загрязненность фарша, контаминированного гомологичными микроорганизмами // Биотика. 2015. Т. 7. № 6. С. 147-156.

7 Пат. № 2577150 РФ, МПК7 C 12 M 1/00, C 12 M 1/06, B 01 D 3/32. Способ производства биомассы фотоавтотрофных микроорганизмов / Шевцов А.А., Тертычная Т.Н., Дранников А.В., Шабунина Е.А. № 2014153348; Заявл. 29.12.2014; Опубл. 11.02.2016.

8 Пат. № 2411885 РФ, МПК7 A 23 P 1/02, A 23 № 17/00. Способ производства крупки по технологии влажного гранулирования с использованием фототрофной биомассы и фуза растительных масел и линия для его осуществления / Шевцов А.А., Пономарев А.В., Шенцова Е.С., Лыткина Л.И., Дранников А.В., Бритиков Д.А., Хорхордин Д.С. № 2009132801/13; Заявл. 31.08.2009; Опубл. 20.02.2011; Бюл. № 23

9 Kolesnikova Y.N., Pimenov N.V., Kapustin A.V. The etiology of anaerobic infections of cattle and comparative characteristics of the isolated strains of Clostridium // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2016. V. 56. № 8. P. 39-48.

REFERENCES

1 Voinov N.A. Zhukova O.P., Kurgansky O.V., Vyrina E.E. Mass transfer in the flowing recirculation bioreactor. Khimiya rastitel'nogo syr'ya [Chemistry of plant raw material 2014, no. 3, pp. 241–147. (in Russian)

2 Semenov G.V., Bulkin M.S., Melamed L.E., Tropkina A.I. Heat and mass transfer in industrial processes vacuum sublimation dehydration based on contacting conditions. Vestnik mezhdunarodnoi akademii kholoda [Proceedings of the International Academy of Refrigeration] 2010, no. 2, pp. 25-33. (in Russian).

3 Semenov G.V., Bulkin M.S. The effective thermal conductivity of frozen particulate materials in the vacuum dewatering processes. Vestnik mezhdunarodnoi akademii kholoda [Proceedings of the International Academy of Refrigeration] 2013, no. 3, pp. 55-57. (in Russian).

4 Shevtsov A.A., Drannikov A.V., Sitnikov N.Yu., Ponomarev A. V. et al. Apparat dlya kul'tivirovaniya avtotrofnykh mikroorganizmov [Apparatus for cultivation of autotrophic microorganisms] Patent RF, no. 2458980, 2011. (in Russian)

5 Vasiliev V.N., Kutsakova V.E., Frolov S.V. The kinetics of diffusion processes at drying quasi-bodies. Vestnik mezhdunarodnoi akademii kholoda [Proceedings of the International Academy of Refrigeration] 2013, no. 3, pp. 3-5. (in Russian).

6 Semenova V.O., Efremov A.A., Lisina E.Y., Timireeva K.V. The influence of bacteriophages on bacterial contamination of meat, contaminated homologous microorganisms. Biotika [Biotics] 2015, vol. 7, no. 6, pp. 147-156. (in Russian)

7 Shevtsov A. A., Tertychnyy T. N., Drannikov, A. V., Shabunina E. A. Sposob proizvodstva biomassy fotoavtotfofnykh mikroorganizmov [Method for the production of biomass of microorganisms photoautotroph] Patent RF, no. 2577150, 2016. (in Russian)

8 Shevtsov A.A., Ponomarev A.V., Chentsova E.S., Lytkina L. I. et al. Sposob proizvodstva krupki po tekhnologii vlazhnogo granulirovaniya [Method for the production of grits on the technology of wet granulation using phototrophic biomass and fuse vegetable oils and line for its implementation] Patent RF, no. 2411885, 2011. (in Russian)

9 Kolesnikova Y.N., Pimenov N.V., Kapustin A.V. The etiology of anaerobic infections of cattle and comparative characteristics of the isolated strains of Clostridium. Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2016, vol. 56, no. 8, pp. 39–48.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Александр А. Шевцов д. т. н., профессор, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Алексей В. Дранников д. т. н., профессор, кафедра машин и аппаратов пищевых производств, декан факультета пищевых машин и автоматов, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, drannikov@list.ru

Александр В. Пономарев к .т. н., главный технолог проектного отдела, ООО «Инжиниринговый центр ВСМ», ул. 9 Января, 68, г. Воронеж, 394000, Россия

Елена А. Шабунина аспирант, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Александр А. Шевцов предложил методику проведения эксперимента и организовал производственные испытания
Алексей В. Дранников консультация в ходе исследования
Александр В. Пономарев консультация в ходе исследования
Елена А. Шабунина написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 13.07.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 23.08.2016

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Aleksandr A. Shevtsov doctor of technical sciences, professor, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Aleksej V. Drannikov doctor of technical sciences, professor, Department of machines and equipment for food production, Dean of the Faculty of food machines and machines,Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, drannikov@list.ru

Aleksandr V. Ponomarev candidate of technical sciences, Chief Technologist of project department, LLC "Engineering Center VSM", 9 Yanvarya str., 68, Voronezh, 394000, Russia, Voronezh, 394000, Russia

Elena A. Shabunina graduate student, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

CONTRIBUTION

Aleksandr A. Shevtsov proposed a scheme of the experiment and organized production trials
Aleksej V. Drannikov consultation during the study
Aleksandr V. Ponomarev consultation during the study
Elena A. Shabunina 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 7.13.2016

ACCEPTED 8.23.2016

Оригинальная статья/Original article
УДК 519.673
DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-77-81

Математическое описание процесса сушки зерна проса в аппарате с активным гидромеханическим режимом

Сергей Т. Антипов [1] ast@vsuet.ru
Дмитрий А. Нестеров [1] nestor13_lord@mail.ru

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

Реферат. В основу создания новых конструкций сушильных установок закладывается математическое описание исследуемого процесса с учетом способа загрузки и перемещения продукта в аппарате, способах подвода теплоносителя или иного вида энергоподвода, теоретическая производительность, а также конструктивная (геометрическая) составляющая аппарата. Для моделирования процесса в нашей работе был рассмотрен цилиндроконический сушильный аппарат с активным гидродинамическим режимом и СВЧ-энергоподводом, одной из особенностей которого является загрузка продукта в потоке тангенциального потока теплоносителя. Объектом исследования было выбрано зерно проса по причине высокой биологической ценности и высокого распространения в южных регионах Российской Федерации. На основе проведенного теоретического анализа было принято решение о разделении математической модели на две условные составляющие: изучение тепло-массообмена и изучение аэродинамической составляющей процесса сушки. В данной работе нами была подробно раскрыта именно вторая составляющая процесса. Базисом данной модели послужили уравнения движения зерен проса на основе второго закона Ньютона. Теплоноситель в рамках предлагаемой модели считается сплошной средой, сильно сжимаемой, и обладающей внутренней вязкостью, описываемой уравнением Навье-Стокса. Начальными условиями данной математической модели послужили следующие допущения: скорости механического движения элементов равны нулю, начальная плотность воздушной среды во всех узлах равна равновесной плотности воздуха, начальная скорость движения воздушной среды во всех узлах равна нулю. Граничные условия можно охарактеризовать как постоянство влажности и температуры теплоносителя, а его перемещение напрямую ограниченно конструкцией сушильной камеры. Данная модель будет полезна специалистам, занимающимися проблемами расчетов и проектирования сушильного оборудования.

Ключевые слова: просо, зерно, сушка, аппарат, математическая модель, аэродинамический режим, тепло- и массобмен

The mathematical description of the process of drying the grain of millet in the device with active hydromechanical mode

Sergei T. Antipov [1] ast@vsuet.ru
Dmitrii A. Nesterov [1] nestor13_lord@mail.ru

[1] machinery and equipment for food production depart-ment, Voronezh state university of engineering technolo-gies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia

Summary. The basis for the creation of new designs dryers laid the mathematical description of the test process, taking into account the method of loading and handling of the product in the machine, how to supply coolant or other type of energy supply, the theoretical performance, and structural (geometric) component of the apparatus. To simulate the process of our work was considered of cylindrical dryers with active hydrodynamic regime and microwave energy supply, one feature of which is the loading of the product in a stream tangential coolant flow. The object of the study was chosen millet grain, because of the high biological value and high prevalence in the southern regions of the Russian Federation. On the basis of theoretical analysis, it was decided to divide the mathematical model into two conditional components: the study of heat and mass transfer study of aerodynamic component of the drying process. In this paper, we have been disclosed in detail is the second part of the process. The basis of this model were the equations of motion of millet grains by Newton's second law. The coolant in the framework of the proposed model is considered to be a continuous medium, highly compressible and has an internal viscosity, described by the Navier-Stokes equations. The initial conditions of the mathematical model were the following assumptions: the speed of the mechanical motion elements are equal to zero, the initial density of the air environment in all nodes is the equilibrium density of the air, the initial velocity of the air quality in all nodes is zero. The boundary conditions can be described as the constancy of the flow temperature and humidity, and its displacement is directly design constraints of the drying chamber. This model will be useful for professionals engaged in the problems of calculation and design of drying equipment.

Keywords: millet, grain dryers, machine, mathematical model, aerodynamic mode, heat and mass transfer

Введение

Изучение аэродинамики движения и тепло- и массообмена частиц при сушке зерновых культур является важной составляющей при определении как режимов процесса, так и непосредственно геометрии сушильных аппаратов. В качестве объекта исследования нами было выбрано зерно проса, в следствии широкого распространения данной культуры на территории стран Евразийского экономического союза. Данная культура обладает высокими биологическими и химическими свойствами, но имеет низкую стойкость при хранении, чем обуславливаются повышенные требования при технологической переработке. В следствии этого нами был предложен ряд сушильных установок с активным гидродинамическим режимом и закрученными потоками теплоносителя с применением различных способов энергоподвода к продукту [1–2]. Для определения оптимальной конструкции установок необходимо производить инженерные расчеты, которые не могут быть адекватно рассмотрены без составления математических моделей.

Процесс СВЧ-сушки зерна проса во взвешенно-закрученном слое является чрезвычайно сложным с точки зрения физическо-математического описания. В основу модели данного процесса закладываются две составляющие: движение двух различных сред (газообразная среда – теплоноситель и сыпучая среда – зерно проса), взаимодействующих друг с другом и с рабочими поверхностями сушильной камеры, и тепло- и массообменные процессы в зернах проса. В данной статье нами подробно рассмотрена первая составляющая данной проблемы.

Для цитирования
Антипов С. Т., Нестеров Д. А. Математическое описание процесса сушки зерна проса в аппарате с активным гидромеханическим режимом // Вестник ВГУИТ. 2016. № 3. С. 77–81. doi:10.20914/2310-1202-2016-3-77-81

For citation
Antipov S. T., Nesterov D. A. The mathematical description of the process of drying the grain of millet in the device with active hydromechanical mode. Vestnik VSUET [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 3. pp. 77–81. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-3-77-81

Во многих известных моделях аналогичных процессов сушки используют существенные упрощения (сферическая или цилиндрическая симметрия, сведение к процессам только в одном плоде) [3–7]. Однако, опираясь на возможности современной вычислительной техники, появляется возможность создать комплексную высокоадекватную модель процесса.

В настоящей работе поставлена задача определения основных уравнений, начальных и граничных условий математической модели процесса движения зерна проса во взвешенно-закрученном слое, обладающую высокой детализацией и высокой адекватностью, базирующейся на общепринятых методах моделирования и физико-математического описания, но использующей в полной мере вычислительные возможности современных компьютеров.

Для начала моделирования определяем количество одновременно находящихся в сушильной камере зерен проса, количество которых составляет порядка 10^4. Для моделирования механического поведения системы зерен проса, как сыпучей среды, используется метод динамики частиц, который в последние десятилетия широко используется в различных отраслях науки и техники. Метод заключается в решении уравнений движения множества отдельных сферически-симметричных частиц (зерен проса), которые испытывают силовое воздействие со стороны соседних частиц, потока теплоносителя, стенок сушильной камеры (рисунок 1).

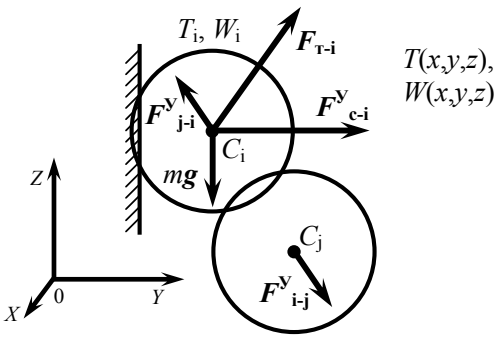


Рисунок 1. Силы, действующие на зерно проса в сушильной камере

Figure 1. The forces acting on the grain in a drying chamber millet

Уравнения движения зерен проса составляются на основе второго закона Ньютона:

$$\begin{cases} m_c \dfrac{d^2x_i}{dt^2} = k_m\left(v_{xm}\left(x_i,y_i,z_i\right)-v_{xi}\right)+\begin{cases} c_П\left(\dfrac{d_c}{2}-r_{i-П}\right)\dfrac{(x_i-x_{i-П})}{r_{i-П}}+k_П\left(r_{i-П}-\dfrac{d_c}{2}\right)v_{xi}, & r_{i-П}<\dfrac{d_c}{2};\\ 0, & r_{i-П}\ge\dfrac{d_c}{2};\end{cases}+ \\ +\sum\limits_{\substack{j=1\\ j\ne i}}^{N_c}\left(\begin{cases} c(d_c-r_{ij})\dfrac{(x_i-x_j)}{r_{ij}}+k_в(r_{ij}-d_c)(v_{xi}-v_{xj}), & r_{ij}<d_c;\\ 0, & r_{ij}\ge d_c;\end{cases}\right); \\ m_c \dfrac{d^2y_i}{dt^2} = k_m\left(v_{ym}\left(x_i,y_i,z_i\right)-v_{yi}\right)+\begin{cases} c_П\left(\dfrac{d_c}{2}-r_{i-П}\right)\dfrac{(y_i-y_{i-П})}{r_{i-П}}+k_П\left(r_{i-П}-\dfrac{d_c}{2}\right)v_{yi}, & r_{i-П}<\dfrac{d_c}{2};\\ 0, & r_{i-П}\ge\dfrac{d_c}{2};\end{cases}+ \\ +\sum\limits_{\substack{j=1\\ j\ne i}}^{N_c}\left(\begin{cases} c(d_c-r_{ij})\dfrac{(y_i-y_j)}{r_{ij}}+k_в(r_{ij}-d_c)(v_{yi}-v_{yj}), & r_{ij}<d_c;\\ 0, & r_{ij}\ge d_c;\end{cases}\right); \\ m_c \dfrac{d^2z_i}{dt^2} = k_m\left(v_{zm}\left(x_i,y_i,z_i\right)-v_{zi}\right)+\begin{cases} c_П\left(\dfrac{d_c}{2}-r_{i-П}\right)\dfrac{(z_i-z_{i-П})}{r_{i-П}}+k_П\left(r_{i-П}-\dfrac{d_c}{2}\right)v_{zi}, & r_{i-П}<\dfrac{d_c}{2};\\ 0, & r_{i-П}\ge\dfrac{d_c}{2};\end{cases}+ \\ +\sum\limits_{\substack{j=1\\ j\ne i}}^{N_c}\left(\begin{cases} c(d_c-r_{ij})\dfrac{(z_i-z_j)}{r_{ij}}+k_в(r_{ij}-d_c)(v_{zi}-v_{zj}), & r_{ij}<d_c;\\ 0, & r_{ij}\ge d_c;\end{cases}\right)-m_cg, \end{cases} \tag{1}$$

где i – номер зерна; $m_с$ и $d_с$ – масса и диаметр i-го зерна; x_i, y_i, z_i – декартовы координаты зерна; t – время; $k_т$ – коэффициент линейного вязкого трения при движении зерен в потоке теплоносителя; $v_{xт}$, $v_{yт}$, $v_{zт}$ – компоненты вектора скорости телпоносителя в месте нахождения i-го зерна; c и $k_в$ – коэффициенты жесткости и вязкости взаимодействия зерен с поверхностью сушильной камеры;

N_c – количество зерен; j – номер зерна, возможно контактирующего с i-м зерном; c и $k_в$ – коэффициенты жесткости и вязкости взаимодействия зерен между собой; $r_{i–П}$ – расстояние от центра i-го зерна до поверхности сушильной камеры; $x_{i–П}$, $y_{i–П}$, $z_{i–П}$ – декартовы координаты точки касания зерна поверхности сушильной камеры; r_{ij} – расстояние между центрами зерен i и j; v_{Xi}, v_{yi}, v_{zi} – декартовы составляющие скорости i-го зерна; g – ускорение свободного падения.

Расстояние r_{ij} между центрами семян рассчитывается на каждом шаге интегрирования через координаты центров по теореме Пифагора: $r_{ij} = \sqrt{\left(x_i - x_j\right)^2 + \left(y_i - y_j\right)^2}$.

Уравнения (1) представляют собой дифференциальные уравнения второго порядка и решаются в процессе моделирования численным методом – методом Рунге-Кутта второго порядка:

$$\begin{aligned}
x_i^{\tau+1} &= x_i^{\tau} + v_{xi}^{\tau} \cdot \Delta t + a_{xi}^{\tau} \cdot \left(\Delta t\right)^2 / 2; \\
v_{xi}^{\tau+1} &= v_{xi}^{\tau} + a_{xi}^{\tau} \cdot \Delta t; \\
y_i^{\tau+1} &= y_i^{\tau} + v_{yi}^{\tau} \cdot \Delta t + a_{yi}^{\tau} \cdot \left(\Delta t\right)^2 / 2; \\
v_{yi}^{\tau+1} &= v_{yi}^{\tau} + a_{yi}^{\tau} \cdot \Delta t; \\
z_i^{\tau+1} &= z_i^{\tau} + v_{zi}^{\tau} \cdot \Delta t + a_{zi}^{\tau} \cdot \left(\Delta t\right)^2 / 2; \\
v_{zi}^{\tau+1} &= v_{zi}^{\tau} + a_{zi}^{\tau} \cdot \Delta t,
\end{aligned} \qquad (2)$$

Теплоноситель в рамках предлагаемой модели считается сплошной средой, сильно сжимаемой, и обладающей внутренней вязкостью. В этом случае, базовыми уравнениями, описывающим механическое поведение среды, являются уравнения Навье-Стокса, которые в трехмерном случае можно записать следующим образом:

$$\begin{cases}
\dfrac{\partial v_x}{\partial t} = -v_x \dfrac{\partial v_x}{\partial x} - v_y \dfrac{\partial v_x}{\partial y} - v_z \dfrac{\partial v_x}{\partial z} + F_x - \dfrac{\alpha}{\rho}\dfrac{\partial \rho}{\partial x} + \\
+ \dfrac{\lambda}{\rho}\left(\dfrac{\partial^2 v_x}{\partial x^2} + \dfrac{\partial^2 v_y}{\partial x \partial y} + \dfrac{\partial^2 v_z}{\partial x \partial z}\right) + \mu\left(\dfrac{\partial^2 v_x}{\partial x^2} + \dfrac{\partial^2 v_x}{\partial y^2} + \dfrac{\partial^2 v_x}{\partial z^2}\right); \\
\dfrac{\partial v_y}{\partial t} = -v_x \dfrac{\partial v_y}{\partial x} - v_y \dfrac{\partial v_y}{\partial y} - v_z \dfrac{\partial v_y}{\partial z} + F_y - \dfrac{\alpha}{\rho}\dfrac{\partial \rho}{\partial y} + \\
+ \dfrac{\lambda}{\rho}\left(\dfrac{\partial^2 v_x}{\partial x \partial y} + \dfrac{\partial^2 v_y}{\partial y^2} + \dfrac{\partial^2 v_z}{\partial y \partial z}\right) + \mu\left(\dfrac{\partial^2 v_y}{\partial x^2} + \dfrac{\partial^2 v_y}{\partial y^2} + \dfrac{\partial^2 v_y}{\partial z^2}\right); \\
\dfrac{\partial v_z}{\partial t} = -v_x \dfrac{\partial v_z}{\partial x} - v_y \dfrac{\partial v_z}{\partial y} - v_z \dfrac{\partial v_z}{\partial z} + F_z - \dfrac{\alpha}{\rho}\dfrac{\partial \rho}{\partial z} + \\
+ \dfrac{\lambda}{\rho}\left(\dfrac{\partial^2 v_x}{\partial x \partial z} + \dfrac{\partial^2 v_y}{\partial y \partial z} + \dfrac{\partial^2 v_z}{\partial z^2}\right) + \mu\left(\dfrac{\partial^2 v_z}{\partial x^2} + \dfrac{\partial^2 v_z}{\partial y^2} + \dfrac{\partial^2 v_z}{\partial z^2}\right); \\
\dfrac{\partial \rho}{\partial t} = -\rho\left(\dfrac{\partial v_x}{\partial x} + \dfrac{\partial v_y}{\partial y} + \dfrac{\partial v_z}{\partial z}\right) - v_x \dfrac{\partial \rho}{\partial x} - v_y \dfrac{\partial \rho}{\partial y} - v_z \dfrac{\partial \rho}{\partial z},
\end{cases} \qquad (3)$$

где i – номер семени проса, τ и τ+1 – индексы текущего и следующего временного шага; Δt – шаг интегрирования по времени; (x_i, y_i, z_i), (v_{Xi}, v_{yi}, v_{zi}) и (a_{xi}, a_{yi}, a_{zi}) – положение, скорость, ускорение семени. v_X, v_y, v_z – компоненты вектора скорости среды в выбранной точке; t – время; F_x, F_y, F_z – компоненты вектора массовой плотности объемных сил, действующих на сплошную среду (сила в расчете на единицу массы); α – коэффициент пропорциональности плотности теплоносителя и давления (в приближении о линейной их связи); ρ – плотность теплоносителя в выбранной точке; λ – коэффициент сжимаемости среды; μ – коэффициент внутреннего трения.

Уравнения Навье-Стокса для сложных случаев не имеют аналитического решения, поэтому сразу будем ориентироваться на численное их решение с использованием метода дискретизации пространства и конечно-разностных схем [6]. Задачу будем решать в трехмерном пространстве *XYZ*. Для численного решения уравнений Навье-Стокса область моделирования, охватывающую сушильную камеру дискретизируем кубической сеткой. Область моделирования содержит 20 x 20 x 20 ячеек с размером ячейки d (рисунок 2).

В процессе численного решения уравнений Навье-Стокса на квадратной сетке необходимо для каждого узла (i, j, k) вычислять первые и вторые частные производные по каждой из координат x, y, z. Для расчета производных необходимо использовать значения функций $v_X(i, j, k)$, $v_y(i, j, k)$, $v_z(i, j, k)$ и $\rho(i, j, k)$ в шестнадцати узлах, окружающих узел (i, j, k) (рисунок 3).

Не расписывая всю систему (1) в конечно-разностной форме, покажем на отдельных примерах, как вычисляются первые и вторые производные:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} \approx \frac{\rho^{\tau+1} - \rho^{\tau}}{\Delta t}; \qquad (4)$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial x} \approx \frac{\rho_{i+1,j,k} - \rho_{i-1,j,k}}{2d}; \qquad (5)$$

$$\frac{\partial^2 v_x}{\partial x^2} \approx \frac{v_{x,i+1,j,k} + 2v_{x,i,j,k} - v_{x,i-1,j,k}}{d^2}; \qquad (6)$$

$$\frac{\partial^2 v_x}{\partial x \partial y} \approx \frac{v_{x,i+1,j+1,k} - v_{x,i+1,j-1,k} - v_{x,i-1,j+1,k} + v_{x,i-1,j-1,k}}{4d^2}, \qquad (7)$$

где знак ≈ означает замену производной в уравнениях Навье-Стокса численной оценкой производной; τ и τ+1 – текущий и последующий шаги интегрирования по времени; Δt – величина шага интегрирования по времени; d – размер ячейки сетки дискретизации пространства.

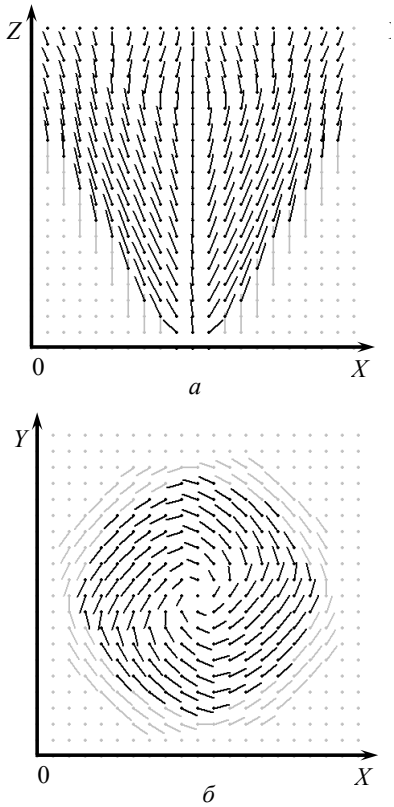


Рисунок 2. Поля скоростей движения теплоносителя в сушильной камере в вертикальном осевом срезе (а) и в поперечном срезе на середине высоты камеры (б). Черными точками представлена внутренняя область сушильной камеры, серыми точками – область вне сушильной камеры

Figure 2. Movement velocity field of the coolant in the drying chamber in a vertical axial cut (a) and in cross-section in the middle chamber height (b). Black dots shown the inner region of the drying chamber, gray dots – the area outside of the drying chamber

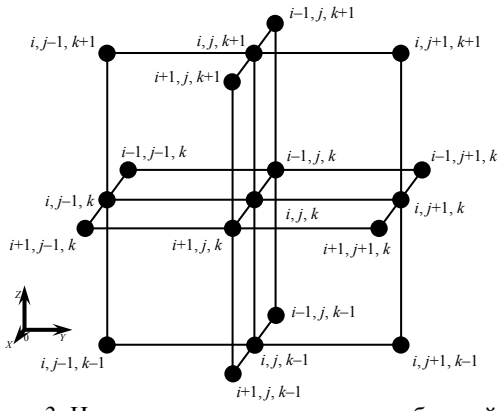


Рисунок 3. Индексация узлов, окружающих базовый узел (i, j, k), используемых для численного определения первых и вторых производных при сеточном решении уравнений Навье-Стокса

Figure 3. Indexing nodes surrounding the base node (i, j, k), used for the numerical determination of the first and second derivatives at the grid solution of the Navier-Stokes equations

Для определения начальных условий принимаем следующие допущения. В начальный момент времени семена проса располагаются в нижней части сушильной камеры, на удерживающей сетке ($z^0_i = 0$). Координаты x^0_i и y^0_i задаются случайным образом (с помощью генератора случайных чисел) в пределах круговой области удерживающей сетки. Начальные скорости механического движения элементов равны нулю:

$$v^0_{xi} = v^0_{yi} = v^0_{zi} = 0 . \quad (8)$$

Начальная плотность воздушной среды во всех узлах равна равновесной плотности воздуха:

$$\rho^0_{i,j,k} = \rho_0 . \quad (9)$$

Начальная скорость движения воздушной среды во всех узлах равна нулю:

$$v^0_{x,i,j,k} = v^0_{y,i,j,k} = v^0_{z,i,j,k} = 0 . \quad (10)$$

Граничные условия:

— Механическое движение семян проса ограничено рабочими поверхностями сушильной камеры. Если в процессе движения семена внедряются в рабочую поверхность, в модели возникает возвращающая сила, пропорциональная величине внедрения, и под ее действием семена возвращаются внутрь сушильной камеры.

— При решении задач тепло- и влагопереноса граничными условиями считаются условия взаимодействия семян и окружающего их теплоносителя. В модели считается, что теплоноситель имеет постоянные в пространстве и во времени значения температуры TT и влажности WT.

— Для уравнений движения сплошной среды граничные условия задаются в узлах, расположенных на границе сушильной камеры и теплоносителя.

Для определения этих узлов среди 20 x 20 x 20 узлов модельного пространства используются следующие неравенства:

$$\begin{cases} \left| \sqrt{x^2_{i,j,k} + y^2_{i,j,k}} - \left(R_1 + (R_2 - R_1)\frac{z_{i,j,k}}{z_1} \right) \right| < d, \forall z_{i,j,k} < z_1; \\ \left| \sqrt{x^2_{i,j,k} + y^2_{i,j,k}} - R_2 \right| < d, \ при\ z_1 < z_{i,j,k} < z_2; \\ \left| z_{i,j,k} - z_2 \right| < d, \ при\ z_{i,j,k} > z_2, \end{cases} \quad (11)$$

где $x_{i,j,k}$, $y_{i,j,k}$, $z_{i,j,k}$ – координаты узла пространства (i, j, k); R_1 и R_2 – радиусы горловины и основной части сушильной камеры; z_1 – высота перехода конической части сушильной камеры в цилиндрическую; z_2 – высота сушильной камеры; d – размер ячейки пространства. В граничных узлах плотность среды считается равновесной $\rho_{i,j,k} = \rho_0$, а скорость среды равна проекции на касательную плоскость к рабочей поверхности в данном граничном узле усредненного вектора скорости в соседних узлах (из внутренней области сушильной камеры).

Принимаем следующие допущения:

— в пределах одного семени проса вещество считается сплошной средой;

— теплоноситель является сплошной средой и подчиняется уравнениям Навье-Стокса;

— механическое взаимодействие между семенами проса и с поверхностями сушильной камеры носит линейный вязкоупругий характер;

— семена проса движутся по законам классической динамики, механически взаимодействуя между собой и с рабочими поверхностями сушильной камеры;

— тепло- и влагоперенос между семенами проса и теплоносителем описывается соответствующими уравнениями в общепринятой форме;

— температура и влажность теплоносителя постоянны в пространстве и во времени;

— выполняется линейная связь между плотностью и давлением теплоносителя в локальном объеме.

Заключение

Предлагаемая математическая модель при помощи уравнений (1)–(3) позволяет производить расчеты аэродинамической составляющей процесса сушки зерна проса в аппаратах со взвешенно-закрученным слоем.

ЛИТЕРАТУРА

1 Антипов С.Т., Журавлев А.В., Казарцев Д.А., Бородкина А.В. и др. Комбинированные аппараты с закрученным потоком теплоносителя для сушки дисперсных материалов // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2014. № 2. С. 52–59.

2 Марухин А.С., Журавлев А.В., Нестеров Д.А. Анализ физико-химических параметров проса // Инновационное развитие современной науки. Сборник статей Международной научно-практической конференции, г. Уфа, 2014. С. 105–107.

3 Миронов М.А. Математическое моделирование процесса сушки движущегося слоя зерна в режиме инвертирования: дис. … канд. тех. наук. Краснодар: Кубанский государственный технологический университет, 2010. 164 с.

4 Афанасьев А.М. Математическое моделирование процессов тепло- и массопереноса при сушке электромагнитным излучением: дис. … док. тех. наук. Волгоград: Южно-Российский государственный технический университет, 2010. 300 с.

5 Остриков А.Н., Шевцов С.А. Математическое моделирование процесса сушки пищевого растительного сырья перегретым паром // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2013. № 1 (331). С. 83–87.

6 Васенин И.М., Крайнов А.Ю., Исайченков А.Б. Математическое моделирование сушки угольных частиц в потоке газа // Компьютерные исследования и моделирование. 2012. Т. 4. № 2. С. 357–367.

7 Северинов О.В., Галов А.С., Васильев А.Н. Моделирование управления активным вентилированием зерна // Инновации в сельском хозяйстве. 2014. № 2 (7). С. 59–64.

REFERENCES

1 Antipov S.T., Zhuravlev A.V., Kazartsev D.A., Borodkina A.V. et al. Combined devices with twisted coolant flow drying dispersed materials. *Tekhnologii pishchevoi i pererabatyvayushchei promyshlennosti* [Technology of food processing industry AIC – healthy food] 2014, no. 2, pp. 52–59. (in Russian)

2 Marukhin A.S., Zhuravlev A.V., Nesterov D.A. An analysis of physical-chemical parameters of millet. Innovatsionnoe razvitie sovremennoi nauki [Innovative development of modern science. Collection of articles of the International scientific and practical conference] 2014, pp. 105–107. (in Russian)

3 Mironov M.A. Matematicheskoe modelirivanie protsessa sushki dvizhushchegosya sloya zerna v rezhime invertirovaniya [Mathematical modeling of drying grain moving bed mode inversion. Dis. cand. tech. science] Krasnodar, Kuban State Technological University, 2010. 164 p. (in Russian)

4 Afanasiev A.M. Matematicheskoe modelirovanie protsessov teplo- i massoperenosa pri sushke elektromagnitnym izlucheniem [Mathematical modeling of heat and mass transfer in drying electromagnetic radiation. Dis. doc. thech. science] Volgograd, South-Russian State Technical University, 2010. 300 p. (in Russian)

5 Ostrikov A.N., Shevtsov S.A. Mathematical modeling of drying edible feedstock with superheated steam. *Izvestiya vuzov. Pishchevaya tekhnologiya* [News of higher educational institutions. Food technology] 2013, no. 1 (331), pp. 83–87. (in Russian)

6 Vasenin I.M., Kraynov A.Yu., Isaychenko A.B. Mathematical modeling of drying coal particles in the gas stream. Komp'yuternye *issledovaniya i modelirovanie* [Computer Research and Modeling] 2012, vol. 4, no. 2, pp. 357–367. (in Russian)

7 Severinov O.V., Galov A.S., Vasiliev A.N. Management Simulation active ventilation of grain. *Innovatsii v sel'skom khozyaistve* [Innovations in agriculture] 2014, no. 2 (7), pp. 59–64. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

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

Дмитрий А. Нестеров аспирант, кафедра машин и аппаратов пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, nestor13_lord@mail.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Sergei T. Antipov doctor of technical sciences, professor, machinery and equipment for food production department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia, ast@vsuet.ru

Dmitrii A. Nesterov graduate student, machinery and equipment for food production department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia, nestor13_lord@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Сергей Т. Антипов консультация в ходе исследования
Дмитрий А. Нестеров написал рукопись, несёт ответственность за плагиат

CONTRIBUTION

Sergei T. Antipov consultation during the study
Dmitrii A. Nesterov wrote manuscript, is responsible for plagiarism

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

ПОСТУПИЛА 01.08.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 22.08.2016

RECEIVED 8.1.2016

ACCEPTED 8.22.2016

Информационные технологии, моделирование и управление

Оригинальная статья/Original article

УДК 004.942

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-82-87

Моделирование гидродинамики потоков в половолоконном мембранном биореакторе для культивирования клеток млекопитающих

Наталья В. Меньшутина, [1] chemcom@muctr.ru
Руслан Р. Сафаров, [2] safarov@actremed.ru
Екатерина С. Воробьёва, [1] emulsja@rambler.ru
Елена В. Гусева [1] eguseva@rally-online.ru

[1] кафедра кибернетики химико-технологических процессов, Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева, Миусская пл., 9, г. Москва, Россия

[2] ООО «Клеточные Системы», ул Ферсмана, 5А, г. Москва, Россия

Реферат. Математическое моделирование в программных пакетах CFD является мощным элементом проектирования и расчёта задач любой сферы инженерной деятельности. CFD-пакет содержит в себе комплекс программ, которые позволяют на основе математических законов моделировать объекты различных областей науки. Для биотехнологических процессов, как и для других химико-технологических процессов, используется программа ANSYS Fluent, которая приспособлена для описания гидродинамики подобных систем. Поскольку одной из актуальных тем современной биотехнологии является культивирование клеток, то с помощью данного программного пакета была создана модель половолоконного мембранного биореактора. Изучаемые волокна представляют собой полые цилиндрические мембраны, предназначенные для культивирования клеток. Показателем эффективности процесса роста клеток в рассматриваемом биореакторе является увеличение численности клеток, а именно полное заполнение ими внешнего пространства мембранных волокон биореактора. С ростом клеток уменьшается проницаемость волокна, что влияет на проникновение питательной среды сквозь поры мембраны. Особенность процесса состоит в необходимости подачи такого количества жидкости, чтобы организовать доставку оптимального количества питательной среды клеткам, расположенным по всей поверхности мембраны. Для этого при различных объёмных расходах рассчитано скоростное распределение потока питания внутри мембранного волокна и в целом биореакторе с учётом законов сохранения массы и импульса, а также допущений при составлении математической модели. В работе описан анализ гидродинамики в половолоконном мембранном биореакторе с помощью созданной трёхмерной математической модели в программном комплексе ANSYS Fluent. Рассмотрены особенности построения модели для одной мембраны, а также отражены результаты моделирования гидродинамики потоков в объёме биореактора.

Ключевые слова: культивирование, моделирование, мембрана, биореактор, гидродинамика

Modeling of hydrodynamics in hollow fiber membrane bioreactor for mammalian cells cultivation

Natalia V. Menshutina, [1] chemcom@muctr.ru
Ruslan R. Safarov, [2] safarov@actremed.ru
Ekaterina S. Vorobeva, [1] emulsja@rambler.ru
Elena V. Guseva [1] eguseva@rally-online.ru

[1] department of cybernetics of chemical-technological processes, D.I. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Miusskaya Sq., 9, Moscow, 125047, Russia

[2] Ltd. “Cell systems”, Fersmana Str., 5A, Moscow, Russia

Summary. The mathematical modelling in CFD-packages are powerfull instrument for design and calculation of any engineering tasks. CFD-package contains the set of programs that allow to model the different objects behavior based on the mathematical lows. ANSYS Fluent are widely used for modelling of biotechnological and chemical-technological processes. This package is convenient to describe their hydrodynamics. As cell cultivation is one of the actual scientific direction in modern biotechnology ANSYS Fluent was used to create the model of hollow fiber membrane bioreactor. The fibers are hollow cylindrical membrane to be used for cell cultivation. The criterion of process effectiveness for cell growth is full filling of the membrane surface by cells in the bioreactor. While the cell growth the fiber permeability is decreased which effects to feed flow through membrane pores. The specific feature of this process is to ensure such feed flow to deliver the optimal nutrition for the cells on the external membrane surface. The velocity distribution inside the fiber and in all bioreactor as a whole has been calculated based on mass an impulse conservation equations taking into account the mathematical model assumptions. The hydrodynamics analysis in hollow fiber membrane bioreactor is described by the three-dimensional model created in ANSYS Fluent. The specific features of one membrane model are considered and for whole bioreactor too.

Keywords: cultivation, modeling, membrane, bioreactor, hydrodynamics

Для цитирования

Меньшутина Н. В., Сафаров Р. Р., Воробьёва Е. С., Гусева Е. В. Моделирование гидродинамики потоков в половолоконном мембранном биореакторе для культивирования клеток млекопитающих // Вестник ВГУИТ. 2016. № 3. С. 82-87. doi:10.20914/2310-1202-2016-3-82-87

For citation

Menshutina N. V., Safarov R.R., Vorobeva E.S., Guseva E. V. Modeling of hydrodynamics in hollow fiber membrane bioreactor for mammalian cells cultivation. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 3. pp. 82-97. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-3-82-87

Введение

Культивирование клеток млекопитающих является одной из актуальных тем современной науки. Развитие экологии, медицины, пищевой и сельскохозяйственной промышленности требует постоянного усовершенствования знаний в этой сфере. Организация процесса жизнедеятельности клеток на протяжении многих лет является предметом исследований, результаты которых отражены в научной литературе [1–3]. Действенным инструментом научного исследования биотехнологических систем стало математическое моделирование.

В настоящее время для моделирования биотехнологических процессов используют программные пакеты CFD («Computational fluid dynamics» – вычислительная гидродинамика) [4–6]. CFD-пакет содержит в себе комплекс программ, подходящих для проектирования, расчётов и анализа задач любой сферы инженерной деятельности. Непосредственно для биотехнологических процессов, как и для других химико-технологических процессов, используется программа ANSYS Fluent, которая приспособлена для описания поведения подобных систем. С помощью данного программного пакета рассчитывают: гидродинамику процессов в биореакторах [4], оптимальную форму подложки для различных клеточных культур [5], напряжение сдвига [6], а также конструкционные параметры процесса культивирования [7–10].

Материалы и методы

1.1 Описание работы половолоконного мембранного биореактора

Одним из распространённых аппаратов для культивирования клеток млекопитающих является половолоконный мембранный биореактор (рисунок 1). Конструкционной особенностью данного биореактора является наличие в пластиковом корпусе пучка полых волокон. Каждое волокно является цилиндрической микрофильтрационной мембраной, которая представляет собой подложку для клеточных культур и является объектом настоящего исследования.

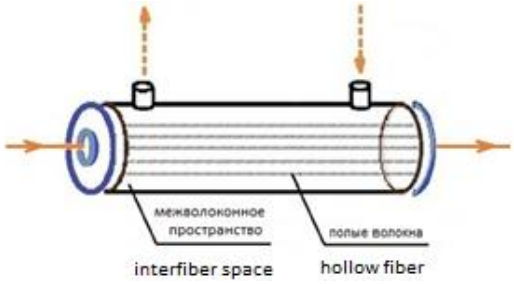


Рисунок 1. Схема половолоконного мембранного биореактора

Figure 1. The scheme of a hollow fiber bioreactor

Половолоконные мембранные биореакторы имеют ряд технологических достоинств, которые обеспечивают преимущество аппаратов данного типа. К таким достоинствам относятся: высокое отношение полезной поверхности к объёму, высокая плотность клеток, высокая объёмная производительность, низкий стресс клеток. Через боковые патрубки в межволоконное пространство биореактора помещаются клетки. Условием применения биореактора для конкретной клеточной линии является адгезивный рост клеток, а именно монослойное заполнение поверхности подложки, в результате которого слой клеток на поверхности волокна равен толщине одной клетки.

Подача питательной среды в волокна мембранного биореактора осуществляется с помощью перистальтических насосов. Проникая через поры мембранного волокна, часть питательной среды попадает непосредственно к клеткам. При допущении равномерного распределения клеток по поверхности волокна процесс деления и заполнения клетками поверхности волокна схематично изображён на рисунке 2. Смешиваясь со средой в межволоконном пространстве и продуктами метаболизма клеток, часть питательного раствора удаляется из объёма биореактора через боковые патрубки. Для своевременного отвода метаболитов организован поток среды в межволоконном пространстве.

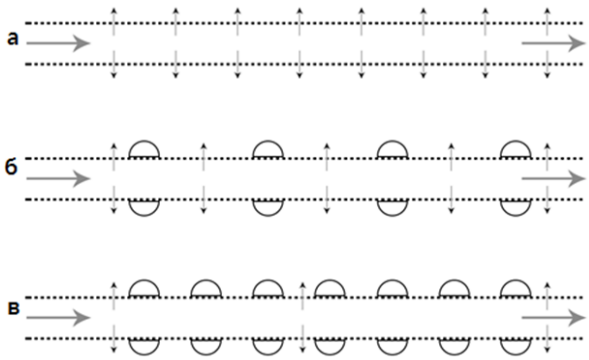


Рисунок 2. Схематичное изображение распределения потоков через поры половолоконной мембраны при различном количестве клеток: а – клетки отсутствуют, проницаемость максимальна; б – заполнение клетками поверхности мембраны, снижение проницаемости; в-полное заполнение клетками поверхности мембраны, проницаемость минимальна

Figure 2. Schematic representation of the flows distribution through the pores of the hollow fiber membrane for different numbers of cells: a – without cells, the permeability is maximal; б – filling of membrane surface by cells, reducing of the permeability; в – complete filling the membrane surface by cells, the permeability is minimal

В качестве критерия окончания процесса культивирования принимается факт полного заполнения поверхностей всех волокон клетками

1.2 Моделирование гидродинамики потоков внутри одного волокна

Волокно мембранного биореактора представляет собой полую цилиндрическую мембрану (рисунок 3), проницаемость которой зависит от количества клеток, находящихся на внешней стороне волокна. Для реализации решения было необходимо создать две геометрические области потока, поверхность между которыми представляет собой тонкую мембрану. Для данной задачи такими областями являются два цилиндра – внутренний и внешний, представляющие собой соответственно поток во внутриволоконном пространстве и поток пермеата – небольшого объёма среды, проникающего сквозь мембрану из внутриволоконного пространства в межволоконное (рисунок 3).



Рисунок 3. Проектирование геометрии половолоконной мембраны: а – профильный вид; б – фронтальный вид

Figure 3. The design of the hollow fiber membrane geometry: a – profile view; б – frontal view

При математическом моделировании пространства внутри волокна были использованы следующие допущения:

- жидкость вязкая и несжимаемая;
- вязкость жидкости постоянна;
- поры мембраны расположены перпендикулярно поверхности волокна, имеют цилиндрическую форму, размеры пор одинаковы;
- поры распределены равномерно по поверхности волокна;
- проницаемость мембраны зависит только от количества пор, свободных от клеток;
- клетки заполняют поверхность мембраны равномерно;
- поток питательной среды обеспечивает клетки питательными веществами с избытком;
- отсутствует концентрационная поляризация;
- волокна параллельны друг другу;
- клетки имеют форму полусферы;
- линейные размеры всех клеток одинаковы.

В качестве основных уравнений модели непрерывной фазы выступают уравнение неразрывности (закон сохранения массы) и закон сохранения импульса. Дополнительным соотношением, учитывающим переток питательной среды через мембрану, является уравнение Хагена-Пуазейля:

$$Q = \frac{\varepsilon \cdot r_{пор}^2}{8 \cdot \eta \cdot \tau} \cdot \frac{\Delta P}{\Delta L} \qquad (1)$$

где ΔP – перепад давления на мембране; ΔL – толщина мембраны; Q – объёмный поток через мембрану при движущей силе $\Delta P/\Delta L$; ε – пористость мембраны; $r_{поры}$ – радиус поры; τ – извилистость пор; для прямых цилиндрических пор $\tau = 1$; η – кинематическая вязкость, $\eta = \mu / \rho$; μ – динамическая вязкость; ρ – плотность жидкости.

1.3 Полученные результаты и их обсуждение

1.3.1 Анализ распределения скорости потока внутри одного волокна

Были рассчитаны случаи минимального и максимального расхода питательной среды. Для случая минимального расхода распределение векторов скоростей вдоль осевого сечения половолоконной мембраны показано на рисунке 4. С увеличением численности клеток увеличивается их потребность в питательной среде, поэтому растёт значение объёмного расхода пермеата, достаточного для обеспечения жизнедеятельности клеток, а также растёт сопротивление, оказываемое клеточным слоем на поток через мембрану. В связи с чем необходимо увеличивать объёмный расход питательной среды, который требуется подать на вход в биореактор.

Результаты расчётов отражены на рисунках 4–6. Анализируя скоростное распределение потока, необходимо отметить перепад скорости по длине волокна (рисунок 4 а, б).

Перепад наблюдается вследствие высокой проницаемости волокна в начальный момент времени. Питательная среда свободно проникает через максимальное количество пор, поскольку в начальный момент времени количество клеток на поверхности волокна минимально, клетки не закрывают поры, и, следовательно, слой клеток не оказывает сопротивление потоку среды через поры. В связи с этим, большое количество потока питательной среды проникает сквозь поры, не достигая середины длины волокна, поэтому скорость потока питательной среды внутри мембраны различается в несколько раз.

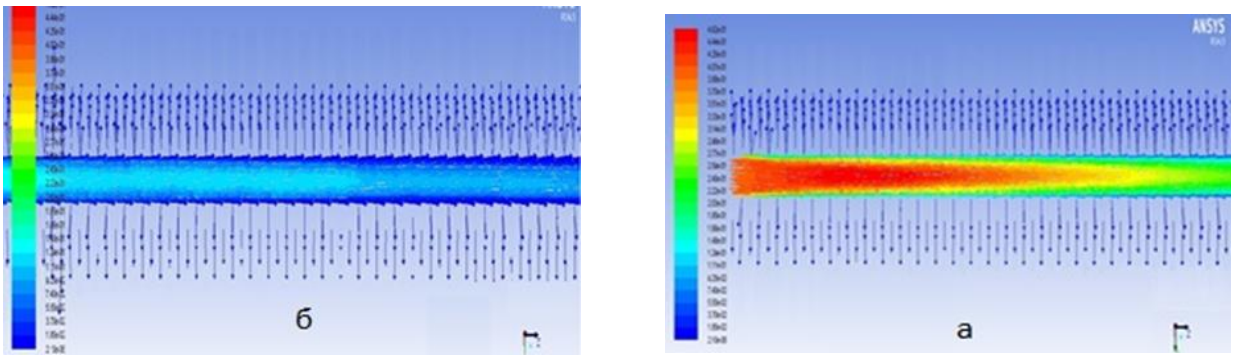


Рисунок 4. Распределение скорости потока питательной среды по длине мембранного волокна при максимальной проницаемости (течение среды слева направо): а – на входе в волокно, б – на выходе из волокна (направление основного потока – слева направо)

Figure 4. The velocity distribution of the nutrient medium flows along the length of the fiber membrane with a maximum permeability (the moving of medium is from left to right): a – at the entrance of the fiber, b – at the exit of the fiber

В результате анализа распределения скоростей установлено, что при минимальном и максимальном количестве клеток по всей длине половолоконной мембраны обеспечивается подача питательной среды к клеткам через мембрану.

Для анализа процесса с точки зрения обеспечения достаточной движущей силы течения жидкости через мембрану было рассчитано распределение давления около мембранного волокна (рисунок 5). Внутри мембраны создается область с наиболее высоким значением давления (2 атм), возле внешней поверхности находится область разряжения (1 атм).

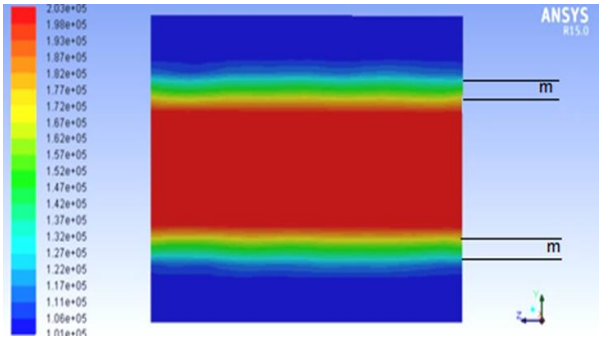


Рисунок 5. Распределение давления по продольному сечению половолоконной мембраны: m – толщина мембраны

Figure 5. The pressure distribution in the longitudinal cross-section of the hollow fiber membrane: m – thickness of membrane

Перепад давления, отражённый на рисунке 5, находится в пределах допустимых значений для случая использования микрофильтрационных мембран, а также позволяет обеспечить необходимую движущую силу для создания перетока питательной среды через мембрану.

1.3.2 Анализ распределения скорости потока внутри биореактора

Для моделирования движения потоков в объёме биореактора была создана трёхмерная модель (рисунок 6), учитывающая переток среды из внутриволоконного пространства биореактора в межволоконное пространство для каждой из 20-ти мембран.

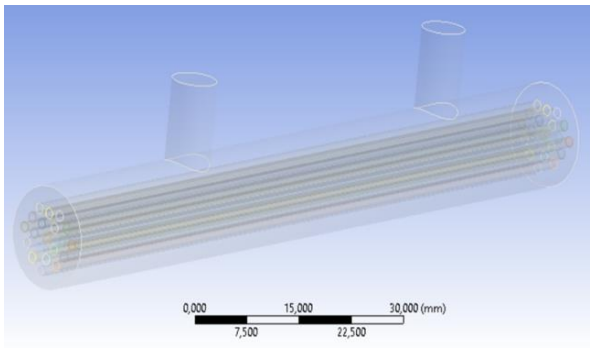


Рисунок 6. Геометрия созданной электронной модели половолоконного биореактора

Figure 6. The geometry of the created electronic model of the hollow fiber bioreactor

В связи с конструкционными особенностями проектируемого половолоконного биореактора возможны два способа подачи питательной среды в межволоконное пространство относительно основного потока внутри волокон: прямоточный и противоточный. Расчёт распределения скорости питательной среды был произведён для обоих способов организации процесса.

В случае противоточного способа подачи среды входными являются патрубки, отмеченные на рисунке 7 цифрами 1 и 3, патрубки выхода питательной среды из биореактора отмечены цифрами 2 и 4. Движение потоков также отражено на рисунке 7: красным цветом обозначено

движение потока во внутриволоконном пространстве, синим цветом – в межволоконном пространстве. В результате расчёта данного способа подачи питательной среды получено скоростное распределение движения потоков в межволоконном пространстве (рисунок 8).

Из рисунка 8 видно, что большая часть потока питательной среды выходит из межволоконного пространства через патрубок 2 и не достигает середины биореактора, поэтому можно сделать вывод о нецелесообразности ведения процесса данным способом с точки зрения отвода продуктов метаболизма. Кроме того, неравномерное скоростное распределение по длине биореактора ведёт к возможным образованиям стрессовых условий для культивируемых клеток, что неблагоприятно влияет уже на саму клеточную культуру и может привести к отрыву клеток от мембранной подложки.

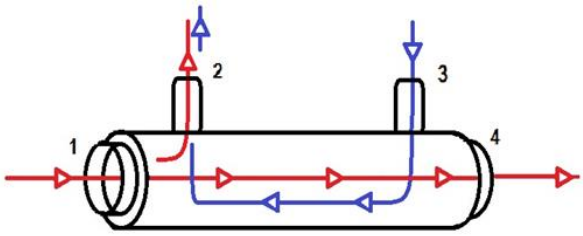


Рисунок 7. Схема движения потоков в половолоконном биореакторе в случае противотока: красный – движение среды во внутриволоконном пространстве, синий – движение среды в межволоконном пространстве

Figure 7. Diagram of flows in a hollow fiber bioreactor in the case of counter-current: red – the medium motion in the space inside of the membrane; blue – the medium motion in the space between the membranes

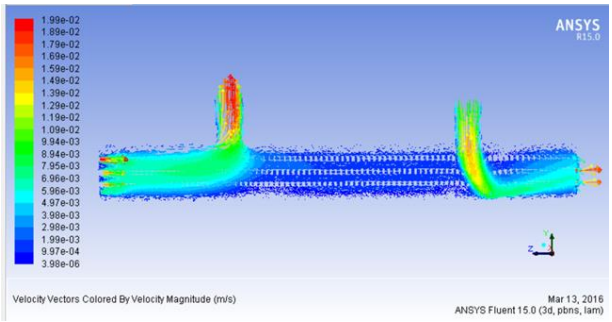


Рисунок 8. Распределение скоростей потоков в межволоконном пространстве биореактора на последнем этапе культивирования при противоточном движении потоков

Figure 8. The velocity distribution of flows in in the space between the membranes of the bioreactor at the last stage of cultivation, the counter movement of flows

В случае прямоточного движения потоков входными являются соседние патрубки, обозначенные на рисунке 9 цифрами 1 и 2. Анализируя рассчитанное скоростное распределение для данного способа подачи потоков среды (рисунок 10), можно сделать вывод о более равномерном распределении среды по длине биореактора (зеленый цвет) по сравнению с противоточным способом (рисунок 8).

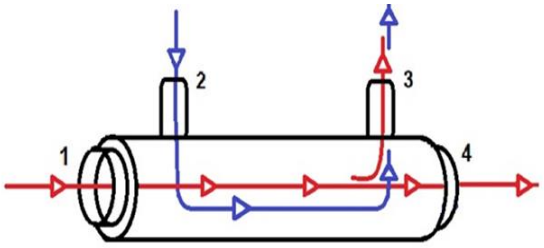


Рисунок 9. Схема движения потоков в половолоконном биореакторе в случае прямотока: красный – движение среды во внутриволоконном пространстве, синий – движение среды в межволоконном пространстве

Figure 9. The scheme of flows motions in a hollow fiber bioreactor in the case of direct-flow: red – the medium motion in the space inside of the membrane; blue – the medium motion in the space between the membranes

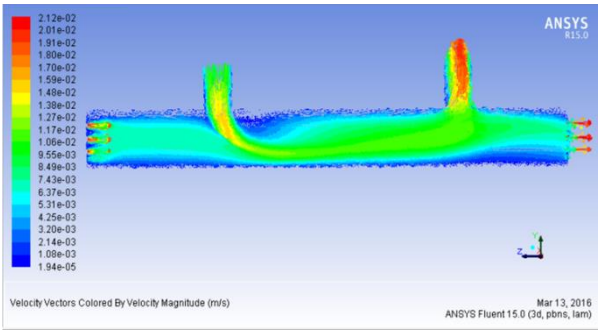


Рисунок 10. Распределение скоростей потоков в межволоконном пространстве биореактора на последнем этапе культивирования при прямоточном движении потоков

Figure 10. The velocity distribution of flows in in the space between the membranes of the bioreactor at the last stage of cultivation, in the case of direct-flow

При данном способе организации процесса вероятность поддержания оптимальных условий для жизнедеятельности клеток является наиболее высокой, чем в случае противотока.

Заключение

Таким образом, с помощью программного пакета ANSYS Fluent проведено исследование гидродинамики половолоконного мембранного биореактора. Создана трехмерная электронная модель, позволяющая проанализировать движение потоков как через мембрану, так и по объему биореактора, а также рассчитать перепад давления и скорости по длине мембранного волокна, благодаря которым оценивается расход питательной среды, поступающей к клеткам.

REFERENCES

1 Freshney R.I. Animal cell culture: a practical approach. Oxford, IRL press, 1986, 235 p.

2 Crommelin D.J.A., Sindelar R.D., Meibohm B. Pharmaceutical Biotechnology. Fundamentals and Applications. Springer Science & Business Media, 2013, 544 p.

3 Pattnaik P., Adams G. Expediting Clinical Batch Production of Viral-Vectored Vaccines and Gene Therapy Products. BioProcessing Journal, 2013, vol. 12, no. 3. pp. 41–45.

4 Delafosse A., Collignon M. – L., Calvo S. CFD-based compartment model for description of mixing in bioreactors. Chemical EngineeringScience. 2014, vol. 106, pp. 76–85.

5 Patrachari A.R., Podichetty J.T., Madihally S.V. Application of computational fluid dynamics in tissue engineering. Journal of Bioscience and bioengineering. 2012, vol. 114, no. 2, pp.123–132.

6 Pearson N.C., Waters S., Oliver M.J., Shipley R.J. Multiphase modeling of the effect of fluid shear stress on cell yield and distribution in a hollow fiber membrane bioreactor. Springer, 2014, 16 p.

7 Liew E.W.-T., Nandong J., Samyudia Y. Multi-scale models for the optimization of batch bioreactors. Chemical Engineering Science. 2013, vol. 95, pp. 257–266.

8 Sharma C., Malhotra D., Rathore A.S. Review of computational fluid dynamics applications in biotechnology process. Biotechnology programs. 2011, vol. 27, no. 6, pp. 1497–1510.

9 Chapman A.C., Shipley R.J., Whiteley J.P. Optimizing cell aggregate expansion in a perfused hollow fibre bioreactor via mathematical modeling. Plos one. 2014, vol. 9, 14 p.

10 Meier K., Carstensen F., Scheeren C. In situ product recovery of single-chain antibodies in a membrane bioreactor. Biotechnol Bioeng. 2014, vol. 111, pp. 1566–1576.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Наталья В. Меньшутина. д. т. н., профессор, кафедра кибернетики химико-технологических процессов, Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева, chemcom@muctr.ru

Руслан Р. Сафаров соискатель, кафедра кибернетики химико-технологических процессов, Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева; начальник отдела административных процедур ООО «Клеточные Системы», safarov@actremed.ru

Екатерина С. Воробьёва аспирант, кафедра кибернетики химико-технологических процессов, Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева, emulsja@rambler.ru

Елена В. Гусева к. т. н., доцент, кафедра кибернетики химико-технологических процессов, Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева, eguseva@rally-online.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Наталья В. Меньшутина постановка задачи, консультация в ходе исследования, обсуждение результатов

Руслан Р. Сафаров проведение вычислительного эксперимента

Екатерина С. Воробьёва создание программного продукта, написала рукопись

Елена В. Гусева обзор литературных источников по исследуемой проблеме, корректировал рукопись до подачи в редакцию и несет ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 01.08.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 23.08.2016

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Natalia V. Menshutina doctor of technical sciences, full professor, department of cybernetic of chemical engineering processes, Mendeleev university of chemical technology of russia, chemcom@muctr.ru

Ruslan R. Safarov Applicant, Department of Cybernetic of Chemical Technology Processes, Mendeleev University of Chemical Technology of Russia; Head of Administrative Procedures Department,safarov@actremed.ru

Ekaterina S. Vorobyeva graduate student, department of cybernetic of chemical technology processes, Mendeleev university of chemical technology of russia, e-mail: emulsja@rambler.ru

Elena V. Guseva doctor of technical sciences, associate professor, department of cybernetic of chemical engineering processes, Mendeleev university of chemical technology of russia, eguseva@rally-online.ru

CONTRIBUTION

Natalia V. Menshutina problem definition, consultation during the study, result discussion

Ruslan R. Safarov carrying out the calculation experiment

Ekaterina S. Vorobeva creation of the program, wrote the manuscript

Elena V. Guseva review of the literature on an investigated problem, correct manuscript before filing in editing and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 8.1.2016

ACCEPTED 8.23.2016

Оригинальнаястатья/Original article

УДК 630.383

DOI: http://doi.org/10.20914/2310–1202–2016–3–88–92

Система компьютерного и имитационного моделирования организационного управления деятельностью крупных предприятий

Евгений Д. Чертов, [1] ched@vsuet.ru
Алексей В. Скрыпников, [2] skrypnikovvsafe@mail.ru
Александр В. Буданов, [3]
Геннадий И. Котов [3] giktv@mail.ru

[1] кафедра технической механики, Воронеж. гос. ун-т инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, Россия
[2] кафедра информационной безопасности, Воронеж. гос. ун-т инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, Россия
[3] кафедра физики, теплотехники и теплоэнергетики, Воронеж. гос. ун-т инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, Россия

Реферат. Исследование вопросов построения комплексного технического обеспечения проводится на примере информационных систем организационного (или административно-экономического) управления деятельностью крупных организаций. Являясь составной частью информационной системы управления, комплексное техническое обеспечение связано с другими частями системы, прежде всего, с информационной базой системы управления, которая охватывает все виды информации, необходимой для планирования и управления, и алгоритм переработки этой информации. Это значит, что не только система управления определяет требуемый комплекс технических средств, но и его особенности существенно влияют на состав и организацию информационной базы системы управления. Особенностью комплексного технического обеспечения является разнообразие функций технических средств, большое количество типов устройств, различные способы взаимодействия оператора и технических средств, возможности различной компоновки и агрегатирования устройств. Комплекс технических средств информационных систем управления обладает всеми чертами сложной системы: многофункциональность, наличие обратных связей, многокритериальность, иерархичность структуры, наличие выделяемых частей, связанных друг с другом сложными взаимодействиями, неопределенность поведения этих частей, являющаяся результатом конечной надежности технических средств и действием возмущений внешней среды. В силу этого задачи, связанные с созданием комплексного технического обеспечения информационной системы управления, должны решаться с позиций системного подхода. Для получения максимальной эффективности информационной системы управления требуется построение технического комплекса при минимальных затратах на его установку и эксплуатацию, что обусловливает необходимость выбора оптимального варианта технических средств из числа возможных. Решение основных задач комплексного технического обеспечения может быть сведено к построению совместного ряда языков – наборов символов или алфавитов, описывающих исходные и результирующие информационные массивы, и правил оперирования этими алфавитами, в результате применения которых устанавливается оптимальное в определенных отношениях взаимно-однозначное соответствие между информационной базой и комплексным техническим обеспечением.

Ключевые слова: моделирование, информационные системы управление, комплексное техническое обеспечение

The system of computer simulation and organizational management of large enterprises activity

Evgenii D. Chertov, [1] ched@vsuet.ru
Aleksei V. Skrypnikov, [2] skrypnikovvsafe@mail.ru
Aleksandr V. Budanov., [3]
Gennadii I. Kotov [3] giktv@mail.ru

[1] technical mechanics department, Voronezh state university of engineering technology, Revolution Av., 19, Voronezh, Russia
[2] information security department, Voronezh state university of engineering technology, Revolution Av., 19, Voronezh, Russia
[3] physics, heat and power system department, Voronezh state university of engineering technology, Revolution Av., 19, Voronezh, Russia

Summary. Study on the construction of an integrated technical support is carried out by the example of organizational information systems (or administrative and economic) management activities of large organizations. As part of the management information system, comprehensive technical support related to other parts of the system, first of all, to the information database management system, which covers all types of information required for planning and management, and an algorithm for processing this information. This means that not only the control system determines the required set of technical means, but it features a significant effect on the composition and organization of the management information system database. A feature of the integrated logistics is the variety of hardware functions, a large number of device types, different ways of interaction of the operator and equipment, the possibility of a different line-up and aggregation devices. The complex of technical means of information management systems have all the features of a complex system: versatility, availability feedbacks multicriteriality, hierarchical structure, the presence of allocated parts connected to each other by complex interactions, the uncertainty of the behavior of these parts, which is the result of the ultimate reliability of technical means and the influence of environmental disturbances . For this reason, the tasks associated with the creation of an integrated logistics management information system should be solved with the system approach. To maximize the efficiency of the information management system required the construction of technological complex with minimal installation and operation, which leads to the need to choose the optimal variant of technical means of the number of possible. The decision of the main objectives of integrated logistics can be reduced to the construction of the joint number of languages - character sets or alphabets describing the input and output information files, and rules for manipulating these alphabets, the application of which is optimized in certain respects a one-to-one correspondence between the information base and comprehensive technical support.

Keywords: simulation, information systems management, complex technical providing

Для цитирования

Чертов Е. Д. , Скрыпников А. В. , Буданов А. В. , Котов Г. И. Система компьютерного и имитационного моделирования организационного управления деятельностью крупных предприятий // Вестник ВГУИТ.2016. № 3. С 88–92. doi:10.20914/2310–1202–2016–3–88–92

For citation

Chertov E. D., Skrypnikov A. V., Budanov A.V., Kotov G. I. The system of computer simulation and organizational management of large enterprises activity. *VestnikVSUET*[ProceedingsofVSUET]. 2016.no 3 pp. 88–92 (in Russ.). doi:10.20914/2310–1202–2016–3–88–92

Введение

В состав объединений может входить большое количество самостоятельных в хозяйственном отношении организаций и предприятий, таких как общестроительные, промышленные предприятия, домостроительные комбинаты, строительно-монтажные управления, автотранспортные предприятия, склады и базы комплектации, стройплощадки. Такое объединение представляет собой сложную вероятностную динамическую систему, для которой характерна многосвязная иерархическая древообразная структура управления большим числом сложных внутренних связей (между входящими в состав системы структурными подразделениями), а также связей с внешней средой (т. е. с вышестоящими органами управления, предприятиями-поставщиками, проектными организациями и т. д.).

Основными факторами, определяющими организационную структуру организации, являются объем производства, технология, структура и характер объектов, производственная структура организации (т. е. совокупность производственных подразделений с соответствующими формами их специализации и кооперирования), территориальное расположение подразделений.

В качестве структурных подсистем 1 ранга структурной иерархии системы управления крупной организации выступают строительные предприятия, механизации строительных работ, транспортные подразделения, управления комплектации и т. п. Важно отметить, что и сами структурные подсистемы являются сложными в своей основе и соединены большим числом связей с подсистемами более низкого ранга. Подсистемы 2-го ранга часто называют локальными, подчеркивая тем самым их непосредственную связь с производственными объектами, например, складами, цехами промышленных предприятий, строительными площадками, транспортной логистикой.

Переход к научно обоснованному управлению, к созданию информационных систем направлен на разработку и реализацию оптимальных планов, которые, во-первых, допустимы, во-вторых, являются наилучшими по избранному критерию, например, по объему ввода объектов в эксплуатацию, размеру прибыли и т. д.

Информационная система должна включать весь комплекс функций управления, реализуемых в данной организации, начиная от перспективного планирования и кончая оперативным контролем и регулиро-ванием, учетом и отчетности. Система должна охватывать деятельность всех производственных служб управления и уровней руководства (в увязке с деятельностью высших организаций, осуществляющих проектирование, материально-техническое обеспечение и т. п.).

Важнейшим условием эффективного функционирования организации и ее подразделений является соблюдение баланса между заданиями, с одной стороны, и мощностями всех подразделений и материально-техническим обеспечением, с другой. Сбалансированность планов на всех уровнях управления и во все моменты времени – необходимое условие их допустимости, реальности.

Вырабатываемые в процессе функционирования информационной системы управления решения и соответствующие им управляющие воздействия должны быть не только допустимыми, но и оптимальными (по некоторому критерию) из тех, которые могут быть приняты в данный конкретной ситуации.

Под критерием здесь понимается обладающая количественной определенностью экономическая категория, которая в своем качественном содержании отвечает цели функционирования системы. В качестве народнохозяйственного критерия эффективности сохраняется максимизация национального дохода, внутреннего валового продукта на единицу затрат и ресурсов для повышения уровня жизни.

Ввиду того, что в ряде случаев практическое применение такого критерия оказывается затруднительным, в качестве критерия могут быть выдвинуты факторы, косвенно определяющие эти показатели, например продолжительность строительства, полнота и равномерность загрузки подразделений и предприятий и т. п.

Основными ограничениями могут выступать установленные сроки, заданные уровни мощности производственных подразделений, возможности обеспечения работ различными видами материально-технических ресурсов и финансированием, необходимый размер задела и т. п.

Кроме рассмотренных выше, необходимо отметить следующие особенности этого класса информационных систем управления, весьма существенные с точки зрения построения технического комплекса. Прежде всего, это территориальная разобщенность структурных подразделений крупной организации, которые располагаются на территории большого города или области. В силу этого для данного класса информационных систем управления приобретают важное значение вопросы передачи информации, причем, как правило, имеется возможность решать их по-разному (почтовая служба, курьерская доставка, электронная почта, IP – телефония, NMT, GSM и т. д.).

Разнообразие типов структурных подразделений крупной организации и существенные различия в их функциях (предприятия стройиндустрии, карьеры и предприятия строительных материалов, предприятия автотранспорта, строительных машин и механизмов т. д.), обусловливают необходимость использования широкого набора различных устройств сбора, регистрации, накопления и отображения информации, которые должны допускать агрегатирование в единые комплексы периферийного оборудования информационной системы управления.

Наличие в системе управления крупной организации нескольких подчиненных уровней управления (как правило, трех и более), выдвигает особые требования к организации обработки информации в информационной системе управления. Степень централизации обработки информации в системе управления объединения должна определяться в каждом конкретном случае, исходя из потребностей информационного обслуживания различных соподчиненных уровней управления. В ряде случаев может потребоваться организация локальных информационных систем управления для развитых предприятий, входящих в состав информационной системы управления более высокого ранга и всем объединением в целом.

Установившаяся схема разработки информационной системы управления для крупных организаций предусматривает последовательность ряда этапов с тем, чтобы на каждом очередном этапе уточнять и детализировать решения, принятые на предыдущем этапе делая их пригодными для практического использования.

На первом этапе разработки информационной системы управления (техническое задание) выполняется анализ существующей системы управления и потоков информации; устанавливаются цели, критерии и ограничения и вырабатываются предварительные соображения по решению задач в одном или нескольких вариантах, т. е. разрабатывается основной механизм функционирования системы. Производится декомпозиция информационной системы управления (разделение на подсистемы) с целью одновременного проведения проектных работ; осуществляется разработка блок-схемы функционирования каждой из подсистем в соответствии с основным механизмом функционирования информационной системы управления.

На втором этапе (технический проект системы управления) выполняются следующие работы:

1. Уточняются (или разрабатываются заново) блок-схемы функционирования отдельных подсистем.

2. Для отдельных задач (или групп связанных задач), входящих в каждую блок-схему, разрабатываются специальные информационные карты, отражающие:

— методику решения данным блоком поставленных перед ним задач в период функционирования системы;

— нормативы, необходимые для решения данным блоком поставленных перед ним задач;

— характеристику функций органов (подразделений) управления при решении задач данного блока;

— характеристику информационных потоков, необходимых для решения задач данного блока: направленность, частота, объем, разрядность информации и т. д.

3. На основе данных информационных карт уточняются критерии ограничения системы, строится информационно-логическая модель информационной системы управления.

4. Разрабатываются комплексное техническое и математическое обеспечение системы на основе материалов технического задания, анализа информационных карт и информационно-логической модели.

5. Разрабатываются вопросы нормативной базы, экономического стимулирования, учета неформализованных функций.

6. Составляется сетевой график на рабочее проектирование и поэтапное внедрение системы, а также сводные данные о подлежащих разработке машинных алгоритмах и программах, нормативах, устанавливается потребность в дополнительных исследованиях.

7. Определяется стоимость и эффективность системы.

Третий и четвертый этапы охватывают, соответственно, рабочее проектирование информационной системы управления, базирующееся на ранее разработанном и утвержденном техническом проекте, и внедрение информационной системы управления.

Проведенный анализ информационных систем управления крупными организациями, его характерных черт и особенностей, а также их влияния на комплекс технических средств, позволил выявить основные особенности комплексного технического обеспечения информационных систем управления и обосновать принципы его построения, заключающиеся в следующем:

— необходимость качественного и количественного учета существенных связей комплексного технического обеспечения

с информационной системой управления в целом и ее частями, прежде всего, информационной базой;

– обязательность согласования производительностей, пропускных способностей и емкостей всех частей комплексного технического обеспечения;

– агрегативно-блочный принцип построения комплекса технических средств информационной системы управления, унификация и стандартизация его связей;

– необходимость прогнозирования основных характеристик комплексного технического обеспечения для обеспечения живучести и совершенствования информационной системы управления, итеративный характер решения задач разработки комплексного технического обеспечения;

– одноразовый ввод и комплексное использование первичной информации в процессе ее сбора, накопления и обработки.

Заключение

– В дальнейшем при разработке методов анализа информационной базы информационной системы управления и определения требований к комплексу технических средств, его подсистемам и отдельным группам устройств, а также при разработке методов структурного синтеза основных подсистем комплексного технического обеспечения, будем исходить из приведенной общей схемы разработки информационной системы управления деятельностью крупных организаций.

ЛИТЕРАТУРА

1 Арутюнян А.Ю. Анализ методов управления качеством дорожных покрытий // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика: сборник научных трудов по материалам международной заочной научно-практической конференции. 2014. Т. 2. № 5–4. С. 17–21.

2 Benevenut F., Rodrigues T., Cha M., Almeida V. Characterizing user behavior in online social networks // In Proc. of ACM SIGCOMM Internet Measurement Conference. ACM, 2009. P. 28–32.

3 Скрыпников А.В., Бурмистров Д.В., Козлов В.Г., Чернышова Е.В. Математическое моделирование оптимизации и управления транспортным потоком посредством применения датчиков регистрации проходящих автомобилей и информационных устройств // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2016. № 2 С. 102–109.

4 Скрыпников А.В., Умаров М.М., Чернышова Е.В. Роль состояния лесовозных автомобильных дорог в обеспечении удобства и безопасности движения в неблагоприятные периоды года // Ежемесячный научный журнал «Актуальные вопросы науки, технологии и производства». 2015. № 2 (6). С. 66–67

5 Farwell T.M., Waters R.D. Exploring the Use of Social Bookmarking Technology in Education: An Analysis of Students. Experiences using a Course-specific Delicious.com Account // Journal of Online Learning and Teaching. 2010. P. 398–408.

6 Steinbauer T. Information and social analysis of reddit. 2012. P. 4–12.

REFERENCES

1 Kharutyunyan A.Yu. Analysis of quality management of road surfaces. Aktual'nye napravleniya nauccnykh issledovanii XXI veka [Recent research trends of the XXI century: Theory and Practice: Proceedings of the Materials International correspondence scientific-practical conference] 2014, vol. 2, no. 5–4, pp. 17–21. (in Russian).

2 Benevenut F., Rodrigues T., Cha M., Almeida V. Characterizing user behavior in online social networks. In Proc. of ACM SIGCOMM Internet Measurement Conference. ACM, 2009, pp. 28–32.

3 Skrypnikov A.V., Burmistrov D.V., Kozlov V.G., Chernyshova E.V. Mathematical modeling and optimization of traffic control through the use of sensors detect the passing cars and information devices. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET] 2016, no. 2, pp. 102–109. (in Russian).

4 Skrypnikov A.V., Umarov M.M., Chernyshova E.V. The role of the state of logging roads to ensure comfort and driving safety in adverse seasons. *Aktual'nye voprosy nauki, tekhnologii i proizvodstva* [The monthly scientific journal "Actual problems of science, technology and production"] 2015, no. 2 (6), pp. 66–67 (in Russian).

5 Farwell T.M., Waters R.D. Exploring the Use of Social Bookmarking Technology in Education: An Analysis of Students. Experiences using a Course-specific Delicious.com Account. Journal of Online Learning and Teaching. 2010, pp. 398–408.

6 Steinbauer T. Information and social analysis of reddit. 2012, pp. 4–12.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Евгений Д. Чертов д.т.н., профессор, кафедра технической механики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции 19, г. Воронеж, Россия
Алексей В. Скрыпников д.т.н., профессор, кафедра информационной безопасности, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, Россия, skrypnikovvsafe@mail.ru
Александр В. Буданов д.ф-м.н., доцент, кафедра физики, теплотехники и теплоэнергетики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции ,19, г. Воронеж, Россия
Геннадий И. Котов д.ф-м.н., доцент, кафедра физики, теплотехники и теплоэнергетики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, Россия, giktv@mail.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Evgenii D. Chertov doctor of technical sciences, professor, department of technical mechanics, Voronezh state university of engineering technology, 19 Revolution Avenue, Voronezh, Russia
Aleksei V. Skrypnikov doctor of technical sciences, professor, department of information security, Voronezh state university of engineering technology, 19 Revolution Avenue, Voronezh, Russia, skrypnikovvsafe@mail.ru
Alexandr V. Budanov doctor phys.-math. sci., of department of physics, heat and power system, Voronezh state university of engineering technology, 19 Revolution Avenue, Voronezh, Russia
Gennadii I. Kotov doctor phys.-math. sci., department of physics, heat and power system, Voronezh state university of engineering technology, 19 Revolution Avenue, Voronezh, Russia, giktv@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Евгений Д. Чертов предложил модель организационного управления деятельностью крупных предприятий, консультация в ходе исследования
Алексей В. Скрыпников обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провел эксперимент
Александр В. Буданов выполнил расчеты
Геннадий И. Котов написал рукопись, корректировал ее до подачи в редакцию и несет ответственность за плагиат

CONTRIBUTION

Evgenii D. Chertov proposed model optimization and traffic control, consultation in the course of the study

Aleksei V. Skrypnikov review of the literature on the researched topic, conducted an experiment
Aleksandr V. Budanov performed calculations
Gennadii I. Kotov proposed to determine the distance from the places of concentration of traffic accidents to use the method of calculating the overtaking path

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

ПОСТУПИЛА 02.08.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 23.08.2016

RECEIVED 8.2.2016

ACCEPTED 8.23.2016

Обзорная статья/Review article

УДК 611.53

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-93-99

Программный комплекс для решения задач математического моделирования процесса изотермической вулканизации

Сергей Г. Тихомиров, [1] tikhomirov_57@mail.ru
Ольга В. Карманова, [2] karolga@mail.ru
Юрий В. Пятаков, [1] pyatakovjv@mail.ru
Александр А. Маслов [1] imasslove@mail.ru

[1] кафедра информационных и управляющих систем, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, Россия
[2] кафедра химии и химической технологии органических соединений и переработки полимеров, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Ленинский, 14, г. Воронеж, Россия

Реферат. На основе общих закономерности серной вулканизации диеновых каучуков рассмотрены принципы эффективного проведения процесса с использованием многокомпонентных структурирующих систем. Отмечается, что описание механизма действия комплексных сшивающих систем осложняется многообразием взаимодействий компонентов и влиянием каждого из них на кинетику вулканизации, что приводит к различным рецептурно-технологическим усложнениям реальной технологии и сказывается на качестве и технико-экономических показателях производства резинотехнических изделий. Системный анализ процесса изотермической вулканизации выполнен на основе известных теоретических подходов и включал интегрирование различных методов и приемов исследования в единую взаимосвязанную совокупность методов. В ходе анализа кинетики вулканизации установлено, что параметры образования пространственной сетки вулканизатов зависят от множества факторов, для оценки которых требуется специальное математическое и алгоритмическое обеспечение. В результате проведенной стратификации изучаемого объекта выделены основные подсистемы. Разработан программный комплекс для решения прямой и обратной кинетических задач процесса изотермической вулканизации. Информационное обеспечение «Изотермическая вулканизация» разработано в виде прикладных программ математического моделирования процесса изотермической вулканизации и направлено на решение прямой и обратной кинетических задач. При решении задачи уточнения общей схемы химических превращений использовался универсальный механизм, включающий побочные химические реакции. Программный продукт включает в себя численные алгоритмы решения системы дифференциальных уравнений. Для решения обратной кинетической задачи используются алгоритмы минимизации функционала, при наличии ограничений на искомые параметры. Для описания работы с данным продуктом приведена логическая блок-схема программы. Приведен пример решения обратной кинетической задачи с помощью программы. Разработанное информационное обеспечение, реализовано на языке программирования С++. Для определения начальной концентрации действительного агента вулканизации использована универсальная зависимость, позволяющая использовать модель с различными свойствами многокомпонентных структурирующих систем

Ключевые слова: изотермическая вулканизация, математическое моделирование, схема кинетики вулканизации, информационное обеспечение

The software package for solving problems of mathematical modeling of isothermal curing process

Sergei G. Tikhomirov, [1] tikhomirov_57@mail.ru
Ol'ga V. Karmanova, [2] karolga@mail.ru
Yurii V. Pyatakov, [1] pyatakovjv@mail.ru
Aleksandr A. Maslov [1] imasslove@mail.ru

[1] information and control systems department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, Russia
[2] chemistry and chemical technology of organic compounds and polymers processing department, Voronezh state university of engineering technologies, Leninsky Av., 14 Voronezh, Russia

Summary. On the basis of the general laws of sulfur vulcanization diene rubbers the principles of the effective cross-linking using a multi-component agents was discussed. It is noted that the description of the mechanism of action of the complex cross-linking systems are complicated by the diversity of interactions of components and the influence of each of them on the curing kinetics, leading to a variety technological complications of real technology and affects on the quality and technical and economic indicators of the production of rubber goods. Based on the known theoretical approaches the system analysis of isothermal curing process was performed. It included the integration of different techniques and methods into a single set of. During the analysis of the kinetics of vulcanization it was found that the formation of the spatial grid parameters vulcanizates depend on many factors, to assess which requires special mathematical and algorithmic support. As a result of the stratification of the object were identified the following major subsystems. A software package for solving direct and inverse kinetic problems isothermal curing process was developed. Information support "Isothermal vulcanization" is a set of applications of mathematical modeling of isothermal curing. It is intended for direct and inverse kinetic problems. When solving the problem of clarifying the general scheme of chemical transformations used universal mechanism including secondary chemical reactions. Functional minimization algorithm with constraints on the unknown parameters was used for solving the inverse kinetic problem. Shows a flowchart of the program. An example of solving the inverse kinetic problem with the program was introduced. Dataware was implemented in the programming language C ++. Universal dependence to determine the initial concentration of the curing agent was applied . It allowing the use of a model with different properties of multicomponent curing systems. informed decisions.

Keywords: isothermal curing, mathematical modeling, the scheme of the curing kinetics, informational software

Для цитирования

Тихомиров С.Г., Карманова О.В., Пятаков Ю.В., Маслов А.А. Программный комплекс для решения задач математического моделирования процесса изотермической вулканизации // Вестник ВГУИТ. 2016. № 3. С 93–99. doi:10.20914/2310-1202-2016-3-93-99

For citation

Tihomirov S.G., Karmanova O.V., Pyatakov Yu.V., Maslov A.A The software package for solving problems of mathematical modeling of isothermal curing process. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no 3 pp. 93–99 (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2016-3-93-99

Введение

К настоящему времени установлены общие закономерности серной вулканизации диеновых каучуков, основанные на существовании в композициях действительных агентов вулканизации эластомеров (ДАВ). Однако принципы эффективного проведения процесса с использованием многокомпонентных структурирующих систем изучены недостаточно. Описание механизма их действия осложняется многообразием взаимодействий компонентов и влиянием каждого из них на кинетику вулканизации. Это приводит к различным рецептурно-технологическим усложнениям реальной технологии и сказывается на качестве и технико-экономических показателях производства резинотехнических изделий. Анализ кинетики вулканизации показал, что существующие подходы к ее описанию основываются на химических реакциях макромолекул с вулканизующими агентами, а параметры образования пространственной сетки вулканизаторов зависят от множества факторов, влияние которых можно оценить только с помощью специального математического и алгоритмического обеспечения [1]. Для повышения эффективности исследования, выявления причин, приводящих к получению продукции, не отвечающей нормативным требованиям, прогноза протекания процесса необходимо создание специального программного обеспечения (ПО).

Целью настоящей работы является разработка программного комплекса для решения прямой и обратной кинетических задач процесса изотермической вулканизации.

Системный анализ процесса вулканизации

Анализ известных теоретических подходов к описанию вулканизации, а также других процессов в химической промышленности [2–4] и аспектов их практической реализации с учетом особенностей отдельных стадий позволил выявить общие системные свойства и основные закономерности процессов и определить направление исследований для получения новой информации по оптимизации режимов вулканизации и свойств готовых изделий [5].

Системный анализ включает интегрирование различных методов и приемов исследования (математических, эвристических), разработанных в рамках различных научных направлений в единую взаимосвязанную совокупность методов.

Многофакторный анализ процесса позволил разработать общую структуру исследования (рисунок 1). Объект исследования является слабоструктурированным, поскольку содержит как качественные элементы (эластомеры, наполнители, условия проведения процесса) так и малоизученные (многокомпонентные структурирующие системы, неконтролируемые возмущения), которые имеют тенденцию доминировать. В состав общей структуры входят элементы, которые необходимо теоретически обосновать (кинетическая модель, процессы тепломассопереноса, оптимизация режимов, процессы переработки). Таким образом, для оценки способов решения необходимо определить все существующие взаимосвязи и установить их влияние с учетом взаимодействий на поведение всей системы в целом.

Анализ общей структуры показал, что механические свойства вулканизатов определяются химическими реакциями макромолекул с вулканизующими агентами, а для оценки параметров пространственной сетки вулканизатов необходимо разработать специальное математическое и алгоритмическое обеспечение.

В результате проведенной стратификации изучаемого объекта выделены следующие основные подсистемы:

1) анализ и учет термофлуктуационных явлений, обеспечивающих ускорение протекания химических реакций;

2) кинетическая модель вулканизации;

3) оптимизация режимов вулканизации, обеспечивающая получение требуемых механических свойств.

Математическое моделирование процесса изотермической вулканизации

Получение достоверной информации о протекании процессов сшивания эластомеров комплексными структурирующими системами, тесно связано с проблемами проектирования, оптимизации и управления режимами вулканизации в промышленности. Известно, что одним из традиционных способов описания формальной кинетики вулканизации является использование кусочно-определенных функций для отдельных стадий процесса: индукционного периода, структурирования и реверсии. Описание процесса в целом и расчет кинетических констант в настоящее время выполнен только для отдельных типов каучуков и вулканизующих систем [6]. Основные заключения о кинетике процесса основываются на модельных системах с низкомолекулярными аналогами эластомеров. В то же время полученные количественные данные не всегда возможно распространять на производственные процессы.

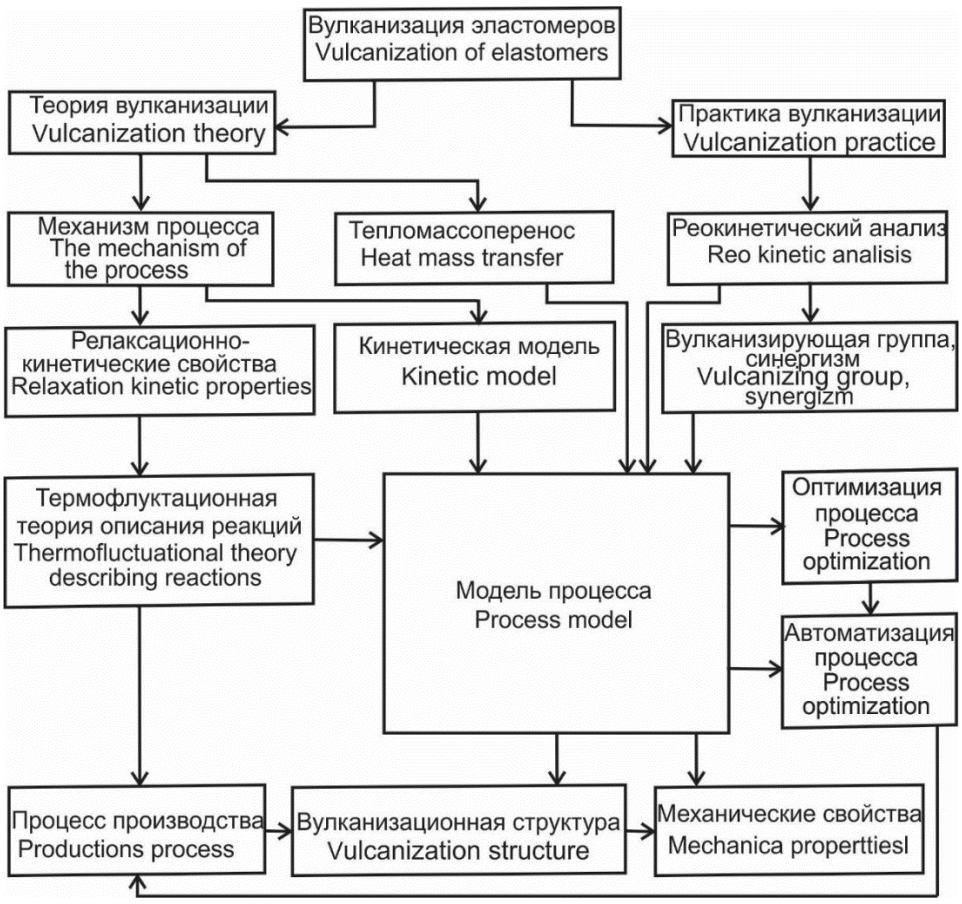


Рисунок 1. Схема исследования процесса вулканизации эластомеров

Figure 1. Scheme of study process of vulcanization of elastomers

Оценка физико-механических свойств производственных резин, по данным, полученным на предприятии, является, безусловно, прогрессивным методом в решении задачи моделирования процесса вулканизации, но требует строгого внутреннего единства физико-химического подхода на каждом этапе исследования и разработки вычислительных алгоритмов и программ.

Ответить на этот вопрос можно, только тщательно выполнив эксперименты [7, 8] по плану, соответствующему предполагаемой кинетической модели и рассчитав несколько альтернативных вариантов модели. Для этого требуется независимым методом установить число формальных механизмов реакций, ответственных за структурирование эластомерной композиции.

Традиционные методики анализа процессов во временной области не дают возможности четко разделять процессы с синергическим взаимодействием, что, в свою очередь, не позволяет использовать их для анализа производственных резин.

При решении задачи уточнения общей схемы химических превращений целесообразно исходить из максимального в некотором смысле механизма. Поэтому в кинетическую схему включены дополнительные реакции, описывающие образование и деструкцию лабильных полисульфидных связей (Vu_{lab}), внутримолекулярную циклизацию и другие реакции, приводящие к модификации макромолекул, образование макрорадикала и его реакцию с подвесками ДАВ.

Система дифференциальных уравнений (ДУ) по стадиям процесса будет иметь следующий вид [5]:

$$\begin{cases} dC_A / dt = -k_1 \cdot C_A - k_4 \cdot C_A \cdot C_{B^*}, \\ dC_B / dt = k_1 \cdot C_A - k_2 \cdot C_B + \\ +\beta \cdot k_4 \cdot C_A \cdot C_{B^*} + k_8' \cdot C_{R^*}, \\ dC_{B^*} / dt = k_2 \cdot C_B - \left(k_3 + k_5 + k_7\right) \cdot C_{B^*} + \\ +k_6 \cdot C_{VuLab} - k_4 \cdot C_A \cdot C_{B^*}, \\ dC_{VuSt} / dt = \alpha \cdot k_3 \cdot C_{B^*}, \\ dC_{VuLab} / dt = \gamma \cdot k_5 \cdot C_B - k_6 \cdot C_{VuLab}, \\ dC_C / dt = \delta \cdot k_7 \cdot C_{B^*}, \\ dC_{R^*} / dt = k_8 \cdot C_R - k_8' \cdot C_{R^*}, \\ dC_R / dt = -k_8 \cdot C_R. \end{cases} \quad (1)$$

Начальные условия:

$$C_A(0) = \varsigma \cdot [S_8] \cdot [A_C] \cdot [Akt]^{\theta} \cdot [C_R(0)]^{\eta};$$

$$C_B(0) = 0; \quad C_{B^*}(0) = 0; \quad C_{VuSt}(0) = 0;$$

$$C_{VuLab}(0) = 0; \; C_C(0) = 0; \; C_R(0) = 4{,}95;$$

$$C_{R^*}(0) = C_R(0)^{\eta},$$

где ς, θ, η, – коэффициенты, $[S_8]$ – начальная концентрация серы, $[Ac]$ – начальная концентрация ускорителя, $[Akt]^{\theta}$ – начальная концентрация активатора (оксида цинка), $[C_R(0)]^{\eta}$ – начальная концентрация макрорадикалов. Здесь A – действительный агент вулканизации; B – предшественник сшивания; B* – его активная форма; C – внутримолекулярная связанная сера; VuSt, VuLab – стабильные и лабильные узлы вулканизационной сетки; R – каучук; R* – макрорадикал каучука в результате термофлуктуационного распада; α, β, γ и δ – стехиометрические коэффициенты, k_1, k_2…, k_8, k_9 (k_8') – константы скорости реакции, относящиеся к соответствующим стадиям процесса.

Прямая задача кинетики (ПЗК) – задача нахождения концентрации вулканизационных узлов как функции времени. Решение ПЗК сводится к решению системы ДУ (1) при заданных начальных условиях. Кинетическая кривая процесса вулканизации определяется по величине крутящего момента $M(t)$. Обратная задача кинетики (ОЗК) – задача идентификации констант скорости реакций, стехиометрических коэффициентов и переменных в системе (1). Решение ОЗК осуществляется путем минимизации функционала:

$$\Phi(k_1, k_2, ..., k_8, k_8', \alpha, \beta, \varsigma, \theta, \eta) = \int_0^{t_k} q^2(k_1, k_2, ..., k_8, k_8', \alpha, \beta, \varsigma, \theta, \eta, t)\, dt \quad (2)$$

где $q(k_1, k_2, ..., k_8, k_8', \alpha, \beta, \varsigma, \theta, \eta, t) = R \cdot [M(t) - M_{\min}] / (M_{\max} - M_{\min}) - C_{Vu}$, (3)

$M_{\max}$, $M_{\min}$ – соответственно максимальное и минимальное значения $M(t)$, R – масштабный коэффициент.

Описание программного обеспечения

Программное обеспечение «Изотермическая вулканизация» разработано в качестве комплекса прикладных программ (КПП) для решения задач, связанных с математическим моделированием процесса изотермической вулканизации.

Для решения системы ДУ в пакете предусмотрены численные методы, включающие в себя:

– метод Рунге-Кутта четвертого порядка;

– метод Адамса.

Решение обратной кинетической задачи сводится к оценке констант скоростей реакций, стехиометрических коэффициентов и переменных в системе ДУ (1).

Для минимизации функционала (2) в пакете программ на усмотрения пользователя могут использоваться следующие методы: покоординатного спуска, Хука-Дживса, Розенброка, Пауэлла, Нелдера-Мида, усреднения координат (с использованием элементов случайного поиска). Градиентные методы (первого порядка): наискорейшего спуска, сопряженных направлений (Флетчера-Ривса), переменной метрики (Давидона-Флетчера-Пауэлла), параллельных градиентов (Зангвилла).

На рисунке 2 изображена структурная схема, разработанного программного обеспечения.

Процесс идентификации констант скорости реакций, коэффициентов уравнений и стехиометрических коэффициентов осуществляется в несколько этапов:

– оцифровка реограмм;

– перевод крутящих моментов в концентрации;

– определение начальных концентраций;

– определение значений искомых параметров констант обеспечивающих минимум функционала (2).

Оцифровка реограмм может происходить вручную или же в автоматическом режиме с помощью, интегрированной в пакет, программы Gr2Digit.

Обработка экспериментальных данных может осуществляться как для одного измерения, так и набора (до 6 реограмм).

Перевод крутящих моментов в концентрации узлов вулканизационной сетки осуществляется следующим образом:

– значения крутящих моментов переводятся в условные единицы:

$$M_{усл} = (M_{тек} - M_{\min}) / (M_{\max} - M_{\min}) \quad (4)$$

– затем условные единицы переводят в (моль/кг), путем умножения $M_{усл}$ на масштабный коэффициент R.

Определение начальной концентраций $C_A(0)$ ДАВ осуществляется по формуле:

$$C_A(0) = \varsigma \cdot [S_8] \cdot [A_C] \cdot [Akt]^{\theta} \cdot [C_R(0)]^{\eta} \quad (5)$$

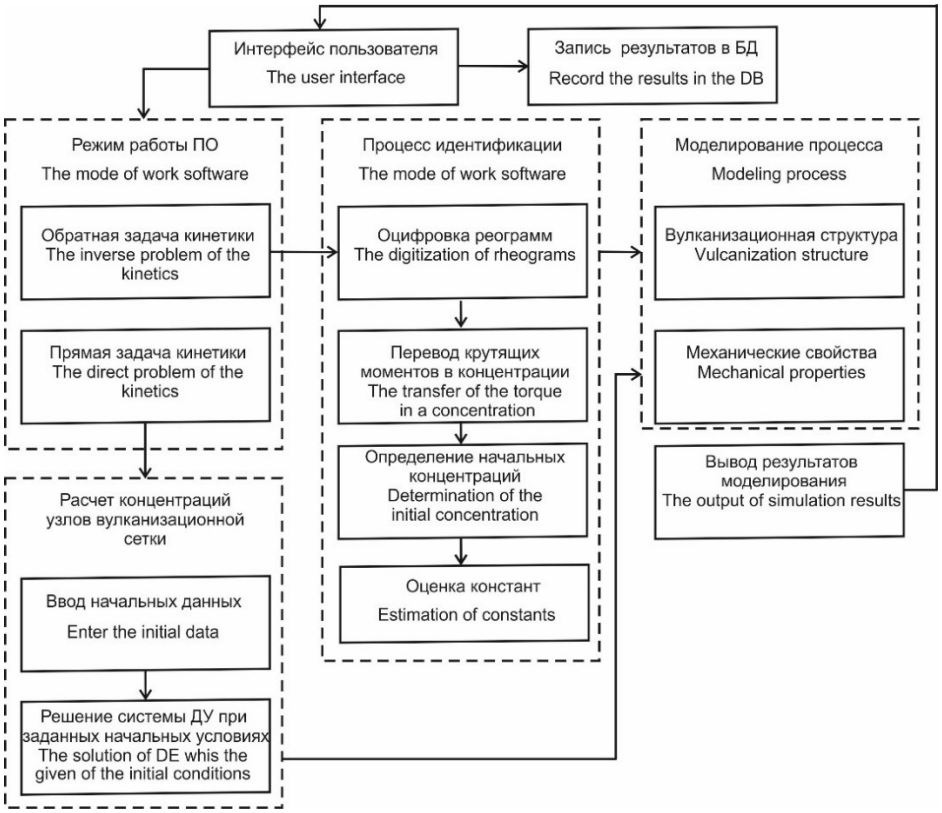


Рисунок 2. Структурная схема программного обеспечения

Figure 2. Structural software scheme

Апробация разработанного программного обеспечения

В качестве исходных данных использованы реометрические кривые, полученные при следующих начальных условиях:

1. Значение концентрации серы в смеси: $[S_8] = 0{,}0078$ моль/кг.

2. Концентрация ускорителя: $[A_c] = 0{,}0019$ моль/кг.

3. Концентрация активатора: $[Akt]^{\theta} = 0{,}0012$ моль/кг.

На рисунке 3 приведены экспериментальные и расчетные значения концентрации вулканизационных узлов, полученные в результате решения ОКЗ. В таблице 1 приведены рассчитанные значения констант скоростей реакций, в таблице 2 – оцененные значения стехиометрических коэффициентов и параметров модели.

Таблица 1

Значение констант скоростей реакций

Table 1

The value of the reaction rate constants

Константа Constant	Значения Values	Константа Constant	Значения Values
k1	0,12	k6	0,553
k2	0,1	k7	0,96
k3	$4{,}8\times10^{-20}$	k8	1,213
k4	1,213	k8'	0,21
k5	$1{,}89\times10^{-20}$	–	–

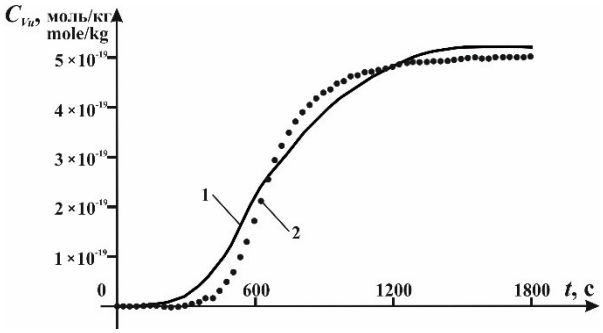


Рисунок 3. Изменения концентраций узлов вулканизационной сетки во времени.

Figure 3. Changes in the concentrations of the vulcanization grid points in time. 1 – the calculated values; 2 – experimental values.

Оцифрованные и обработанные экспериментальные данные заносятся в программу, определяются начальные приближения и диапазон поиска констант, после чего выбирается метод оптимизации.

Таблица 2

Значения стехиометрических коэффициентов и параметров модели

Table 2

The values of stoichiometric coefficients and parameters of the model pas

α	β	γ	δ	ξ	θ	η
1,21	1,4	1,02	1,9	$1{,}65\times10^{8}$	0,97	-4,11

Заключение

На основе системного анализа теоретических подходов к описанию вулканизации усовершенствована общая структурная схема исследования данного процесса. Математическая модель процесса вулканизации дополнена начальными условиями, которые определены как функции исходных концентраций компонентов вулканизующей группы. Для решения обратной кинетической задачи предложены дополнительные критерии качества модели. Разработан программный продукт, предназначенный для проведения научно-исследовательских работ при изучении процессов вулканизации резиновых смесей с использованием многокомпонентных структурирующих систем. КПП имеет блочно-модульную структуру, что позволяет осуществлять его расширение без потери функциональности. Направлениями его модернизации является включение в состав математического описания неизотермического режима вулканизации с дальнейшей интеграцией в контур АСУТП в качестве экспертной информационно-управляющей системы для выдачи рекомендаций по управлению процессом вулканизации и принятия решений.

Работа выполнена при финансовой поддержке государственного задания № 2014/22 (номер НИР 3041) по теме «Синтез многофункциональных систем контроля качества для пищевой и химической промышленности»

ЛИТЕРАТУРА

1 Тихомиров С.Г., Битюков В.К., Подкопаева С.В., Хромых Е.А. и др. Математическое моделирование объектов управления в химической промышленности. Воронеж: ВГУИТ, 2011. 196 с.

2 Хаустов И.А. Управление синтезом полимеров периодическим способом на основе дробной подачи компонентов реакции // Вестник ТГТУ. 2014. № 4 (20) С. 787–792.

3 Хаустов И.А. Управление процессом деструкции полимеров в растворе на основе дробной загрузки инициатора // Вестник ВГУИТ. 2014. № 4. С. 86–91.

4 Битюков В.К., Хаустов И.А., Хвостов А.А. и др. Системный анализ процесса термоокислительной деструкции полимеров в растворе как объекта управления // Вестник ВГУИТ. 2014. № 3 (61). С. 61–66.

5 Карманова О.В. Физико-химические основы и активирующие компоненты вулканизации полидиенов: дисс. д-ра техн. наук. Воронеж, 2012.

6 Молчанов В.И., Карманова О.В., Тихомиров С.Г. Моделирование кинетики вулканизации полидиенов // Вестник ВГУИТ. 2013. № 1. С. 142–145.

7 Hardis R., Jessop J.L.P., Peters F.E., Kessler M.R. Cure kinetics characterization and monitoring of an epoxy resin using DSC, Raman spectroscopy, and DEA // Composite. 2013. Part A. V. 49. P. 100–108.

8 Javadi M., Moghiman M., Reza Erfanian M., Hosseini N. Numerical Investigation of Curing Process in Reaction Injection Molding of Rubber for Quality Improvements // Key Engineering Materials. 2011. V. 462–463. P. 1206–1211.

REFERENCES

1 Tikhomirov S.G., Bityukov V.K. Podkopaeva S.V., Khromykh E.A. et al. Matematicheskoe modelirovanie ob”ektov upravleniya v khimicheskoi promyshlennosti [Mathematical modeling of facilities management in the chemical industry] Voronezh, VSUET, 2011. 196 p. (in Russian).

2 Khaustov I.A. Management polymer synthesis batch process based on the fractional flow of the reaction components. *Vestnik TGTU* [Bulletin TSTU] 2014, no. 4 (20), pp. 787–792. (in Russian).

3 Khaustov I.A. Process control degradation of polymers in the solution based on the fractional loading of the initiator. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET] 2014, no. 4, pp. 86–91 (in Russian).

4 Bityukov V.K., Khaustov I.A., Khvostov A.A. System analysis of the thermo – oxidative degradation of polymers in solution as a control object. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET] 2014, no. 3 (61), pp. 61–66. (in Russian).

5 Karmanova O.V. Fiziko-khimicheskie osnovy i aktiviruyushchie komponenty vulknizatsii polidienov [Physical – chemical bases and activating components polydienes. Dis. dr. tech. sciences] Voronezh, 2012. (in Russian).

6 Molchanov V.I., Karmanova O.V., Tikhomirov S.G. Modeling the kinetics of vulcanization polydienes. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET] 2013, no. 1, pp. 142–145. (in Russian).

7 Hardis R., Jessop J.L.P., Peters F.E., Kessler M.R. Cure kinetics characterization and monitoring of an epoxy resin using DSC, Raman spectroscopy, and DEA. Composite, 2013, part A, vol. 49, pp. 100–108.

8 Javadi M., Moghiman M., Reza Erfanian M., Hosseini N. Numerical Investigation of Curing Process in Reaction Injection Molding of Rubber for Quality Improvements. Key Engineering Materials. 2011, vol. 462–463, pp. 1206–1211.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Сергей Т. Тихомиров профессор, кафедра информационных и управляющих систем, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, Tikhomirov_57@mail.ru
Ольга В. Карманова зав. кафедрой, профессор, кафедра химии и химической технологии органических соединений и переработки полимеров, Воронежский государственный университет инженерных технологий, Ленинский пр-т, 14, г. Воронеж, 394000, Россия, karolga@mail.ru
Юрий В. Пятаков доцент, кафедра информационных и управляющих систем, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, pyatakovjv@mail.ru
Александр А. Маслов аспирант, кафедра информационных и управляющих систем, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, imasslove@mail.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Sergei G. Tikhomirov professor, department of information and control systems, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, Russia, Tikhomirov_57@mail.ru
Olga V. Karmanova professor, head of department, department of chemistry and chemical technology of organic compounds and polymers processing, Voronezh state university of engineering technologies, Leninsky Av., 14 Voronezh, Russia, karolgs@mail.ru
Yurii V. Pyatakov associate professor, department of information and control systems, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, Russia, pyatakovjv@mail.ru
Aleksandr A. Maslov graduate student, department of information and control systems, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, Russia, imasslove@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Сергей Т. Тихомиров предложил методику проведения эксперимента и организовал производственные испытания
Александр А. Маслов обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провел эксперимент, выполнил расчеты
Ольга В. Карманова консультация в ходе исследования
Юрий В. Пятаков написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несет ответственность за плагиат

CONTRIBUTION

Sergei G. Tikhomirov proposed a scheme of the experiment and organized production trials
Aleksandr A. Maslov review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations
Olga V. Karmanova consultation during the study
Yurii V. Pyatakov 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 17.07.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 22.08.2016

RECEIVED 7.17.2016

ACCEPTED 8.22.2016

Оригинальная статья/Original article

УДК 630.383

DOI: http://doi.org/10.20914/2310–1202–2016–3–100–104

Обоснование вычислительных методов обеспечения информационных систем управления

Евгений Д. Чертов, [1] ched@vsuet.ru
Алексей В. Скрыпников, [2] skrypnikovvsafe@mail.ru
Александр В. Буданов, [3]
Геннадий И. Котов [3] giktv@mail.ru

[1] кафедра технической механики, Воронеж. гос. ун-т инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, Россия
[2] кафедра информационной безопасности, Воронеж. гос. ун-т инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, Россия
[3] кафедра физики, теплотехники и теплоэнергетики, Воронеж. гос. ун-т инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, Россия

Реферат. В связи с разнообразием и сложностью задач организационного управления крупным предприятием при построении информационной системы управления требуется создание взаимосвязанных комплексов технических средств, осуществляющих наиболее рациональным образом сбор, передачу, накопление и переработку информации, необходимой руководителям различных рангов в процессе управления. Основными тенденциями построения комплексного технического обеспечения информационных систем управления можно считать: создание интегрированных систем обработки информации при централизации накопления и переработки массивов информации; организацию вычислительных систем, позволяющих реализовать режимы разделения времени; агрегатно-блочный принцип построения комплексного технического обеспечения; использование широкой номенклатуры периферийного оборудования с унификацией информационных и аппаратных связей. Основное внимание уделено прикладной стороне системных исследований комплексного технического обеспечения, в частности, определению критериев качества функционирования технического комплекса, разработке методов анализа информационной базы информационной системы управления и определения требований к техническим средствам, а также методов структурного синтеза основных подсистем комплексного технического обеспечения. Таким образом, целью является исследование на основе системного подхода комплексного технического обеспечения информационной системы управления и разработка ряда методов анализа и синтеза комплексного технического обеспечения, пригодных для использования в инженерной практике проектирования систем. Целевая функция комплексного технического обеспечения информационных систем управления состоит в выполнении задач системы по сбору, передаче и переработке заданных объемов информации в регламентируемые интервалы времени с требуемой степенью точности при минимизации приведенных затрат на создание и эксплуатацию технического комплекса. Достижение целевой функции комплексного технического обеспечения осуществляется определенной организацией взаимодействия преобразователей информации, которые являются структурными элементами комплексного технического обеспечения, а их взаимодействие обеспечивается построением структуры комплексного технического обеспечения.

Ключевые слова: моделирование, принципы построения, комплексное техническое обеспечение

Justification of computational methods to ensure information management systems

Evgenii D. Chertov, [1] ched@vsuet.ru
Aleksei V. Skrypnikov, [2] skrypnikovvsafe@mail.ru
Aleksandr V. Budanov, [3]
Gennadii I. Kotov [3] giktv@mail.ru

[1] technical mechanics department, Voronezh state university of engineering technology, Revolution Av., 19, Voronezh, Russia
[2] information security department, Voronezh state university of engineering technology, Revolution Av., 19, Voronezh, Russia
[3] physics, heat and power system department, Voronezh state university of engineering technology, Revolution Av., 19, Voronezh, Russia

Summary. Due to the diversity and complexity of organizational management tasks a large enterprise, the construction of an information management system requires the establishment of interconnected complexes of means, implementing the most efficient way collect, transfer, accumulation and processing of information necessary drivers handle different ranks in the governance process. The main trends of the construction of integrated logistics management information systems can be considered: the creation of integrated data processing systems by centralizing storage and processing of data arrays; organization of computer systems to realize the time-sharing; aggregate-block principle of the integrated logistics; Use a wide range of peripheral devices with the unification of information and hardware communication. Main attention is paid to the application of the system of research of complex technical support, in particular, the definition of quality criteria for the operation of technical complex, the development of information base analysis methods of management information systems and define the requirements for technical means, as well as methods of structural synthesis of the major subsystems of integrated logistics. Thus, the aim is to study on the basis of systematic approach of integrated logistics management information system and the development of a number of methods of analysis and synthesis of complex logistics that are suitable for use in the practice of engineering systems design. The objective function of the complex logistics management information systems is the task of gathering systems, transmission and processing of specified amounts of information in the regulated time intervals with the required degree of accuracy while minimizing the reduced costs for the establishment and operation of technical complex. Achieving the objective function of the complex logistics to carry out certain organization of interaction of information converters, which are the building blocks of integrated logistics, and their interaction is provided by the construction of the structure of the complex logistics.

Keywords: simulation, principles of construction, complex hardware

Для цитирования

Чертов Е. Д., Скрыпников А. В., Буданов А. В., Котов Г. И. Обоснование вычислительных методов обеспечения информационных систем управления // Вестник ВГУИТ.2016. № 3. С 100–104. doi:10.20914/2310–1202–2016–3–100–104

For citation

Chertov E. D., Skrypnikov A. V., Budanov A.V., Kotov G. I. Justification of computational methods to ensure information management systems. *VestnikVSUET*[ProceedingsofVSUET]. 2016.no 3 pp. 100–104 (in Russ.). doi:10.20914/2310–1202–2016–3–100–104

Введение

Управление деятельностью организации заключается в обеспечении целенаправленного взаимодействия ее элементов для реализации установленного критерия оптимальности с учетом заданных ограничений. Это взаимодействие обеспечивается созданием информационной системы и управляющего органа.

Управляющий орган разрабатывает планы, принимает решения по управлению и формирует команды, передаваемые управляющему объекту, используя при этом алгоритм решения планово-экономических задач и соответствующие технические средства.

Информационная система предназначена для сбора и передачи информации о состоянии выполненных работ, обработки этой информации с целью принятия объективных решений по управлению со стороны управляющего органа, а также доведения принятых решений до исполнителей. Информационная система состоит из двух взаимосвязанных частей:

– информационной базы, которой охватываются все виды информации систем управления, необходимой для планирования и управления, в совокупности с алгоритмами обработки этой информации;

– комплекса технических средств, которые осуществляют сбор, передачу и обработку информации.

Комплексное техническое обеспечение является одной из составляющих и весьма специфических частей информационной системы управления той технической базой, при помощи которой реализуются математические методы управления, и представляет собой совокупность совместимых технических средств, взаимодействие которых организовано так, чтобы осуществить наиболее рациональным образом сбор, передачу накопление и переработку информации в информационных системах управления.

Так как комплексное техническое обеспечение является частью сложной системы более высокого ранга – информационная система управления в целом, то критерий эффективности комплексного технического обеспечения должен определяться как подчиненный по отношению к критерию эффективности всей системы. Этого требует один из основных принципов конструирования систем – принцип субоптимизации, который утверждает, что независимая оптимизация каждой из подсистем (субсистем) в общем случае не приводит к оптимальности систем в целом.

Отсюда следует первый принцип построения комплексного технического обеспечения – необходимость качественного и количественного учета существенных связей комплексного технического обеспечения информационной системой управления в целом и ее частями. Это относится, прежде всего, к информационной базе системы управления, т. к. алгоритм решаемых задач, формы входных и выходных документов, частота их поступления и разрядность, а также объемы циркулирующей информации и время решения задач оказывают определяющее влияние на выбор параметров и организацию взаимодействия технических средств информационной системы управления. В свою очередь, технические возможности и структура комплексного технического обеспечения существенно влияют на информационную базу информационной системы управления.

Большое разнообразие и сложность задач административно-экономического управления организацией приводят к тому, что при создании информационной системы управления требуется построение сложных комплексов технических средств, включающих в себя развитые вычислительные средства, быстродействующую аппаратуру передачи данных, широкий набор периферийного оборудования для сбора, подготовки и контроля информации. В связи с этим техническое обеспечение информационной системы управления может рассматриваться как производственный комплекс по переработке информации, у которого в качестве «сырья» выступает первичная информация, а «готовой продукцией» являются варианты планов и управляющих воздействий. Для нормального функционирования такого сложного комплекса необходимо соблюдение заданного производственного ритма, строгое соответствие между собой характеристик всех взаимодействующих частей комплексного технического обеспечения.

Из этого вытекает второй принцип построения – обязательность согласования производительностей, пропускных способностей и емкостей (объемом памяти) всех частей комплексного технического обеспечения. Несоблюдение этого принципа означает, что возможности комплексного технического обеспечения по переработке информации будут определяться параметрами наиболее «узкого места», и практически приведет к непроизводительным затратам мощностей остальных групп устройств.

Учитывая сроки создания и внедрения информационной системы управления, а также их большую стоимость, разработчики системы должны предусмотреть ряд мероприятий, обеспечивающих возможности совершенствования

информационной системы управления в процессе эксплуатации, и ориентироваться на решение принципиально новых задач, которые не могут быть реализованы существующей системой управления из-за невозможности своевременной переработки больших объемов информации. Для комплекса технических средств это обусловливает необходимость прогнозирования его основных характеристик на период всей полезной «жизни» информационной системы управления, возможность наращивания производительности и замены отдельных устаревших устройств. От того насколько удачно выбраны структура и параметры комплексного технического обеспечения в существенной степени зависит живучесть, эффективность и способность к эволюции информационной системы в целом. С другой стороны, комплексное техническое обслуживание содержит структурно-фиксированную часть алгоритмов функционирования информационной системы управления и состоит из аппаратурных компонент, что обуславливает известный консерватизм комплексного технического обслуживания – каждое устройство предназначено для реализации определенного набора функций с заданным диапазоном изменения параметров. Для удовлетворения указанных противоречивых требований при проектировании комплексного технического обеспечения необходимо соблюдение агрегативно-блочного принципа построения, заключающегося в агрегатировании требуемого варианта комплекса технических средств из совместимых по информационным и аппаратурным связям функциональных блоков – отдельных устройств. Требование совместимости является весьма важным.

Таким образом, третий принцип – это агрегативно-блочный принцип построения комплексного технического обеспечения с унификацией и стандартизацией информационных и аппаратурных связей. Соблюдение этого принципа позволяет по мере развития и совершенствования информационной системы управления обеспечивать необходимое наращивание мощности технического комплекса путем простого подключения дополнительных блоков или устройств, а также их замены на более совершенные.

Один из принципов построения информационной системы управления заключается в требовании сокращения времени на ввод или вывод информации, совмещения подготовки исходных документов с изготовлением копий этих документов на машиночитаемых носителях, одноразового ввода первичной информации в систему. Применительно к техническому обеспечению это требование акцентирует внимание на той его части, которую принято называть периферийным оборудованием, осуществляющим сбор, фиксацию, подготовку и контроль первичной информации.

Следствием принципа одноразового ввода информации является принцип накопления массивов информации в системе, что предполагает наличие значительной емкости накопителей для централизованного хранения массивов со следующими свойствами:

– доступность и оперативность пользования для потребителей;

– автоматизация обновления и пополнения массивов независимо от решения задач в системе;

– возможность обмена информацией между системами.

Эта тенденция построения комплексного технического обеспечения может быть сформулирована следующим образом: комплексность использования первичной информации в процессе ее сбора, накопления и переработки, т. е. создание интегрированных систем обработки информации при централизации накопления и переработки массивов информации на развитых вычислительных комплексах, позволяющих реализовать режим разделения времени.

Естественное желание сократить сроки разработки и внедрения информационной системы управления приводит к необходимости смещения разработки вопросов комплексного технического обеспечения на ранние стадии проектирования информационной системы управления. Решение задач проектирования комплексного технического обеспечения должно носить итеративный характер, заключающийся в последовательном уточнении структуры и параметров комплексного технического обеспечения на последующих этапах проектирования системы по мере детализации и уточнения других подсистем информационной системы управления, прежде всего, информационной базы. Такой подход к проектированию комплексного технического обеспечения не только ускоряет процесс разработки системы, но и позволяет устранять рассогласования между различными частями информационной системы управления путем установления ряда взаимных ограничений типа реализуемости.

Рассмотрим комплекс технических средств информационной системы управления, с учетом особенностей систем управления крупными организациями, с точки зрения признаков сложных систем, сформулированных Р. Маколом и А. И. Кухтенко.

Для комплексного технического обеспечения систем организационного управления является характерным разнообразие функций и типов используемых устройств, взаимодействие человека с техническими средствами, большая размерность и стоимость комплекса, которая составляет до 60–70% от общей стоимости информационной системы управления. При решении вопросов проектирования комплексного технического обеспечения сталкиваются с многовариантностью этих задач, иерархичностью структуры и соподчиненностью критериев эффективности подсистем критерию эффективности комплекса в целом.

Подсистемы комплексного технического обеспечения связаны друг с другом сложными взаимодействиями, им присуща неопределенность поведения, являющаяся результатом конечной надежности технических средств и действия случайных возмущений внешней среды. Но весь комплекс технических средств обладает цельностью, так как все его части служат достижению единой цели, а именно: обеспечить наилучшим образом с точки зрения информационной системы управления обработку всей информации для решения комплекса задач системы.

Заключение

В силу сказанного комплекс технических средств информационной системы управления необходимо исследовать как сложную систему, а задачи проектирования комплексного технического обеспечения должны решаться с позиций системного подхода. Под системным подходом будем понимать исследование свойств объекта как единого целого, интеграцию представлений с разных точек зрения в ходе проведения исследований. Каждый элемент системы должен рассматриваться не сам по себе, а во взаимодействии с другими элементами. Следует отметить, что системный подход – это скорее не метод проектирования, а методологическая концепция разработчиков системы. В дальнейшем при исследовании вопросов анализа и синтеза комплексного технического обеспечения будем исходить из этого понятия системного подхода.

ЛИТЕРАТУРА

1 Арутюнян А.Ю. Анализ методов управления качеством дорожных покрытий // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика: сборник научных трудов по материалам международной заочной научно-практической конференции. 2014. Т. 2. № 5–4. С. 17–21.

2 Six J. Application Security for the Android Platform. Processes, Permissions, and Other Safeguards. CA: O'Reilly Media, 2011. 2 p.

3 Demers A.J. Epidemic Algorithms for Replicated Database Maintenance // ACM Symp. Principles of Distributed Computing. 1987. P. 5–12.

4 Скрыпников А.В., Бурмистров Д.В., Козлов В.Г., Чернышова Е.В. Математическое моделирование оптимизации и управлениятранспортным потоком посредством применения датчиков регистрации проходящих автомобилей и информационных устройств // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2016. № 2 С. 102–109.

5 Скрыпников А.В., Умаров М.М., Чернышова Е.В. Роль состояния лесовозных автомобильных дорог в обеспечении удобства и безопасности движения в неблагоприятные периоды года // Актуальные вопросы науки, технологии и производства. 2015. № 2 (6). С. 66–67

REFERENCES

1 Arutyunyan A.Yu. Analysis of quality management of road surfaces. Aktual'nye napravleniya nauchnykh issledovanii XXI veka [Recent research trends of the XXI century: Theory and Practice: Proceedings of the Materials International correspondence scientific-practical conference] 2014, vol. 2, no. 5–4, pp. 17–21. (in Russian).

2 Six J. Application Security for the Android Platform. Processes, Permissions, and Other Safeguards. CA, O'Reilly Media, 2011. 2 p.

3 Demers A.J. Epidemic Algorithms for Repli-cated Database Maintenance. ACM Symp. Principles of Distributed Computing, 1987, pp. 5–12.

4 Skrypnikov A.V., Burmistrov D.V., Kozlov V.G., Chernyshova E.V. Mathematical modeling and optimization of traffic control through the use of sensors detect the passing cars and information devices. *Vesnik VGUIT* [Proceedings of VSUET] 2016, no. 2, pp. 102–109. (in Russian).

5 Skrypnikov A.V., Umarov M.M., Chernyshova E.V. The role of the state of logging roads to ensure comfort and driving safety in adverse seasons. Aktual'nye voprosy nauki, tekhnologii i proizvodstva [Actual problems of science, technology and production] 2015, no. 2 (6), pp. 66–67. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Евгений Д. Чертов д.т.н., профессор, кафедра технической механики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, Россия
Алексей В. Скрыпников д.т.н., профессор, кафедра информационной безопасности, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, Россия, skrypnikovvsafe@mail.ru
Александр В. Буданов д.ф-м.н., доцент, кафедра физики, теплотехники и теплоэнергетики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, Россия
Геннадий И. Котов д.ф-м.н., доцент, кафедра физики, теплотехники и теплоэнергетики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, Россия, giktv@mail.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Evgenii D. Chertov doctor of technical sciences, pro-fessor, department of technical mechanics, Voronezh State University of Engineering Technology, 19 Revolution Avenue, Voronezh, Russia
Aleksei V. Skrypnikov doctor of technical sciences, professor, department of information security, Voronezh State University of Engineering Technology, 19 Revolution Avenue, Voronezh, Russia, skrypnikov-vsafe@mail.ru
Aleksandr V. Budanov doctor of phys.-math. science department of physics, heat and power system, Voronezh State University of Engineering Technology, 19 Revolution Avenue, Voronezh, Russia
Gennadii I. Kotov doctor of phys.-math. science department of physics, heat and power system, Voronezh State University of Engineering Technology, 19 Revolution Avenue, Voronezh, Russia, giktv@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Евгений Д. Чертов предложил модель организационного управления деятельностью крупных предприятий, консультация в ходе исследования
Алексей В. Скрыпников обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провел эксперимент
Александр В. Буданов выполнил расчеты
Геннадий И. Котов написал рукопись, корректировала ее до подачи в редакцию и несет ответственность за плагиат

CONTRIBUTION

Evgenii D. Chertov proposed model optimization and traffic control , consultation in the course of the study
Aleksei V. Skrypnikov review of the literature on the researched topic, conducted an experiment
Aleksandr V. Budanov performed calculations
Gennadii I. Kotov proposed to determine the distance from the places of concentration of traffic accidents to use the method of calculating the overtaking path

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

ПОСТУПИЛА 25.07.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 22.08.2016

RECEIVED 7.25.2016

ACCEPTED 8.22.2016

Оригинальная статья/Original article

УДК 519.816:553.31

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-105-109

Моделирование процессов оценки запасов железорудного сырья в условиях неопределенности

Наталия Н. Некрасова, [1] Nekrasova-N@yandex.ru
Евгения Г. Кабулова, [2] evgenia791@mail.ru
Александр А. Маслов [3] imasslove@mail.ru

[1] кафедра высшей математики, Воронеж. гос. арх.-строит. ун-т., ул. 20-летия Октября, 84, г. Воронеж, 394006, Россия
[2] кафедра высшей математики, Старооскольский техн-й инс-т им. А.А. Угарова (филиал) НИТУ "МИСиС", м-н. Макаренко, 40, г. Старый Оскол, 309516, Россия,
[3] кафедра информационных и управляющих систем, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Реферат. В данной статье предложено оценивать технологические параметры горно-металлургического производства (запасы железорудного сырья) с учетом нечетко заданных величин в условиях неопределенности с применением балансового и промышленного методов подсчета запасов руды. В связи с тем, что моделирование процессов добычи рудного сырья связано параметрами уравнений, которые содержат переменные с различным характером неопределенности, целесообразнее представлять всю информацию на едином формальном языке теории нечетких множеств. Таким образом, предложена модель подсчета и оценки запасов железной руды различными методами в условиях неопределенности горно-геологической информации на основе теории нечетких множеств. При этом неопределенные величины намеренно интерпретируются как «нечеткие», так как данный подход в большей мере соответствует реальной промышленной ситуации, чем интерпретация таких величин с точки зрения случайных. Принимается во внимание тот факт, что применение вероятностного подхода приводит к отождествлению неопределенности со случайностью, но на практике основной природой неопределенности при подсчете запасов железной руды является именно нечеткость. Согласно предлагаемому подходу каждый нечеткий параметр задается в виде соответствующей функции принадлежности, определять которые предлагается с помощью общего алгоритма, как результат алгебраических операций над произвольными функциями принадлежности обратным численным методом. Ввиду существования множества моделей, описывающих один и тот же производственный процесс различными методиками (например, балансовая модель и промышленная модель) и при различных допущениях, предложено проводить координацию таких моделей на основе разработанной модели агрегирования разнородной информации. Для согласования такого рода информации, ее обобщения и корректировки итоговых параметров целесообразно использовать аппарат теории нечетких множеств, что позволяет получить количественную характеристику неточно заданных параметров и принимать наиболее обоснованные решения.

Ключевые слова: запасы железной руды, условия неопределенности, нечеткие множества

Mathematical modeling of the processes of estimating reserves of iron ore raw materials in conditions of uncertainty

Nataliya N. Nekrasova, [1] Nekrasova-N@yandex.ru
Evdeniya G. Kabulova, [2] evgenia791@mail.ru
Aleksandr A. Maslov [3] imasslove@mail.ru

[1] mathematics department, Voronezh state architecture and construction university, st. October 20 anniversary , 84, Voronezh , 394006 , Russia
[2] mathematics department, Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) National University of Science and Technology "MISIS", com. Macarenko, 40, Stary Oskol, 309516 , Russia
[3] information and control systems department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, Russia,

Summary. This article proposed to estimate the technological parameters of mining and metallurgical industry (iron ore stocks), given the fuzzy set values in conditions of uncertainty using the balance sheet and industrial methods of calculation of reserves of ore. Due to the fact that the modeling of the processes of extraction of ore is associated with parameters of the equations that contain variables with different nature of uncertainty, it is better to provide all the information on a single formal language of fuzzy set theory. Thus, the proposed model calculation and evaluation of reserves of iron ore by different methods in conditions of uncertainty geological information on the basis of the theory of fuzzy sets. In this case the undefined values are interpreted as intentionally "fuzzy", since this approach largely corresponds to the real industrial situation than the interpretation of such quantities in terms of random. Taken into account the fact that the application of the probabilistic approach leads to the identification of uncertainty with randomness, but in practice, the basic nature of uncertainty in the calculation of reserves of iron ore is unclear. Under the proposed approach, each fuzzy parameter is a corresponding membership function, to determine which proposed using a General algorithm, as the result of algebraic operations on arbitrary membership function of the inverse numerical method. Because of the existence of many models describing the same production process in different methods (for example, the balance model or industrial model) and under different assumptions proposed to coordinate such models on the basis of the model of aggregation of heterogeneous information. For matching this kind of information, its generalization and adjustment of the outcome parameters, it is expedient to use the apparatus of fuzzy set theory that allows to obtain quantitative characteristics of imprecisely specified parameters and make the most informed decisions.

Keywords: reserves of iron ore, conditions of uncertainty, fuzzy sets

Для цитирования
Некрасова Н. Н., Кабулова Е. Г., Маслов А. А. Моделирование процессов оценки запасов железорудного сырья в условиях неопределенности // Вестник ВГУИТ. 2016. № 3. С 105–109. doi:10.20914/2310-1202-2016-3-105-109

For citation
Nekrasova N. N., Kabulova E. G., Maslov A. A. Mathematical modeling of the processes of estimating reserves of iron ore raw materials in conditions of uncertainty. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no 3 pp. 105–109 (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2016-3-105-109

Введение

Оценка запасов руды в настоящее время происходит на основе детерминированных моделей, различных методов усреднения и взвешивания. При этом погрешность оценки достигает 25–30%. В зарубежных странах (Япония, США) запасы железорудного сырья определяются на основе функций распределения вероятностей, операции с которыми достаточно громоздки и практические задачи решаются с применением метода Монте-Карло [1].

Наличие погрешности приборов, ошибки экспертов при проведении исследований и косвенная оценка ряда параметров приводят к необходимости использования нечетко заданных параметров. Замена нечетких параметров точечными приводит к большому количеству итерационных процедур для получения адекватных результатов.

Часто, при моделировании процессов добычи рудного сырья, параметры и коэффициенты уравнений содержат переменные с разнообразным характером неопределенности: интервальной, нечеткой, стохастической неопределенностью. В связи с чем, появляется необходимость представить всю информацию на едином формальном языке теории нечетких множеств.

Авторами предложена модель подсчета и оценки запасов железной руды различными методами в условиях неопределенности горно-геологической информации, на основе теории нечетких множеств. При этом неопределенные величины намеренно интерпретируются как «нечеткие», т. к. это больше соответствует реальной промышленной ситуации, чем, если интерпретации таких величин была с точки зрения случайных.

Применение в таком случае вероятностного подхода приводит к отождествлению неопределенности со случайностью, но на практике основной природой неопределенности при подсчете запасов железной руды является именно нечеткость.

Определение запасов руды балансовым методом по промысловым данным проводится на основании уравнения, в котором выделяют величины, заданные нечетко.

$$P_б = \left[m_г (H_K - h_M) - \frac{(m_г - b_д)^2}{(ctg\alpha_{р.т.} + ctg\beta_{к.в.})^2} \right] L_p$$

где L_p – длина залежи по простиранию, $m_г$ – горизонтальная мощность рудного тела, $b_д$ – ширина дна карьера; $H_к$ – базовая глубина карьера; $h_м$ – вертикальная мощность наносов; $\alpha_{р.т.}$ – угол падения залежи; $\beta_{к.в.}$ – угол наклона борта карьера.

Согласно предлагаемому подходу каждый нечеткий параметр задается в виде соответствующей функции принадлежности $\mu(h)$, $\mu(\alpha)$, $\mu(\beta)$, $\mu(m)$.

Тогда, результирующая функция принадлежности будет иметь вид:

$$\mu(P_б) = \max_U \left[\mu(h) \wedge \mu(\alpha) \wedge \mu(\beta) \wedge \mu(m) \right] \quad (1)$$

где $U = \left\{ (h, \alpha, \beta, m) \;\middle|\; h, \alpha, \beta, m = P_б \right\}$.

Определить $\mu(\text{Р}_б)$ по (1) описанными выше аналитическими методами достаточно трудно, поэтому численные методы более эффективны в таких случаях.

Самый простой из них, обратный метод, в котором итоговая функция принадлежности определяется методом последовательного применения бинарной алгебраической операции (рисунок 1).

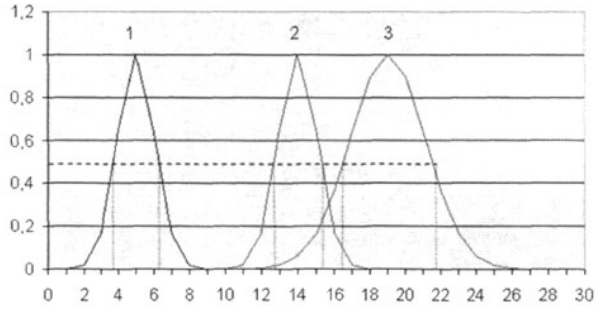


Рисунок 1. Результат численного метода сложения по дискретным уровням

Figure 1. The result is a numerical method for the addition of discrete levels

Таким образом, функция $\mu(\text{Р}_б)$ определяется на основании следующего общего алгоритма определения функции принадлежности $\mu(z)$ как результат алгебраических операций над произвольными $\mu(x)$ и $\mu(y)$ обратным численным методом:

1) Для $\mu(x) \in [0, \alpha]$, $\mu(y) \in [0, \beta]$, $\alpha, \beta \le 1$ разбиваем отрезок $[0, \alpha \wedge \beta]$ на части точками, $[0, \alpha \wedge \beta]$, $r_i \in [0, \alpha \wedge \beta]$, $i = \overline{1,n}$. В данном случае $\alpha \wedge \beta$ соответствует операции пересечения множеств.

2) Каждому r_i из решений уравнений $\mu(x) = r_i$ и $\mu(y) = r_i$, ставятся в соответствие r_i – уровневые множества:

$$\delta_{r_i}(\tilde{} \qquad \tilde{}$$

3) Определяются r_i итоговой функции:

$$\delta_{r_i}(\tilde{} \qquad \tilde{} \qquad |;$$

где: * – соответствующие интервальные операции.

Подсчет запасов железорудного сырья проводится также и на основе промышленного метода, с учетом коэффициента потерь и коэффициента разубоживания. Предлагаемая модель позволит учитывать целый ряд неточных параметров.

Рассмотрим уравнение подсчета запасов руды на основе промышленной информации:

$$P_{П} = P_{б}\frac{1-\eta}{1-\rho} \qquad (2)$$

где: η и ρ – соответственно коэффициенты потерь и разубоживания.

В реальной системе точная оценка запасов руды по (2) практически невозможна, т. к. коэффициенты потерь и разубоживания определяются путем среднего взвешивания.

Таким образом, в уравнении (2) в качестве нечетких величин примем коэффициенты η и ρ.

При этом коэффициент потерь с заданной функцией принадлежности к подмножеству допустимых значений:

$\mu(\eta) = 1\text{-}(\eta - a)^2 / b^2$, $a - b \le \eta \le a + b$ и приведенный средневзвешенный коэффициент разубоживания:

$$\mu(\rho) = 1\text{-}(\rho - c)^2 / d^2,\ c - d \le \rho \le c + d$$

где *a, b* – соответствуют максимуму функций принадлежности на интервале допустимых значений; *c, d* – описывают уровень разброса параметра.

Определение нечеткого значения запасов руды проведем, используя прямой аналитический метод.

$$1\text{-}(\eta - a)^2 / b^2 = 1 - (\rho - c)^2 / d^2$$

Преобразуя, согласно уравнению, получим соответственно для коэффициента потерь и коэффициента разубоживания:

$$\rho = £_1(Рп) = (ad - bc + b\,\rho) / (d\,Рп + b\,\rho),$$

$$\eta = £_2(Рп) = (ad + bc - b\,\eta) / (d\,Рп - b\,\eta).$$

Учитывая объединение результирующих множеств, получаем:

$$\mu(P_{П}) = 1 - \left[a - P_{П}(1 - \frac{c}{\rho})\right]^2 / \left[P_{П}\frac{d}{\eta} + b\right]^2.$$

При отсутствии жестких границ применения моделей и наличии моделей, характеризующих технологический процесс с различных точек зрения и начальных допущениях, вполне непротиворечивым является использование теории нечетких множеств для согласования и координации моделей [2, 3].

Применимость модели можно оценить с помощью предложенной обобщенной модели агрегирования разнородной информации: решение по каждой модели *m* зададим в виде нечеткого множества D_i на оси решений *X,* тогда согласованное решение *D* будем представлять пересечением частных нечетких решений:

$$D = D_1, \cap D_2 \cap \ldots\ldots \cap D_m$$

Каждому нечеткому решению D_i задается функция принадлежности $\mu_{Di}(x)$, которая находится после проведения исследования на предмет применимости модели.

Учет фактического выполнения *k* – предположений о характере процесса описывает введенный показатель $L_i = L_{i1}$, $L_{i2} \ldots L_{ik}$, где $0 \le L_{ij} \le 1$, причем, если предположение *j* о процессе для модели *i* идеально выполняется $L_{ij} = 1$, если не выполняется $L_{ij} = 0$, и $0 < L_{ij} < 1$ в остальных случаях. Тогда вид результирующей функции принадлежности:

$$\mu_D(x) = \left[\mu_{D1}(x)\right]^{L_1} \wedge \ldots \wedge \left[\mu_{Dm}(x)\right]^{L_m}$$

Параметры L_i описывают нечеткость модели в случае нарушения условиях их существования. Данные параметры определяют с учетом дисперсии моделей, получаемой в процессе идентификации моделей для реальных процессов и объектов [4].

Невозможная объективная оценка показателя L_i позволяет определять его с помощью экспертного оценивания и описывать, относительно других моделей, уровень возможности выполнения предположений, насколько точная модели и применима в конкретных ситуациях.

При отсутствии дополнительных предположений о применимости балансового и промышленного методов при подсчете запасов (т. е. $L_1 = L_2 = 1$), результирующую функцию принадлежности для запасов руды можно представить следующим образом:

$$\mu_З(P) = \mu_П(P) \wedge \mu_Б(P)$$

Решение P^0 определяется из следующего условия:

$$\mu_З(P^0) = \max_P \mu_З(P)$$

Дополнительная информация о применимости методов учитывается в процессе согласования решений.

После определения системного решения $\mu_З(P)$ можно скорректировать нечеткие параметры *h, α, β, m*. С учетом имеющихся обозначений получаем:

$$y = P,\ \mu(y) = \mu_П(P),$$
$$\mu^*(y) = \mu_Б(P), \qquad (3)$$
$$\mu_C(y) = \mu_З(P)$$

Выражение (3) позволяет получить согласованные нечеткие модели и агрегировать разнородную информацию по моделям.

Согласно предложенной модели также можно уточнить и нечеткие функции принадлежности $\mu(h)$, $\mu(\alpha)$, $\mu(\beta)$, $\mu(m)$.

Таким образом, начальные функции принадлежности для эффективной мощности наносов, горизонтальной мощности рудного тела и т. д. уточняются, пример такого уточнения проиллюстрирован на рисунке 2, где показаны исходная $\mu(h)$ и откорректированная $\mu_c(h)$ для гипотетического месторождения по эффективной мощности наносов.

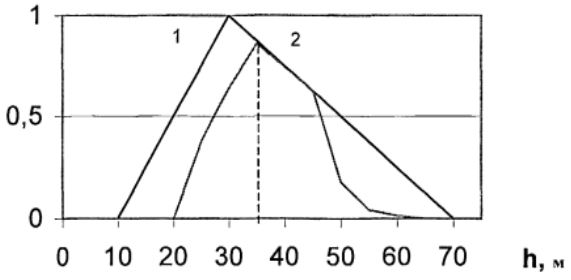


Рисунок 2. Откорректированная начальная функция принадлежности для мощности наносов

Figure 2. Corrected initial function supplies power sediment

Также следует отметить, что в процессе накопления горно-геологической информации при разработке рудных месторождений, уровень неопределенности для оценивания запасов руды снижается [2, 4, 5].

Особенностью разработанных моделей является возможность применения корректирующих процедур для последовательной адаптации функций принадлежности нечетких параметров.

В связи с этим, на основании предлагаемых рекуррентных соотношений можно выполнять адаптивное уточнение функций принадлежности. Пример такого уточнения оценки запасов железной руды для гипотетического месторождения приведен ниже (рисунок 3).

Таким образом, использование теории нечетких множеств для оценки технологических параметров (оценка запасов железной руды) при наличии в уравнениях неточно заданных величин позволяет получать численные значения неопределенности оцениваемых параметров и принимать обоснованные решения при наличии у эксперта нескольких моделей.

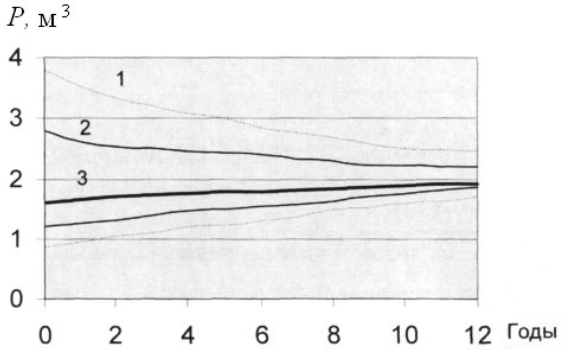


Рисунок 3. Уточнение оценки запасов руды для *r*-уровней 0 – (1), 0,5 – (2), 1 – (3).

Figure 3. Refinement ore reserves estimates for the levels of r – 0 – (1) 0.5 – (2) 1 – (3).

Как видно, согласование разнородной информации, ее обобщение и корректировка итоговых параметров наиболее эффективна с помощью многоуровневой иерархической системы понятий.

Работа выполнена при финансовой поддержке государственного задания № 2014/22 (номер НИР 3041) по теме «Синтез многофункциональных систем контроля качества для пищевой и химической промышленности»

ЛИТЕРАТУРА

1 Ершов В.В. Основы горнопромышленной геологии. М.: Недра, 2011. 326 с.

2 Кабулова Е.Г. Многоуровневая система моделей подсчета запасов железной руды. // Materials of the XI International scientific and practical conference, «Cutting-edge science», Volume 27. Mathematics. Physics. Modern information technologies. UK, Sheffield: «Science and education LTD», 2015. V. 27. P. 22–25.

3 Месарович М. Теория иерархических многоуровневых систем. М.: Мир, 2013. 196 с.

4 Семухин М.В. Нечеткие оценки запасов нефти // Сборник докладов международной конференции по «мягким» вычислениям. 2011. Т. 2. С. 164–167.

5 Цымбал В.П. Математическое моделирование сложных систем в металлургии: учебник для вузов. М.: Изд. Объед. «Российские университеты»: Кузбассвузиздат – АСТШ, 2014. 431 с.

6 Azar A.T., Vaidyanathan S. Computational Intelligence Applications in Modeling and Control. Switzerland: Springer International Publishing Switzerland, 2015. 575 p.

7 Suganthi L., Iniyan S., Samuel An.A. Applications of fuzzy logic in renewable energy systems // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2015. V. 48. P. 585–607.

REFERENCES

1 Ershov V.V. Osnovy gornopromyshlennoi geologii [Fundamentals of mining geology] Moscow, Nedra, 2011. 326 p. (in Russian).

2 Kabulova E.G. Multilevel models estimated reserves of iron ore. Materials of the XI International scientific and practical conference, «Cutting-edge science», Volume 27. Mathematics. Physics. Modern information technologies. UK, Sheffield. 2015, vol. 27, pp. 22–25.

3 Mesarovich M. Teotiya ierarkhichekikh mnogourovnevykh system [Theory of hierarchical multilevel systems] Moscow, Mir, 2013. 196 p. (in Russian).

4 Semukhin M.V. Fuzzy evaluation of the oil. Sbornik dokladov mezhdunarodnoi konferentsii po myagkim vychisleniyam [Proceedings of the international conference on soft computing] 2011, vol. 2, pp. 164–167. (in Russian).

5 Tsymbal V.P. Matematicheskoe mdelirovanie slozhnykh sitem v metallurgii [Mathematical modeling of complex systems in metallurgy: textbook for universities] Moscow, Rossiskie universitety: Kuzbassvuzizdat:ASTSh, 2014. 431 p. (in Russian)

6 Azar A.T., Vaidyanathan S. Computational Intelligence Applications in Modeling and Control. Springer International Publishing Switzerland, 2015, 575 p.

7 Suganthi L., Iniyan S., Samuel An.A. Applications of fuzzy logic in renewable energy systems. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2015, vol. 48, pp. 585–607.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Наталья Н. Некрасова доцент, кафедра высшей математики, Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ул. 20-летия Октября, 84, г. Воронеж, 394006, Россия, Nerasova-N@yandex.ru

Евгения Г. Кабулова доцент, доцент, кафедра высшей математики, Старооскольский технологический институт им. А. А. Угарова (филиал) НИТУ "МИСиС", м-н. Макаренко, 40, г. Старый Оскол, 309516, Россия, evgenia791@mail.ru

Александр А. Маслов аспирант, кафедра информационных и управляющих систем, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, imasslove@mail.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Natal'a N. Nekrasova, associate professor, department of mathematics, Voronezh state architecture and construction University, st. October 20 anniversary, 84, Voronezh, 394006 , Russia ,Nerasova-N@yandex.ru

Evgenia G. Kabulova associate professor, department of mathematics, Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) National University of Science and Technology "MISIS", com . Macarenko, 40 , Stary Oskol , 309516 , Russia , evgenia791@mail.ru

Aleksandr A. Maslov graduate student , department of information and control systems, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, Russia, imasslove@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Наталья Н. Некрасова предложила методику проведения эксперимента и организовал производственные испытания

Евгения Г. Кабулова обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провел эксперимент, выполнил расчеты

Александр А. Маслов написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несет ответственность за плагиат

CONTRIBUTION

Natal'a N. Nekrasova proposed a scheme of the experiment and organized production trials

Evgenia G. Kabulova review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

Aleksandr A. Maslov 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 13.07.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 23.08.2016

RECEIVED 7.13.2016

ACCEPTED 8.23.2016

Оригинальная статья/Original article

УДК 630.383

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-110-115

Математические методы моделирования поиска принципов действия технических систем

Евгений Д. Чертов, [1] ched@vsuet.ru
Алексей В. Скрыпников, [2] skrypnikovvsafe@mail.ru
Александр В. Буданов, [3]
Геннадий И. Котов [3] giktv@mail.ru

[1] кафедра технической механики, Воронеж. гос. ун-т инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, Россия
[2] кафедра информационной безопасности, Воронеж. гос. ун-т инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, Россия
[3] кафедра физики, теплотехники и теплоэнергетики, Воронеж. гос. ун-т инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, Россия

Реферат. Рассмотрим основные задачи обработки запросов к базе данных по физическим эффектам. Техническая задача может быть упрощенно представлена в виде трех компонент: начальное состояние, конечный результат, процесс превращения начального состояния в конечный результат. Возникает задача, если, по крайней мере, одна из компонент неизвестна. Отбрасывая случаи, когда все компоненты известны или все компоненты не известны, получим классификацию технических задач, состоящую из шести типов. При формировании набора запросов к базе данных естественным является требование полноты этого набора, т.е. набор запросов должен покрывать решение технических задач всех шести типов. С целью формулировки полного набора запросов проведем аналогию между описанием технической задачи и описанием физического эффекта. Сопоставим начальному состоянию входное воздействие физического эффекта, конечному результату – выходной результат, процессу превращения начального состояния в конечный результат – физический объект, либо последовательность физических эффектов. Рассмотрены требования к базе данных по физическим эффектам: расширяемость и совершенствование программного обеспечения и структуры данных без существенных переделок ранее написанных программ и хранящихся данных, возможность решения задач в режиме диалога. Разработана структура базы, состоящая из глобальной базы данных и множества локальных баз, которые генерируются для решения отдельных задач. Разработан набор запросов, покрывающих решение основных технических задач на уровне принципов действия. Сформулирована задача поиска принципов действия устройств для преобразования заданного исходного воздействия в заданный выходной результат. Разработана структура локальной базы данных для решения этой задачи и предложен алгоритм поиска. Приведены основные характеристики реализации алгоритма

Ключевые слова: моделирование, базы данных, комплексное техническое обеспечение

Mathematical methods of modeling research of the principles of technical systems

Evgenii D. Chertov, [1] ched@vsuet.ru
Aleksei V. Skrypnikov, [2] skrypnikovvsafe@mail.ru
Aleksandr V. Budanov, [3]
Gennadii I. Kotov [3] giktv@mail.ru

[1] technical mechanics department, Voronezh state university of engineering technology, Revolution Avenue, 19, Voronezh, Russia
[2] information security department, Voronezh state university of engineering technology, Revolution Avenue, 19, Voronezh, Russia
[3] physics, heat and power system department, Voronezh state university of engineering technology, Revolution Avenue, 19, Voronezh, Russia

Summary. Consider the basic problem to query the database for the physical effects of the data. Technical problem may be simplistically represented as three components: the initial state, the end result, the process of converting the initial state to the final result. The problem arises if at least one of the components is unknown. Discarding cases where all the components are known, or all of the components are not known, we obtain a classification of technical problems, consisting of six types. In forming a set of queries to the database is a natural requirement for completeness of this set, i.e. Requests should be set to cover the technical challenges of all six types. With a view to the formulation of a complete set of queries we draw an analogy between the description of the technical problem and a description of the physical effect. Let us compare the initial state of the physical input action effect, the end result - the output of, the process of transformation of the initial state to the final result - a physical object or a sequence of physical effects. The requirements to the database on the physical effects: extensibility and improvement of the software and data structures without significant alterations of previously written programs and stored data, the ability to solve problems in a dialogue mode. A base structure consisting of a global database and a number of local databases that are generated to solve individual problems. A set of queries that cover the basic solution of technical problems at the level of principle. The problem of the search of the principles of device to convert the given source exposure to the specified output result. The structure of the local database to solve this problem and proposed a search algorithm. The main characteristics of the implementation of the algorithm.

Keywords: simulation, database, complex technical providing

Для цитирования

Чертов Е. Д., Скрыпников А. В., Буданов А. В., Котов Г. И. Математические методы моделирования поиска принципов действия технических систем // Вестник ВГУИТ. 2016. № 3. С 110–115. doi:10.20914/2310-1202-2016-3-110-115

For citation

Chertov E. D., Skrypnikov A. V., Budanov A.V., Kotov G. I. Mathematical modeling and optimization of traffic control through the use of sensors detect the passing cars and information devices. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no 3 pp. 110–115 (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2016-3-110-115

Введение

Каждому типу технических задач будет соответствовать определенный запрос к базе данных. Перечислим эти запросы.

1 тип. Сформировать множество эффектов, имеющих заданный физический объект и заданный выходной результат. Ключом запроса являются поля записи наименований физического объекта и выходного результат. Запрос покрывает решение таких технических задач, как поиск для некоторой известного технической системы или технологического процесса нового источника сырья или энергии.

2 тип. Найти возможные последовательности взаимосвязанных эффектов, преобразующих заданное входное воздействие в заданный выходной результат. Найденная последовательность физического эффекта может служить основой функционирования некоторой технической системы, т. е. представлять собой принцип действия этой системы.

3 тип. Сформировать множество эффектов, имеющих заданный физический объект и заданное входное воздействие. Запрос соответствует технической системы, нового ее применения.

4 тип. Найти множество эффектов, имеющих заданный выходной результат. Запрос соответствует технической задаче создания устройств для генерирования энергии, получения некоторого вещества, например, излучателя магнитного поля, ультразвука и т. п.

5 тип. Сформировать множество эффектов, имеющих заданное входное воздействие. Запрос покрывает решение таких задач, как поиск устройств для поглощения каких-то веществ, энергии, для преобразования или нейтрализации вредных воздействий, для регистрации заданного входного воздействия.

6 тип. Сформировать множество эффектов, имеющих заданный физический объект. Данный запрос полезен при решении задач создания устройств для определения создания каких-то свойств физического объекта, регистрации этих свойств в зависимости от изменения в физическом объекте.

Кроме приведенного набора запросов при решении технических задач проектировщика может интересовать различная информация об отдельном физическом эффекте. Например, «в каких литературных источниках подробно описан данный эффект», «в чем состоит сущность данного эффекта» и т. д. Ключом такого сорта запросов является наименование физического эффекта. Обработка запроса состоит в выдаче содержания соответствующих полей записи физического эффекта. Будем относить все запросы такого вида к запросам 7-го типа.

Отметим, что запросы всех типов могут реализоваться путем обращения к глобальной базе физических эффектов, но для реализации запроса 2-го типа целесообразно сформировать локальную базу в виде графа возможных взаимосвязей эффектов между собой. Создание такой локальной базы дает все преимущества глобальной базы. В дальнейшем рассматривается реализация запроса 2-го типа.

Для получения ответа на запрос 2-го типа достаточным является представление отдельные ФЭ в виде совокупности трех компонент:

$$W = <A, B, C> \quad (1)$$

где A – входное воздействие; B – физический объект; C – выходной результат, получаемый от действия A на объект B. Отметим, что компоненты A и C задаются как элементы одного словаря фраз естественного языка, что позволяет осуществлять на качественном уровне увязку взаимодействия физических эффектов между собой.

В таблице 1 приведены примеры описаний некоторых физических эффектов по форме (1). Эти описания могут быть получены проекцией трех соответствующих полей из записей физических эффектов в глобальной базе.

Таблица 1

Описание физических эффектов

Table 1

Description of physical effects

Наименование физического эффекта	Входное воздействие	Физический объект	Выходной результат
Пьезоэффект	Деформация	Кристаллы некоторых веществ	Электрическое поле
Эффект Холла	Электрический ток Магнитное поле	Полупроводник	Электрическое поле
Эффект Гаяна	Электрическое поле	Полупроводник	Электрический ток

Отметим, что основой принципа действия технического устройства является последовательность ФЭ из фонда ФЭ:

$$<A_1, B_1, C_1>,<A_2, B_2, C_2>,<A_k, B_k, C_k> \quad (2)$$

Предполагается совместимость эффектов по входным воздействиям и входным результатам, т. е. входное воздействие последующего физического эффекта совпадает качественно с выходным результатом предыдущего физического эффекта. Это условие можно записать в виде ограничений:

$$A_{i+1} = C_i, \text{ где } i = \overline{1,\ k-1} \quad (3)$$

Совместимость физических эффектов здесь предполагается на качественном уровне, т. е. означает совпадение наименований, соответствующих выходных результатов и входных воздействий. Вообще говоря, можно рассматривать более «жесткое» понятие совместимости на количественном уровне, с учетом величин и интервалов значений параметров, которые характеризуют входные воздействия и выходные результаты ФЭ, но это выходит за рамки настоящей работы.

Физический эффект может иметь несколько входных воздействий, наличие которых обязательно для приведения физического эффекта в действие, и несколько выходных результатов. Поэтому в последовательности физических эффектов, представляющей собой физическую основу функционирования технического устройства, необходимо реализовать все входные воздействия каждого физического эффекта. В связи с этим, решение задачи обработки запроса 2-го типа может иметь сложную древовидную структуру.

Задачу обработки запросов 2-го типа можно сформулировать следующим образом. Пусть имеется некоторое множество ФЭ, представленных в форме (1). Этому множеству сопоставим локальную базу данных в виде двудольного графа $G = (x', x'', U)$, где вершинам множества x' соответствует ФЭ, а вершинам на x'' – входные воздействия и выходные результаты A, C. Граф G имеет дугу $\vec{U}\ (x, y) \in U$, где $x \in X$, $y \in X$, если x соответствует выходному результату эффекта y; в дугу $\vec{U}\ (x, y)$, если x выходному результату эффекта y. Полагаем также, что граф G построен на множестве ФЭ, не имеющем «усилителей», т. е. эффектов, в которых входное воздействие совпадает с выходным результатом.

Предположим, что для каждой вершины $x \in X$ на парах дуг (U, V) (дуга U входит в x, а дуга V выходит из x) определены предикаты $\Delta_x(U,V)$. Полагаем, что если $\Delta_x\ (U, V) = 1$, то эффект, из которого выходит дуга U, совместим с эффектом, в который входит дуга V, через воздействие X. Если $\Delta_x\ (U, V) = 0$, то совместимости между эффектами нет. Тем самым решение вопроса совместимости физических эффектов может быть передано процедуре вычисления предикатов $\Delta_x(U,V)$.. В простейшем случае качественной совместимости предикаты $\Delta_x(U,V)$. тождественно равны 1. Более сложный случай определения $\Delta_x(U,V)$. рассмотрен ниже. Отметим только, что чем больше информации привлекается для проверки совместимости ФЭ, тем более «тонким» является определение $\Delta_x(U,V)$..

Простой путь к графе G:

$$X_0\ U_1\ X_1\ U_2\ X_2\ \ldots X_i\ U_i\ X_{i+1} \ldots\ X_{j-1}\ U_j\ X_j \quad (4)$$

Будем называть правильным, если для любой вершины $x_j \in X'$, входящей в этот путь, выполняется условие стыковки ФЭ, т. е. предикат

$$\Delta_{x0}\ (U_i,\ V_{i+1}) = 1.$$

Предположим, что в графе G имеется две поперечные вершины X_0 и Y_0 из X''. Эти вершины играют роль исходных данных для решения задачи обработки запросов 2-го типа. Решением задачи назовем $D(X_0,\ Y_0)$ – множество всех простых правильных путей, обладающих следующими свойствами:

- хотя бы один правильный путь $Ч_0\ Г_1\ Ч_1\ Г_2\ Ч_2\ \ldots Ч_ш\ Г_ш = H_0$ входит в решение;
- если вершина $x \in X''$ входит в путь, включенный в решение, то для каждой дуги V, входящей в X, в решение включен один из простых правильных путей, начинающийся из вершины X_0 и оканчивающийся дугой V.

Из определения решения $D(X_0,\ Y_0)$ следует, что если в графе G сменить ориентацию всех дуг, то его можно рассматривать как И-ИЛИ граф G, где роль И вершин играют вершины из X', а роль ИЛИ вершин – X''.

Таким образом, можно сформулировать следующие задачи:

В графе G по заданным вершинам X_0, Y_0 найти все решения $D(X_0,\ Y_0)$.

Выбрать наиболее эффективное решение из найденного множества решений.

Для решения первой задачи предполагается алгоритм, который строит множество всех решений в виде И-ИЛИ дерева. В корне дерева

находится вершина y_0. Дерево строится путем просмотра графа G методом «сначала вглубь», начиная с вершины y_0, до тех пор, пока всем висячим вершинам не будет соответствовать вершина x, графа G. Вершины дерева, соответствующие вершинам на X', являются И вершинами, остальные – ИЛИ вершины. Построенное дерево обладает свойством: на любом пути из корня в висячую вершину x_0 вершины из множества X' не встречаются более одного раза. Это означает, что из решений исключены «усилители» длинной более 1, т. е. части цепочек ФЭ, у которых начальное входное воздействие совпадает с конечным выходным результатом.

Алгоритм одновременно вычисляет мощность множества решений. Математическое обоснование правильности работы алгоритма основано на свойствах решений на И-ИЛИ дереве. Ниже приводится описание алгоритма.

Шаг 0. $x = y_0$. $p = 1$. Обнулить массив Z и включить X в дерево в качестве корня.

Примечание. p – параметр рекурсии; Z[…] – массив счетчиков размерности, равной максимальной длине пути в графе G.

Шаг 1. z[p] = z[p] + 1.

Шаг 2. Если $z(p) > a(x)$, то перейти к шагу 10.

Примечание. $a(x)$ – число дуг, входящих в вершину x

Шаг 3. $y = R\ (x, z[p])$; включить вершину y в дереве.

Примечание. $R(x, i)$ – процедура выбора вершины y такой, что:

из y в x имеется дуга

для вершины x эта дуга имеет среди всех входящих в нее дуг номер i.

Шаг 4. Если вершина y уже встречалась в дереве на пути их корня y_0 в вершину x, то перейти к шагу 7.

Шаг 5. Если $x \in X''$, то перейти к шагу 8.

Шаг 6. Проверить условие стыковки дуг, по которым вошли в x и y. Если условие стыковки выполнено, то перейти к шагу 8.

Шаг 7. Пометить запретом вершину y в дереве и перейти к шагу 1.

Шаг 8. Если $y = x_0$, то приписать вершине y в дереве все 1 и перейти к шагу 1.

Шаг 9. $x = y$, $p := p + 1$, перейти к шагу 1.

Шаг 10. Вычислить $\beta(x)$ – число запрещенных вершин-преемников вершины x.

Шаг 11. Если $x \in X'$, то перейти к шагу 14.

Шаг 12. Если $\beta(x) \neq \alpha(x)$, то приписать вершине x в дереве вес, равный сумме незапрещенных вершин-преемников x, и перейти к шагу 15.

Шаг 13. Поместить запретом вершину x в дереве и перейти к шагу 15.

Шаг 14. Если $\beta(x) = 0$, то приписать вершине x в дереве вес, равный произведению весов вершин-преемников, и перейти к шагу 15.

Шаг 15. Восстановить по дереву значение x из x, т. е. присвоить x значение вершины – «отца» вершины x.

Шаг 16. Если $p = 0$, то перейти к шагу 1.

Шаг 17. Конец.

Примечание. Алгоритм решает первую задачу – строит в виде И-ИЛИ дерева все возможные решения $D(X_0, Y_0)$. Каждое решение $D(X_0, Y_0)$ является решением на И-ИЛИ дерева в смысле, определенном в главе 3. Поэтому для решения второй задачи – выбора наиболее эффективного решения из найденного множества, можно воспользоваться методами, которые изложены в [2, 3]. Например, для аддитивных показателей, определенных на каждом физическом эффекте, можно решать задачу поиска решения о минимальном (максимальным) значением показателя: коэффициентов полезного действия преобразования, стоимости реализации принципа действия и т. д.

Выше уже отмечалось, что понятие стыковки физических эффектов можно определять заданием предиката $\Delta_x(U, V)$. Одним из возможных способов является непосредственное определение предиката на каждой паре дуг (U, V) (U – входит в вершину $x \in X'$ и V – выходит из нее). Тогда каждой вершине $x \in X''$ сопоставляется матрица из нулей и единиц размерностью $m_x \cdot n_x$, где m_x, n_x – число входящих и выходящих дуг вершины x соответственно. Эта матрица определяет предикат $\Delta_x(U, V)$. Достоинством данного способа является его универсальность и высокая трудоемкость получения этих матриц.

Следуя по пути использования более полной информации о физических эффектах для вычисления предиката стыковки, можно предложить другой способ. Будем представлять входное воздействие и выходной результат в описании ФЭ в виде четырех компонент: наименование воздействия, характеристика воздействия, функция, характеристика функции. В этом случае каждой дуге графа G будет соответствовать четырехмерный вектор. Например, эффект Дембера [n] можно представить в виде:

$$(A^1, A^2, A^3, A^4)\ B\ (C^1, C^2, C^3, C^4) \qquad (6)$$

где A^1 – «электромагнитное поле»; A^2 – «видимая часть спектра»; A^3 – «увеличение напряженности»; A^4 – «монотонное»; C^1 – «электрическое поле»; C^2 – «постоянное»; C^3 – «увеличение напряженности»; C^4 – «монотонное»; B – «фотопроводящей высокоомный материал».

Структура описания физического эффекта в виде (6) дает возможность задания нескольких предикатов стыковки физических эффектов и позволяет регулировать жесткость стыковки. Пусть векторы (A^1, A^2, A^3, A^4) и (C^1, C^2, C^3, C^4) соответствуют дугам U и V графа G.

Пусть задан вектор $\delta = (\delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4)$, где $\delta_i = 0$ или 1 при $i = 1,4$. Полагаем, что предикат $P_x^{\delta i}(U, V) = 0$, если $A^i \neq C^i$ при $\delta_i = 1$; в остальных случаях $P_x^{\delta i}(U, V) = 1$. Равенство $A^i = C^i$ означает совпадение соответствующих фраз в словаре.

Определим предикат стыковки следующим образом:

$$\Delta_x^{\delta}(U, V) = \Pi P_x^{\delta i}(U, V), \text{ i} = 1 \qquad (7)$$

В частности, если $\delta = (1, 0, 0, 0)$, то предикат $\Delta_x^{\delta}(U, V)$ определяет уже упоминавшуюся ранее стыковку по наименованиям входных воздействий и выходных результатов. Отметим, что чем больше единиц содержит вектор δ, тем более «жестким» является условие стыковки ФЭ. Таким образом, определение (7) дает проектировщику возможность варьировать понятием стыковки.

Определение (7) предполагает, что словари воздействий, характеристик воздействий, функций, характеристик функций состоит из отдельных фраз естественного языка. Поэтому сравнение фраз может осуществляться только по равенству. В случае, если эти словари содержат информацию о подчиненности фраз (например, «увеличение» есть частный случай «изменение», то можно построить предикат стыковки, более слабый, чем (7). Для предиката, входящего в выражение (7), положим: $P_x^{\delta i}(U, V) = 0$, если $\delta_i = 1$, $A^i \neq C^i$ и A^i не подчинен C^i в словаре; в остальных случаях $P_x^{\delta i}(U, V) = 1$.

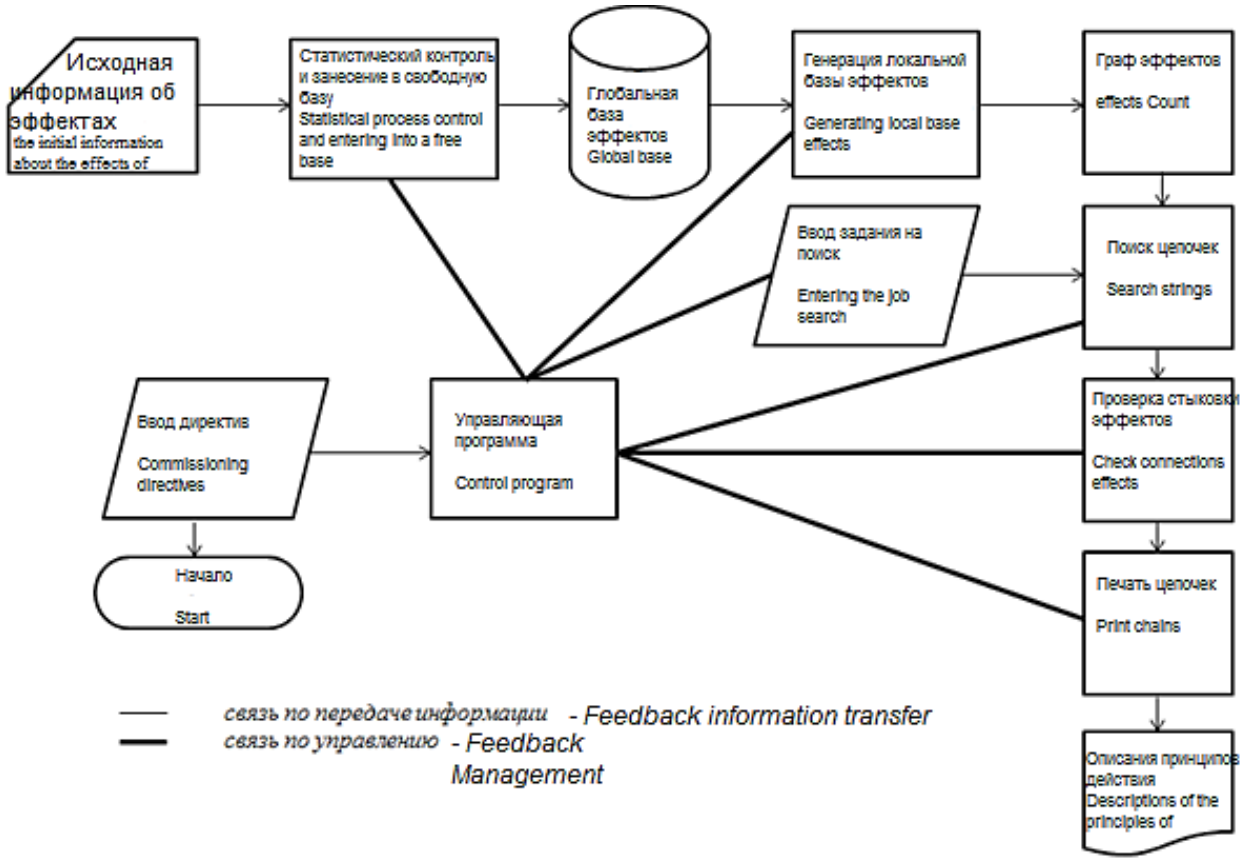


Рисунок 1. Общая схема программы обработки запросов второго типа

Figure 1. General diagram of the processing program of the second type of requests

Заключение

Программная реализация задачи обработки запросов 2-го типа осуществлена на языке СИ. Блок-схема программы приведена на рисунке 1. Управление работой программы осуществляется с помощью директив, которые подготавливаются на перфокартах, либо вводятся непосредственно с терминала. В последнем случае работа происходит в режим диалога. Среди директив имеются директивы ввода ограничения на количество эффектов в последовательности физических эффектов, директива задания предикатов стыковки в виде (7).

ЛИТЕРАТУРА

1 Арутюнян А.Ю. Анализ методов управления качеством дорожных покрытий // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика: сборник научных трудов по материалам международной заочной научно-практической конференции. 2014. Т. 2. № 5–4. С. 17–21.

2 Скрыпников А.В., Чернышова Е.В., Ширинкин Н.В., Стукалов Р.В. Исследование задач проектирования комплексного технического обеспечения и обобщенная модель их решения // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2015. № 4(66). С. 93–98.

3 Макаров О., Ю., Рогозин Е.А., Хвостов В.А. Метод построения информационной структуры автоматизированной системы при нормировании требований к информационной безопасности // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2011. Т.7 № 9. С. 61–64.

4 Скрыпников А.В., Умаров М.М., Чернышова Е.В. Роль состояния лесовозных автомобильных дорог в обеспечении удобства и безопасности движения в неблагоприятные периоды года // Актуальные вопросы науки, технологии и производства. 2015. № 2 (6). С. 66–67

5 Demers A.J. Epidemic Algorithms for Repli-cated Database Maintenance // ACM Symp. Principles of Distributed Computing. 1987. P. 5–12.

6 Six J. Application Security for the Android Platform. Processes, Permissions, and Other Safeguards. CA, O'Reilly Media, 2011. 2 p.

REFERENCES

1 Autyunyan A.Yu. Analysis of quality management of road surfaces. Aktual'nye napravleniya nauchnykh issledovanii xxi veka [Recent research trends of the XXI century: Theory and Practice: Proceedings of the Materials International correspondence scientific-practical conference] 2014, vol. 2, no. 5–4, pp. 17–21. (in Russian)

2 Skrypnikov A.V., Chernyshova E.V., Shirinkin N.V., Stukalov R.V. Study design challenges of complex logistics and a generalized model of their solutions. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of Voronezh State University of Engineering Technology] 2015, no. 4 (66), pp. 93–98. (in Russian)

3 Makarov O.Yu., Rogozin E.A., Khvostov V.A. The method of construction of the automated information system structure at standardizing the requirements for information security. *Vestnik VGTU* [Bulletin of Voronezh State Technical University] 2011, vol. 7, no. 9, pp. 61–64. (in Russian)

4 Skrypnikov A.V., Umarov M.M., Chernyshova E.V. The role of the state of logging roads to ensure comfort and driving safety in adverse seasons. *Aktual'nye voprosy nauki, tekhnologii i proizvodstva* [Actual problems of science, technology and production] 2015, no. 2 (6), pp. 66–67 (in Russian)

5 Demers A.J. Epidemic Algorithms for Repli-cated Database Maintenance. ACM Symp. Principles of Distributed Computing, ACM Press, 1987. pp. 5–12.

6 Six J. Application Security for the Android Platform. Processes, Permissions, and Other Safeguards. CA, O'Reilly Media, 2011. 2 p.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Евгений Д. Чертов д. т. н., профессор, кафедра технической механики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, Россия
Алексей В. Скрыпников д. т. н., профессор, кафедра информационной безопасности, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, Россия, skrypnikovvsafe@mail.ru
Александр В. Буданов д. ф-м. н., доцент, кафедра физики, теплотехники и теплоэнергетики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, Россия
Геннадий И. Котов д. ф-м. н., доцент, кафедра физики, теплотехники и теплоэнергетики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, Россия

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Evgenii D. Chertov doctor of technical sciences, professor, technical mechanics department, Voronezh state university of engineering technology, 19 Revolution Avenue, Voronezh, Russia
Aleksei V. Skrypnikov doctor of technical sciences, professor, information security department, Voronezh state university of engineering technology, 19 Revolution Avenue, Voronezh, Russia, skrypnikovvsafe@mail.ru
Alksxandr V. Budanov doctor phys.-math. sciences, physics, heat and power system department, Voronezh state university of engineering technology, 19 Revolution Avenue, Voronezh, Russia
Gennadii I. Kotov doctor phys.-math. sciences, physics, heat and power system department , Voronezh state university of engineering technology, 19 Revolution Avenue, Voronezh, Russia, giktv@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Евгений Д. Чертов предложил модель организационного управления деятельностью крупных предприятий, консультация в ходе исследования
Алексей В. Скрыпников обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провел эксперимент
Александр В. Буданов выполнил расчеты
Геннадий И. Котов написал рукопись, корректировала ее до подачи в редакцию и несет ответственность за плагиат

CONTRIBUTION

Evgenii D. Chertov proposed model optimization and traffic control, consultation in the course of the study
Aleksei V. Skrypnikov review of the literature on the researched topic, conducted an experiment
Aleksndr V. Budanov performed calculations
Gennadii I. Kotov proposed to determine the distance from the places of concentration of traffic accidents to use the method of calculating the overtaking path

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

ПОСТУПИЛА 25.07.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 22.08.2016

RECEIVED 7.25.2016

ACCEPTED 8.22.2016

Оригинальная статья/Original article

УДК 519.21

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-116-122

Математическая модель оптимизации прибытия пожарного подразделения с использованием информационных систем мониторинга транспортной логистики города Воронежа

Алексей В. Кочегаров, [1] Kochiegharov77@mail.ru
Андрей Б. Плаксицкий, [1] pab13@mail.ru
Михаил С. Денисов, [1] denisov.m.1981@gmail.com
Дмитрий С. Сайко [2] dmsajko@mail.ru

[1] кафедра пожарной и аварийно-спасательной техники, Воронежский институт ГПС МЧС России, Краснознаменная ул. д.231, г. Воронеж, 394052, Россия

[2] кафедра высшей математики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции д.19, г. Воронеж, 394036, Россия

Реферат. В последние годы сильными темпами растет строительство больших городов. С их ростом становится вопрос о дислокации пожарных и количестве пожарных депо. Наиболее эффективным является решение задачи поиска оптимального пути следования пожарного подразделения, с учетом информационных систем транспортной логистики в пределах города, что позволит оперативно прибыть к месту происшествия в любое время суток, вне зависимости от степени загруженности городских магистралей. Оперативность прибытия пожарных подразделений обеспечивает наиболее успешное тушение пожара. Основной задачей исследования является разработка предварительного маршрута и маршрута в случае непредвиденных факторов, влияющих на время прибытия пожарного автомобиля. Для построения маршрутов использовались активно развиваемые в настоящее время методы машинного обучения искусственных нейронных сетей. Для построения оптимального маршрута необходим правильный прогноз о будущем поведении сложной системы городского трафика на основании ее прошлого поведения. В рамках статистической теории машинного обучения рассмотрены задачи классификации и регрессии. Процесс обучения заключается в выборе функции классификации или регрессии из заранее заданного широкого класса таких функций. После определения схемы прогнозирования, необходимо оценить качество ее прогнозов, которые оцениваются не на основании наблюдений, а на основании уточненного стохастического процесса, итогом которого является построение правил предсказания. Верификация модели проводилась на основании данных, полученных в реальных выездах реальных пожарных расчетов, что позволило получить минимальное время прибытия пожарных подразделений.

Ключевые слова: математическое моделирование, оптимизация, пожарная безопасность

Mathematical model of optimizing the arrival of fire units with the use of information systems for monitoring transport logistics of Voronezh city

Aleksei V. Kochegarov, [1] Kochiegharov77@mail.ru
Andrei B. Plaksitskii, [1] pab13@mail.ru
Mikhail S. Denisov, [1] denisov.m.1981@gmail.com
Dmitrii S. Saiko [2] dmsajko@mail.ru

[1] Voronezh institute of state firefighting service of ministry of russian federation for civil defence, emergencies and elimination of consequences of natural disasters, Krasnoznamennaya Str. 231, Voronezh, 394052, Russia

[2] department of higher mathematics, Voronezh state university of engineering technology, Revolution av., 19, Voronezh, 394036, Russia

Summary.In recent years, the strong pace of construction is increasing in big cities. With their growth becomes a question of the deployment of firefighters and the number of fire stations. The most effective solution is the problem of finding the optimum route of fire departments, taking into account the information transport logistics systems within the city that will allow us to arrive at the scene at any time, regardless of the degree of congestion of city roads. Prompt arrival of fire units provides the most successful fire fighting. The main objective of the study is to develop a preliminary route and the route in case of unforeseen factors affecting the time fire engine arrived. To construct the routes used to develop actively in the current methods of machine learning artificial neural networks. To construct the optimal route requires a correct prediction of the future behavior of a complex system of urban traffic based on its past behavior. Within the framework of statistical machine learning theory considered the problem of classification and regression. The learning process is to select a classification or a regression function of a predetermined broad class of such functions. After determining the prediction scheme, it is necessary to evaluate the quality of its forecasts, which are measured not on the basis of observations, and on the basis of an improved stochastic process, the result of the construction of the prediction rules. The model is verified on the basis of data collected in real departures real fire brigades, which made it possible to obtain a minimum time of arrival of fire units.

Keywords:mathematical modeling, optimization, fire safety

Для цитирования

Кочегаров А.В., Плаксицкий А.Б., Денисов М.С., Сайко Д. С.Математическая модель оптимизации прибытия пожарного подразделения с использованием информационных систем мониторинга транспортной логистики города Воронежа // Вестник ВГУИТ.2016. № 3. С. 116–122. doi:10.20914/2310-1202-2016-3-116-122

For citation

Kochegarov A.V., Plaksitskii A. B., Denisov M. S., Saiko D. S. Mathematical model of optimizing the arrival of fire units with the use of information systems for monitoring transport logistics of Voronezh city. *Vestnik-VSUET*[ProceedingsofVSUET].2016. no. 3.pp. 116–122. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-3-116-122

Введение

Для повышения оперативности реагирования пожарных подразделений наиболее эффективным методом является использование оптимального пути следования пожарного подразделения, с учетом прогнозирования поведения систем транспортной логистики в пределах города. Оптимальный путь следования, позволит оперативно прибыть к месту происшествия в любое время суток, вне зависимости от степени загруженности городских магистралей. Оперативность прибытия пожарных подразделений обеспечивает наиболее успешное тушение пожара. Прибытие первого пожарного подразделения в течении 10 минут для городского поселения дает большое преимущество в тушении пожара [1, 2].

Разработка методов, моделей и алгоритмов, численных методов оптимизации выбора данных и прогноза транспортной статистики процесса прибытия пожарного подразделения является актуальной задачей в крупном мегаполисе. Анализ процесса организации следования пожарного подразделения показал, что в данном вопросе отсутствует инструментарий расчета предварительного маршрута и маршрута в случае непредвиденных факторов [3]. Поэтому, основной задачей исследования является разработка предварительного маршрута и маршрута в случае непредвиденных факторов, влияющих на время прибытия ПА.

Для построения маршрутов использовались активно развиваемые в настоящее время методы машинного обучения искусственных нейронных сетей.

Для построения оптимального маршрута необходим правильный прогноз о будущем поведении сложной системы городского трафика на основании ее прошлого поведения.

1.1 Математическая модель

Основная задача исследования заключается в разработке предварительного маршрута и маршрута в случае непредвиденных факторов, влияющих на время прибытия ПА.

Для построения маршрутов мы используем активно развиваемые в настоящее время методы машинного обучения искусственных нейронных сетей.

Для построения оптимального маршрута нам необходим правильный прогноз о будущем поведении сложной системы городского трафика на основании ее прошлого поведения.

Многие задачи такого рода, возникающие в практических приложениях, не могут быть решены заранее известными методами или алгоритмами. Это происходит по той причине, что нам заранее не известны механизмы порождения исходных данных или же известная нам информация недостаточна для построения адекватной модели источника, генерирующего поступающие к нам данные. В этих условиях оправдано применение следующего подхода, основанного на исследовании доступной нам последовательности исходных данных, и попытках строить прогноз совершенствуя нашу схему в процессе предсказания. Подход, при котором прошлые данные или примеры используются для первоначального формирования и совершенствования схемы предсказания, называется методом машинного обучения (Machine Learning).

Машинное обучение – чрезвычайно широкая и динамически развивающаяся область исследований, использующая огромное число теоретических и практических методов.

Статистическая теория машинного обучения – использует методы теории вероятностей и математической статистики. В основе данного подхода лежит предположение о том, что наблюдаемые исходы генерируются вероятностным источником, возможно, с неизвестными параметрами.

В рамках статистической теории машинного обучения мы рассматриваем задачи классификации и регрессии. Процесс обучения заключается в выборе функции классификации или регрессии из заранее заданного широкого класса таких функций.

Отметим два способа машинного обучения, используемых нами при исследовании. При первом способе часть совокупности данных – обучающая выборка – выделяется только для обучения. После того как метод предсказания определяется по обучающей выборке, более он не изменяется и в дальнейшем используется для решения задачи предсказания. При втором способе обучение никогда не прекращается, как говорится, оно происходит в режиме реального времени, т. е. предсказания и обучение происходят постоянно в процессе поступления новых данных.

После определения схемы прогнозирования, необходимо оценить качество ее прогнозов. Предварительно напомним, как оцениваются модели прогнозирования в классической статистической теории. В статистической теории прогноза мы предполагаем, что последовательность исходных данных (или исходов) является реализацией некого стационарного стохастического процесса. Параметры этого процесса оцениваются на основании прошлых наблюдений, а на основании уточненного стохастического процесса строится правило предсказания. Функция риска данного правила предсказания определяется как среднее значение функции потерь, измеряющей различие между

предсказаниями и исходами. Среднее значение вычисляется по «истинному вероятностному распределению», которое лежит в основе модели генерации данных. Различные правила предсказания сравниваются по значениям своих функций риска.

В статистической теории машинного обучения также используется стохастическая модель генерации данных, то есть считается, что поступающие данные независимо и одинаково распределены. Вероятность ошибочной классификации или регрессии называется ошибкой обобщения [4].

Первый шаг в сторону от классической постановки заключается в том, что распределение, генерирующее данные, нам могут быть неизвестны и мы не можем, и не будем оценивать их параметры, так как они не используются в оценках ошибок классификации или регрессии.

Второй шаг заключается в том, что мы заранее не знаем какой из методов классификации или регрессии будет построен по наблюдаемой части данных в процессе обучения; нам задан целый класс таких методов – например, это может быть класс разделяющих гиперповерхностей в многомерном пространстве. Оценки ошибки обобщения при классификации или регрессии должны быть равномерными по всем таким вероятностным распределениям и применяемым методам. Эти оценки не зависят от распределения, генерирующего данные, а также от функции классификации или регрессии. Впервые данный подход был реализован в работах Вапника и Червоненкиса [5].

Для оценки предсказательной способности схемы классификации или регрессии используется теория обобщения. В рамках этой теории даются оценки вероятности ошибки классификации будущих данных при условии, что обучение проведено на случайной обучающей выборке достаточно большого размера и в его результате функция классификации (регрессии) согласована с обучающей выборкой.

Для оценки качества обучения нейросети нами был произведен статистический анализ значимости факторов, влияющих на время прибытия ПА при вызове на ЧС. В итоге было выявлены факторы, влияние которых на время прибытия статистически значимо. Мы приводим их по убыванию значимости:

1. координаты конечной точки x_1, x_2;
2. время суток- x_3;
3. день недели- x_4;
4. праздничный или предпраздничный день - x_5;
5. стаж водителя- x_6;
6. степень износа техники- x_7.

Далее мы строим линейную регрессионную модель необходимую для получения наивного прогноза. Данная модель необходима для оценки качества обучения нейросети и поддержки маршрутизации следования ПА. Самой употребляемой и наиболее простой из моделей множественной регрессии является линейная модель множественной регрессии:

$$y = \alpha' + \beta_1' x_1 + \beta_2' x_2 + ... + \beta_p' x_p + \varepsilon$$

по математическому смыслу коэффициенты β_j' в уравнении равны частным производным результативного признака y по соответствующим факторам: $\beta_1' = \frac{\partial y}{\partial x_1}, \beta_2' = \frac{\partial y}{\partial x_2} \ldots, \beta_p' = \frac{\partial y}{\partial x_p}$. Параметр α называется свободным членом и определяет значение y в случае, когда все объясняющие переменные равны нулю. Однако, как и в случае парной регрессии, факторы по своему содержанию часто не могут принимать нулевых значений, и значение свободного члена не имеет практического смысла. При этом, в отличие от парной регрессии, значение каждого регрессионного коэффициента β_j' равно среднему изменению y при увеличении x_j на одну единицу лишь при условии, что все факторы остались неизменными. Величина ε представляет собой случайную ошибку регрессионной зависимости. Получение оценок параметров $\alpha', \beta_1', \beta_2' ..., \beta_p'$ уравнения регрессии – одна из важнейших задач множественного регрессионного анализа. Самым распространенным методом решения этой задачи является метод наименьших квадратов (МНК). Его суть состоит в минимизации суммы квадратов отклонений наблюдаемых значений зависимой *переменной y* от её значений $\hat{y}$, получаемых по уравнению регрессии. Поскольку параметры $\alpha', \beta_1', \beta_2' ..., \beta_p'$ являются случайными величинами, определить их истинные значения по выборке невозможно. Поэтому вместо теоретического уравнения регрессии оценивается так называемое эмпирическое уравнение регрессии, которое можно представить в виде:

$$y = a + b_1 x_1 + b_2 x_2 + ... + b_p x_p + e.$$

Здесь $a, b_1, b_2, ..., b_p$ – оценки теоретических значений $\alpha', \beta_1', \beta_2' ..., \beta_p'$, или эмпирические коэффициенты регрессии, e – оценка отклонения ε. Тогда расчетное выражение имеет вид: $\hat{y} = a + b_1 x_1 + b_2 x_2 + ... + b_p x_p$ Пусть имеется n наблюдений объясняющих переменных и соответствующих им значений результативного признака: $\left(x_{i1}, x_{i2}, ..., x_{ip}, y_i\right)$, $i = \overline{1,n}$. Для однозначного определения значений параметров уравнения объем выборки n должен быть не меньше количества параметров, т. е. $n \geq p+1$. В противном случае значения параметров не могут быть определены

однозначно. Если $n = p + 1$, оценки параметров рассчитываются единственным образом без МНК простой подстановкой значений в выражение. Получается система $(p + 1)$ уравнений с таким же количеством неизвестных, которая решается любым способом, применяемым к системам линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Однако с точки зрения статистического подхода такое решение задачи является ненадежным, поскольку измеренные значения переменных содержат различные виды погрешностей. Поэтому для получения надежных оценок параметров уравнения объём выборки должен значительно превышать количество определяемых по нему параметров.

При построении модели нами был использован матричный метод, поскольку, использовалась относительно небольшая выборка данных для анализа маршрутизации от одной пожарной части. Представим данные наблюдений и параметры модели в матричной форме.

$Y = [y_1, y_2, ..., y_n]'$ – n – мерный вектор – столбец наблюдений зависимой переменной, в нашем случае это время и координаты узловых точек маршрута;

$B = [a, b_1, b_2, ..., b_p]'$ - $(p + 1)$ – мерный вектор – столбец параметров уравнения регрессии (3);

$Y = [y_1, y_2, ..., y_n]'$ – n – мерный вектор – столбец отклонений выборочных значений y_i от значений $\hat{y}_i$, получаемых по уравнению.

Для удобства записи столбцы записаны как строки и поэтому снабжены штрихом для обозначения операции транспонирования.

Наконец, значения независимых переменных запишем в виде прямоугольной матрицы размерности $n \times (p+1)$:

$$X = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1p} \\ 1 & x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2p} \\ \vdots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{np} \end{bmatrix}$$

Каждому столбцу этой матрицы отвечает набор из n значений одного из факторов, а первый столбец состоит из единиц, которые соответствуют значениям переменной при свободном члене.

В этих обозначениях эмпирическое уравнение регрессии выглядит так:

$$Y = XB + e \qquad (1)$$

Отсюда вектор остатков регрессии можно выразить таким образом:

$$e = Y - XB \qquad (2)$$

Таким образом, функционал $Q = \sum e_i^2$, который минимизируется по МНК, можно записать как произведение вектора – строки e' на вектор – столбец e:

$$Q = e'e = (Y - XB)'(Y - XB) \qquad (3)$$

В соответствии с МНК дифференцирование $\boldsymbol{Q}$ по вектору $\boldsymbol{B}$ приводит к выражению:

$$\frac{\partial Q}{\partial B} = -2X'Y + 2(X'X)B \qquad (4)$$

которое для нахождения экстремума следует приравнять к нулю. В результате преобразований получаем выражение для вектора параметров регрессии:

$$B = (X'X)^{-1} X'Y \qquad (5)$$

Здесь $(X'X)^{-1}$ – матрица, обратная к $X'X$.

Общий алгоритм выбора оптимального пути следования подразделений пожарной охраны к месту пожара представлен на рисунке 1.

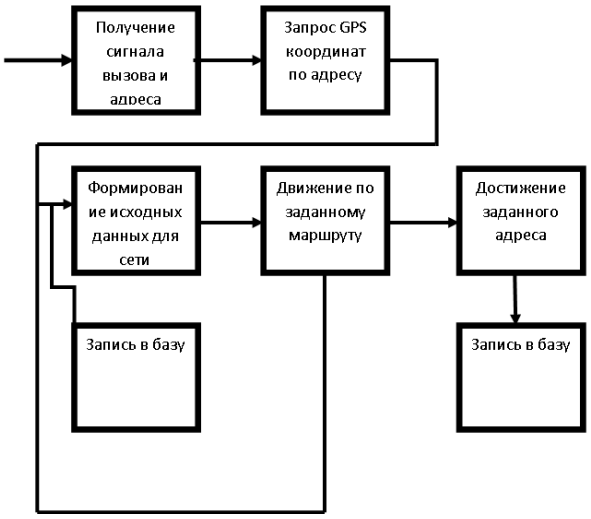


Рисунок 1. Схема алгоритма выбора оптимального маршрута движения

Figure 1. Driving select the optimal rout of movement algorithm

Согласно этому алгоритму всякий раз, при возникновении препятствий в движении, маршрут будет перестроен с помощью обученной ранее нейросети, после чего произойдет ее переобучение с учетом вновь поступивших данных.

Для выбора оптимального маршрута на каждом шаге мы использовали многослойную нейросеть. Алгоритм ее обучения относительно несложен в реализации. Также многослойные с небольшим числом слоев достаточно эффективно применяются в задачах распознавания. Как правило, двух трех слоев достаточно для эффективного решения задач средней сложности [4, 5].

Абстрактная схема функционирования нашей сети, приведена на рисунке 2.

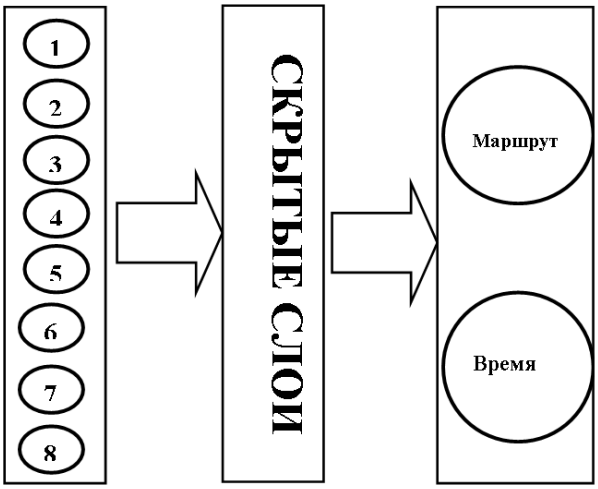


Рисунок 2. Схема функционирования нейросети

Figure 2. Scheme of functioning of neural network

Опишем использованный нами алгоритм обучения сети на примере однослойной сети, содержащий один слой. Пусть вектор **X** является набором исходных данных описанных ранее. Каждая компонента **X** – (x_1, x_2…, x_n) – умножается на соответствующую компоненту вектора весов **W** – (w_1, w_2…, w_n). Эти произведения суммируются, эта операция записывается в векторной форме как Y = **XW** Для обучения сети вектор **X** подается на ее вход и вычисляется выход Y. Если Y правилен, то ничего не меняется. Однако если выход неправилен, то веса, присоединенные к входам, усиливающим ошибочный результат, модифицируются, чтобы уменьшить ошибку. Таким образом, алгоритм выглядит следующим образом:

1. Подать входной образ и вычислить Y.

2а. Если выход правильный, то перейти на шаг 1.

2б. Если выход неправильный и равен нулю, то добавить все входы к соответствующим им весам.

или

2в. Если выход неправильный и равен единице, то вычесть каждый вход из соответствующего ему веса.

3. Перейти на шаг 1.

Этот метод можно перенести на непрерывные входы и выходы. Для этого запишем, шаг 2 алгоритма обучения персептрона обобщенной форме с помощью введения величины δ, которая равна разности между требуемым или целевым выходом T и реальным выходом Y:

$$\delta = (T - Y). \quad (6)$$

Случай, когда δ = 0, соответствует шагу 2а, когда выход правилен и в сети ничего не изменяется. Шаг 2б соответствует случаю δ > 0, а шаг 2в случаю δ < 0.

В любом из этих случаев персептронный алгоритм обучения сохраняется, если δ умножается на величину каждого входа x_i и это произведение добавляется к соответствующему весу. С целью обобщения вводится коэффициент «скорости обучения» η, который умножается на δx_i, что позволяет управлять средней величиной изменения весов.

В алгебраической форме записи:

$$\Delta_i = \eta\delta x_i, w(n + 1) = w(n) + \Delta_i, \quad (7)$$

где Δ_i – коррекция, связанная с i-м входом x_i; $w_i(n + 1)$ – значение веса i после коррекции; $w_i(n)$ – значение веса i до коррекции. В случае многослойной сети алгоритм работает аналогично с учетом того факта, что выходы одного слоя формируют входы второго и используется алгоритм обратного распространения ошибки [4-5].

Контроль качества обучения нейросети и ее переобучение проводится на основе сравнения с результатами базового прогноза маршрута и времени. Общая схема алгоритма контроля обучения представлена на рисунке 3

Этот базовый прогноз строится на основе линейной модели описанной нами раннее. Также, как для контроля, так и с целью самостоятельного, независимого прогноза маршрута и времени могут быть использованы нелинейные модели.

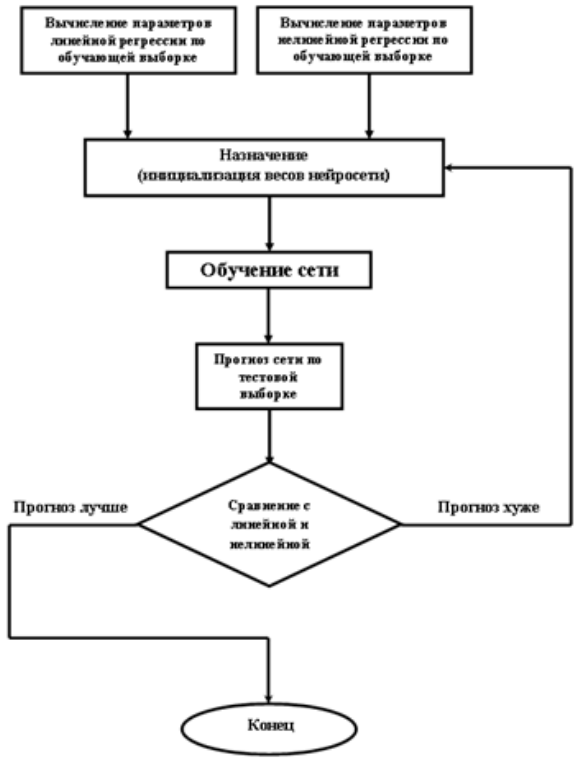


Рисунок 3. Алгоритм контроля обучения нейросети

Figure3. Learning neural network control algorithm

1.2 Верификация модели

В ходе исследования мы пользовались данными о выездах учебно-пожарной части ФГБОУ ВО Воронежский институт ГПС МЧС России. Всего за 2014–2015 годы было зарегистрировано 546 выездов. Для первоначального обучения нейросети было сгенерировано 10000 адресов, локализованных в Советском и Ленинском районах города Воронежа.

Результаты работы алгоритма были протестированы на данных журнала выезда, были получены следующие результаты, представленные в таблице 1.

Таблица 1.

Данные о выездах пожарных подразделений к месту пожара

Table 1.

Information about the departures of fire units to the fire

	По журналу выездов	Оценка по модели регрессии с учетом данных о пробках на 2015 год	Оценка с помощью нейросети
Среднее время прибытия общее по 546 выездам	7 минут 30 секунд	6 минут 20 секунд	5 минут 40 секунд
Среднее время прибытия общее в понедельник	8 минут 0 секунд	6 минут 50 секунд	6 минут 20 секунд
Среднее время прибытия общее во вторник	7 минут 20 секунд	5 минут 50 секунд	5 минут 0 секунд
Среднее время прибытия общее в среду	7 минут 20 секунд	5 минут 50 секунд	5 минут 0 секунд
Среднее время прибытия в четверг	7 минут 20 секунд	5 минут 50 секунд	5 минут 0 секунд
Среднее время прибытия в пятницу	11 минут 40 секунд	9 минут 40 секунд	7 минут 40 секунд
Среднее время прибытия общее в субботу	5 минут 50 секунд	5 минут 0 секунд	5 минут 10 секунд
Среднее время прибытия общее в воскресенье	5 минут 30 секунд	5 минут 0 секунд	5 минут 0 секунд
Среднее время прибытия общее в праздничные дни	6 минут 0 секунд	6 минут 0 секунд	5 минут 30 секунд
Среднее время прибытия общее в предпраздничные дни	9 минут 0 секунд	8 минут 0 секунд	7 минут 0 секунд

Вывод

Таким образом, модель расчета прибытия пожарных подразделений с использованием обученной ранее многослойной нейросети, показала свою эффективность. Выбор оптимального маршрута на каждом шаге, в том числе и при возникновении препятствий в движении, при помощи многослойной нейросети перестраивался. После чего происходило переобучение с учетом вновь поступивших данных. Протестированные результаты работы алгоритма по 10000 адресам локализованных в Советском и Ленинском районах города Воронежа, позволили получить минимальное время прибытия пожарного подразделения.

ЛИТЕРАТУРА

1 Кочегаров А.В., Плаксицкий А.Б., Денисов М.С. Оптимизация маршрутов прибытия пожарных автомобилей в условиях сложных транспортных систем г. Воронежа // Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2015. Т. 1. С. 229–232

2 Кочегаров А.В., Плаксицкий А.Б., Денисов М.С. Оптимизация маршрутов прибытия пожарных автомобилей в условиях сложных транспортных систем // Вестник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России. 2016. № 1. С 74–79.

3 Дорохин С.В., Скрыпников А.В. Обоснование области применения информационных устройств и их эффективность на участках лесных автомобильных дорог // Современные проблемы науки и естествознания. 2015. № 1–1. С. 87.

4 Воронцов К.В. Математические методы обучения по прецедентам (теория обучения машин). URL: http://www.machinelearning.ru/wiki/images/6/6d/Voron-ML-1.pdf

5 Увалиев Д.С., Лысенко А.А., Вытовтов А.В. Применение математического моделирования при решении прикладных задач // Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2014. № 1 (3). С. 315–317.

REFERENCES

1 Kochegarov A.V., Plaksitskiy A.B., Denisov M.S. Optimizing routes arrival of fire trucks in complex transport systems Voronezh. *Problemy obespecheniya bezopasnosti pri likvidatsii posledstvii chrezvychainykh situatsii* [Security issues in the aftermath of emergencies] 2015, vol. 1, pp. 229–232. (in Russian)

2 Kochegarov A.V., Plaksitskiy A.B., Denisov M.S. Optimizing routes arrival of fire trucks in complex transport systems. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta GPS MChS Rossii* [Bulletin of St. Petersburg State University Fire Service] 2016, no. 1, pp. 74–79. (in Russian)

3 Dorokhin S.V., Skrypnikov A.V. Justification of the application of information devices and their effectiveness in the areas of forest roads. *Sovremannye problem nauki i estestvoznaniya* [Modern problems of science and natural science] 2015, no. 1–1, pp. 87. (in Russian)

4 Vorontsov K.V. Matematicheskie metody obucheniya po pretsedentam [Mathematical methods of training on precedents (machine learning theory)]. Available at: http://www.machinelearning.ru/wiki/images/6/6d/Voron-ML-1.pdf (in Russian)

5 Uvaliev D.S., Lysenko A.A., Vytovtov A.V. Application of mathematical modeling in solving applied problems. *Problemy obespecheniya bezopasnosti pri likvidatsii posledstvii chrezvychainykh situatsii* [Security issues in the aftermath of emergencies] 2014, no. 1 (3), pp. 315–317. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Алексей В. Кочегаров доцент, профессор, Воронежский институт ГПС МЧС России, Краснознаменная ул. д.231, г.Воронеж, 394052, Россия Kochiegharov77@mail.ru
Андрей Б. Плаксицкий доцент, Воронежский институт ГПС МЧС России, Краснознаменная ул. д.231, г.Воронеж, 394052, Россия pab13@mail.ru
Михаил С. Денисов доцент, Воронежский институт ГПС МЧС России, Краснознаменная ул. д.231, г.Воронеж, 394052, Россия denisov.m.1981@gmail.com
Дмитрий С. Сайко д. ф.-м. н., профессор, заведующий кафедрой, кафедра высшей математики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, dmsajko@mail.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Alexey V. Kochegarov associate professor, professor, EMERCOM of Russia, Krasnoznamennaya Str. 231, Voronezh, 394052, Russia Kochiegharov77@mail.ru
Andrew B. Plaksitskiy assistant professor, EMERCOM of Russia, Krasnoznamennaya Str. 231, Voronezh, 394052, Russia pab13@mail.ru
Mikhail S. Denisov assistant professor, VISFS of EMERCOM of Russia, Krasnoznamennaya Str. 231, Voronezh, 394052, Russia denisov.m.1981@gmail.com
Dmitrii S. Saiko doc. phys.-math. sci., professor, head of department, department of higher mathematics, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution av., 19, 394036, Voronezh, Russia, dmsajko@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Алексей В. Кочегаров предложил методику проводил научные консультации
Михаил С. Денисов выполнил расчеты
Андрей Б. Плаксицкий обзор литературных источников по исследуемой проблеме написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию
Дмитрий С. Сайко проводил научные консультации

CONTRIBUTION

Aleksei V. Kochegarov proposed methodology conducted scientific advice
Mikhail S. Denisov performed the calculations
Andrei B. Plaksitskii review of the literature on the researched topic written manuscript, correct it before the submission to the editor
Dmitrii S. Saiko conducted scientific advice

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторызаявляютоботсутствииконфликтаинтересов.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

ПОСТУПИЛА 01.08.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 22.08.2016

RECEIVED 8.1.2016

ACCEPTED 8.22.2016

Оригинальная статья/Original article

УДК 504.7:519.7

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-123-127

Биологическое разнообразие и модели эволюции

Семен Л. Подвальный, [1] spodvalny@yandex.ru
Евгений М. Васильев [1] vgtu-aits@yandex.ru

[1] кафедра автоматизированных и вычислительных систем, Воронеж. гос. техн. ун-т, пр. Московский, 14, г. Воронеж, 394026, Россия

Реферат. Обсуждается эволюционное значение биологического разнообразия, системообразующее значение которого в ноосфере Земли закреплено конвенцией ООН. Рассмотрены примеры и роль этого разнообразия на разных уровнях организации жизни. На уровне отдельных организмов указанное разнообразие проявляется в дифференциации и разделении физиологически важных функций, значительно расширяющих экологическую нишу тех особей, у которых такое разделение наиболее совершенно. Однако организменный уровень биологического разнообразия непригоден для построения эволюционных моделей, так как возможность реализации процессов генетической наследственности и изменчивости возникает, начиная с минимальной структурной единицы живого мира, которой является популяция. Отмечено, что накопление генофонда, необходимого для эволюции вида, возможно только в достаточно больших популяциях, в которых общая скорость мутационных изменений не уступает скорости вариаций условий внешней среды. Показано, что известные формальные модели видовой эволюции, построенные на основе теоремы Фишера о влиянии генной дисперсии на приспособленность особей, не отвечают реальным условиям существования видов в силу принятого конечного и постоянного числа генотипов в популяции. На экосистемном уровне организации жизни основную роль играет таксономическое разнообразие, которое обеспечивает непрерывность трофической цепи в системе при возникновении неблагоприятных условий для развития отдельных таксонов. Кроме того, существенное стабилизирующее значение для прогрессивной эволюции экосистемы имеют её многоуровневое, иерархическое строение и замкнутый круговорот вещества и энергии. Модели эволюции систем на базе уравнений Лотки-Вольтерры, описывающих взаимодействие элементов разомкнутой экосистемы, в недостаточной мере отражают роль биоразнообразия в эволюционных процессах. Сформулированы требования к таким моделям, учитывающим баланс массы в системе; её трофическую структуру; накопительные (буферные) свойства каждого уровня экосистемы; множественность взаимосвязей между уровнями экосистемы; ограничивающее влияние внутривидовой и межвидовой конкуренции. Перспективным в этом плане является привлечение идей и математического аппарата биокибернетики.

Ключевые слова: биологическое разнообразие в природе, модели эволюции

Biodiversity and models of evolution

Semen L. Podvalny, [1] spodvalny@yandex.ru
Evgenii M. Vasiljev [1] vgtu-aits@yandex.ru

[1] automation and informatics in technical systems department, Voronezh state technical university, Moscow Av., 14, Voronezh, 394026, Russia

Summary. The paper discusses the evolutionary impact of biodiversity, the backbone of noosphere, which status has been fixed by a UN convention. The examples and role of such diversity are considered the various levels of life arrangement. On the level of standalone organisms, the diversity in question manifests itself in the differentiation and separation of the key physiologic functions which significantly broaden the eco-niche for the species with the consummate type of such separation. However, the organismic level of biodiversity does not work for building any developmental models since the starting point of genetic inheritance and variability processes emerges on the minimum structural unit of the living world only, i.e. the population. It is noted that the sufficient gene pool for species development may accumulate in fairly large populations only, where the general rate of mutation does not yield to the rate of ambient variations. The paper shows that the known formal models of species development based on the Fisher theorem about the impact of genodispersion on species adjustment are not in keeping with the actual existence of the species due to the conventionally finite and steady number of genotypes within a population. On the ecosystem level of life arrangement, the key role pertains to the taxonomic diversity supporting the continuous food chain in the system against any adverse developmental conditions of certain taxons. Also, the progressive evolution of an ecosystem is largely stabilized by its multilayer hierarchic structure and the closed circle of matter and energy. The developmental system models based on the Lotka-Volterra equations describing the interaction of the open-loop ecosystem elements only insufficiently represent the position of biodiversity in the evolutionary processes. The paper lays down the requirements to such models which take into account the mass balance within a system; its trophic structure; the accumulative (buffering) properties of each ecosystem layer; the multiple interconnections among the ecosystem species; and the restricting impact of the intraspecific and interspecific competition. From this perspective, the use of bio-cybernetic concepts and mathematic tools looks quite promising.

Keywords: biodiversity in nature, the model of evolution

Для цитирования

Подвальный С. Л., Васильев Е. М. Биологическое разнообразие и модели эволюции // Вестник ВГУИТ. 2016. № 3. С. 123–127. doi:10.20914/2310-1202-2016-3-123-127

For citation

Podvalny S. L., Vasiljev E. M. Biodiversity and models of evolution. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 3. pp. 123–127. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-3-123-127

Введение

Значение биологического разнообразия, зафиксированное конвенцией ООН [1], остаётся в настоящее время широко обсуждаемым свойством природы не только в силу его стабилизирующих экосистемных функций и жизнеобеспечивающей роли для человечества, но всё в большей степени как одним из механизмов эволюционных процессов на всех уровнях организации живого мира [2–4]. Актуальность и практическая значимость понимания этого механизма определяется появившейся в настоящее время возможностью целенаправленного влияния на эволюционные процессы природы со стороны «нового геологического фактора» – человека, получившего такое «определение» в работах В. И. Вернадского, раскрывшего антропогенный характер современной биосферы [5]. Научный подход к реализации указанного антропогенного воздействия на природу приводит к необходимости построения соответствующих формальных моделей, отражающих роль многообразия в протекании эволюционных процессов.

1.1 Многообразие на уровне организмов

В биологическом плане источником разнообразия живых организмов является соответствующее разнообразие их генетических структур, определяемое, в свою очередь, дискретным набором нуклеотидов, число возможных комбинаций которых в нуклеотидных последовательностях значительно превосходит количество известных в настоящее время белковых соединений.

На уровне отдельных организмов указанное разнообразие достаточно очевидно и проявляется в дифференциации и разделении физиологически важных функций, значительно расширяющих экологическую нишу тех особей, у которых такое разделение наиболее совершенно, рисунок 1.



Рисунок 1. Иллюстрация примеров разделения приспособительных функций у различных биологических видов

Figure 1. Illustration of examples of adaptive division of functions in different species

В качестве примеров можно привести существование у жуков Coleoptera мягких и жёстких пар крыльев, дающих жукам возможность полёта и механическую защиту при перемещениях в почве или древесине; наличие у актинобактерий рода Rhodococcus четырёх типов клеток, обеспечивающих, в результате межклеточной кооперации, жизнедеятельность бактериальных колоний в агрессивных средах с высокой степенью загрязнения минеральными солями и нефтепродуктами; существование в жаберном эпителии проходных рыб ионофильтрующих клеток как морского, так и пресноводного типов; образование раннелетних и позднелетних растений, вплоть до разделения на яровые и озимые формы одного

вида. Исключительно важным фактом, подтверждающим предпочтительность биологической специализации функций перед их универсальностью, является существование у высших организмов функционально неспециализированных, так называемых стволовых клеток, способных, при возникновении необходимости в регенерации того или иного органа или ткани, дифференцироваться в специализированные клетки.

1.2 Многообразие на уровне популяции

Несмотря на отмеченную очевидность приведённых примеров, рассмотренный организменный уровень биологического разнообразия непригоден для построения эволюционной модели в силу того, что минимальной структурной единицей живого мира, в которой возможно протекание эволюционных процессов, является популяция. Более того, накопление генофонда, необходимого для сохранения вида, возможно только в достаточно больших популяциях, в которых общая скорость мутационных изменений не уступает скорости вариаций условий внешней среды. Указанное обстоятельство частично учитывает известная теорема Фишера [6], согласно которой средняя скорость приспособленности популяции возрастает пропорционально генной дисперсии (вариации) внутри популяции:

$$\begin{cases} \dot{x}_i = \left(w_i - \sum_{j=1}^{n} (w_j x_j) \right) x_i; \\ \sum_{j=1}^{n} x_j = 1; \quad i = \overline{1,n}, \end{cases} \tag{1}$$

где w_i – степень приспособленности особей с генотипом i; x_i – частота встречаемости генотипа i в популяции;

$$\sum_{i=1}^{n} w_i x_i = \bar{w}, \tag{2}$$

где $\bar{w}$ – средняя приспособленность всех генотипов; n – число различных генотипов.

Дальнейшее развитие модели Фишера связано с устранением ограничения на исходное разнообразие, накладываемое конечным числом n генотипов, что позволит приблизить эту модель к реальным условиям. К таким условиям следует отнести бесконечно большое разнообразие изменений внешней среды, вследствие которых ограниченный набор генотипов в популяции постепенно будет использован и популяция будет обречена на вымирание. Отметим попутно, что это требование к модели вытекает из известного эволюционного принципа необходимого разнообразия У. Эшби: “Variety can destroy variety”.

1.3 Разнообразие на уровне экосистемы

Переходя к биоразнообразию на экосистемном уровне организации жизни, следует, прежде всего, отметить таксономическое многообразие, обеспечивающее в экосистеме непрерывность трофической цепи в условиях, ставших неблагоприятными для развития отдельных таксонов, освободившуюся нишу которых занимают другие виды, ранее не игравшие доминирующего значения, но оказавшиеся более приспособленными к новым условиям.

Кроме таксономического разнообразия важную роль в экосистеме играет её иерархическая строение, образующее структуру с замкнутым циклом (круговоротом) вещества и энергии (рисунок 2). Наиболее известной моделью взаимодействия элементов экосистемы является балансовая модель Лотки-Вольтерры, однако аспекты эволюционной роли многообразия, иерархичности структуры экосистемы и её замкнутость в этой модели не затрагиваются. В этом плане перспективны работы в области биокибернетики [7, 8]. Биокибернетическая модель экосистемы должна учесть следующие свойства экосистемы и особенности её функционирования:

– баланс массы – сохранение вещества и энергии, приведённой к эквивалентной массе вещества, в их замкнутом круговороте;

– трофическую структуру передачи вещества в экосистеме, для которой характерна быстро уменьшающаяся доля перерабатываемой массы вещества при переходе от нижних к верхним иерархическим уровням системы – от продуцентов к консументам;

– накопительные (буферные) свойства каждого уровня экосистемы, способного создавать запас вещества, не полностью включаемого в его общий круговорот;

– многомерность (множественность) взаимосвязей каждого биологического вида любого уровня экосистемы с каждым видом нижестоящего и вышестоящего смежного уровня;

– ограничивающее влияние внутривидовой и межвидовой конкуренции каждого уровня экосистемы на скорость потребления и прироста биомассы на рассматриваемом и смежных уровнях трофической цепи.

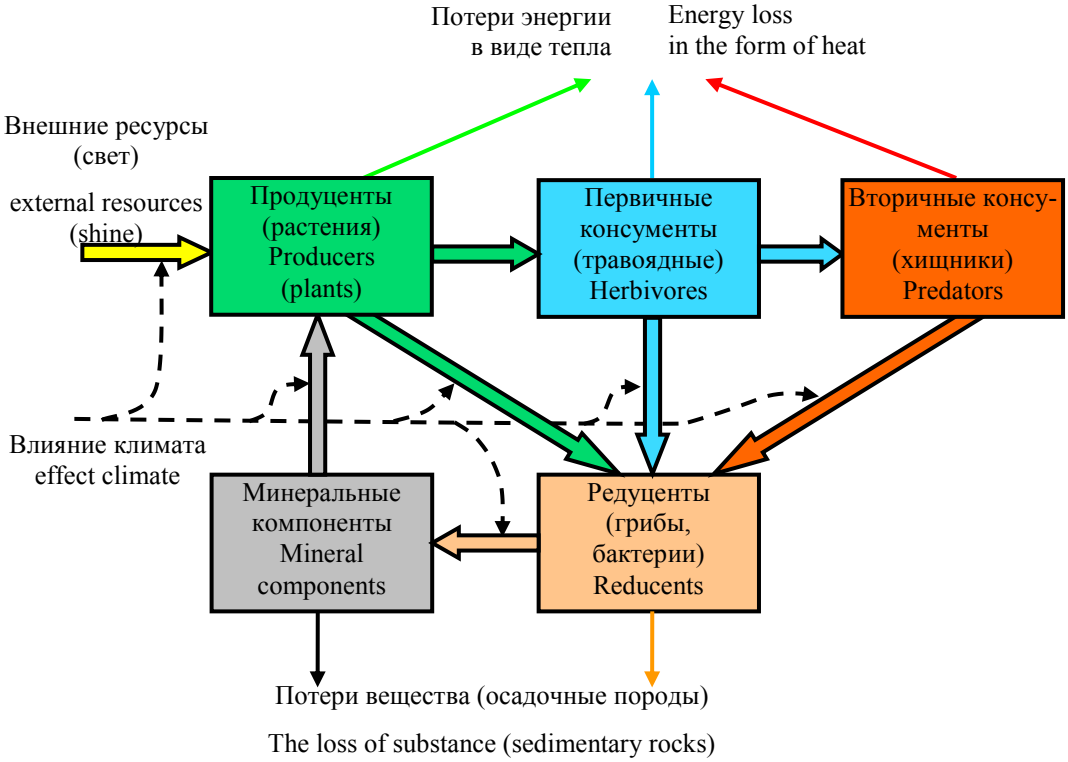


Рисунок 2. Замкнутая структура иерархической системы

Figure 2. The closed structure of the hierarchical ecosystem

Важным аспектом построения модели функционирования экосистемы является выбор критерия её качества с точки зрения эволюционных возможностей. Традиционное моделирование экосистемы с целью анализа устойчивости не отвечает целям исследования её эволюционных свойств, так как установившееся, стабилизированное, равновесное состояние системы является эволюционно застойным. Эволюционные изменения в экосистеме представляют собою достаточно быстрый в палеонтологическом масштабе времени переходный процесс, который в простейшем случае предполагает переход из одного равновесного состояния в другое, а в более общем плане – заключается в непрерывно существующем неравновесном режиме функционирования экосистемы. Биологическая сущность неравновесных режимов состоит в непрекращающейся внутри- и межвидовой конкурентной борьбе за передел существующих и освоение новых экологических ниш, причём существенные изменения окружающей среды приводят к ускоренному доминированию ранее угнетённых элементов экосистемы, обнаруживающих в новых условиях лучшие приспособительные свойства. Указанное обстоятельство было отмечено E.D. Cope [9], обратившим внимание на феноменологическое увеличение многообразия таксонов в биосистемах, оказавшихся в условиях экологического кризиса. Современный пример подобного взрывного видообразования двустворчатых моллюсков в высыхающем Аральском море подробно рассматривается в [10].

ЛИТЕРАТУРА

1 Convention on biological diversity. New York: United Nations Treaty Series, 2001. V. 1760. i. nos. 30690. P. 79–307.

2 Nikisianis N., Stamou G.P. Harmony as ideology: questioning the diversity–stability hypothesis // Acta Biotheoretica. 2016. V. 64. Issue 1. P. 33–64.

3 Rodríguez R.A. et al. Thermostatistical distribution of a trophic energy proxy with analytical consequences for evolutionary ecology, species coexistence and the maximum entropy formalism // Ecological Modelling. 2014. V. 296. P. 24–35.

4 Venjakob C. et al. Plant diversity increases spatio-temporal niche complementarity in plant-pollinator interactions // Ecology and Evolution. 2016. V. 6. Issue 8. P. 2249–2261.

5 Вернадский В.И. Биосфера и ноосфера. М.: Айрис-пресс, 2012. 576 с.

6 Fisher R.A. The genetical theory of natural selection. Oxford: Oxford University Press, 2011. 318 p.

7 Podvalny S.L., Vasiljev E.M. A multi-alternative approach to control in open systems: origins, current state, and future prospects // Automation and Remote Control. 2015. V. 76. № 8. P. 1471–1499.

8 Podvalny S.L., Vasiljev E.M., Barabanov V.F. Models of multi-alternative control and decision-making in complex system // Automation and Remote Control. 2014. V. 75. № 10. P. 1886–1891.

9 Cope E.D. The primary factors of organic evolution. Miami: HardPress Publishing, 2013. 586 p.

10 Андреева С.И., Андреев Н.И. Эволюционные преобразования двустворчатых моллюсков Аральского моря в условиях экологического кризиса. Омск: Изд-во Омского гос. педагогич. ун-та, 2003. 382 с.

REFERENCES

1 Convention on biological diversity. New York, United Nations, Treaty Series, 2001, vol. 1760, i. nos. 30690, pp. 79–307.

2 Nikisianis N., Stamou G.P. Harmony as ideology: questioning the diversity–stability hypothesis. Acta Biotheoretica, 2016, vol. 64, issue 1, pp. 33–64.

3 Rodríguez R.A. et al. Thermostatistical distribution of a trophic energy proxy with analytical consequences for evolutionary ecology, species coexistence and the maximum entropy formalism. Ecological Modelling, 2014, vol. 296, pp. 24–35.

4 Venjakob C. et al. Plant diversity increases spatio-temporal niche complementarity in plant-pollinator interactions. Ecology and Evolution, 2016, vol. 6, issue 8, pp. 2249–2261.

5 Vernadskij V.I. Biosfera i noosfera [Biosphere and the noosphere]. Moscow, Ajris-press, 2012. 576 p. (in Russian).

6 Fisher R.A. The genetical theory of natural selection. Oxford, University Press, 2011. 318 p.

7 Podvalny S.L., Vasiljev E.M. A multi-alternative approach to control in open systems: origins, current state, and future prospects. Automation and Remote Control, 2015, vol. 76, no. 8, pp. 1471–1499.

8 Podvalny S.L., Vasiljev E.M., Barabanov V.F. Models of multi-alternative control and decision-making in complex system. Automation and Remote Control, 2014, vol. 75, no. 10, pp. 1886–1891.

9 Cope E.D. The primary factors of organic evolution. Miami, HardPress Publishing. 2013. 586 p.

10 Andreeva S.I., Andreev N.I. Evolyutsionnye preobrazovanija dvustvorchatyh molljuskov Aral'skogo morja v uslovijah jekologicheskogo krizisa [The evolutionary transformation of bivalve molluscs of the Aral Sea in the conditions of ecological crisis]. Omsk, Gos. pedagogicheskii univ., 2003. 382 p. (in Rusian.).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Семён Л. Подвальный д.т.н, профессор, кафедра автоматизированных и вычислительных систем, Воронежский государственный технический университет, Московский пр-т, 14, г. Воронеж, 394026, Россия, spodvalny@yandex.ru

Евгений М. Васильев к.т.н, доцент, кафедра автоматизированных и вычислительных систем, Воронежский государственный технический университет, Московский пр-т, 14, г. Воронеж, 394026, Россия, vgtu-aits@yandex.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Semen L. Podvalny doc. tech. sci., professor, automation and informatics in technical systems department, Voronezh state technical university, Moscow Av., 14, Voronezh, 394026, Russia, spodvalny@yandex.ru

Evgenii M. Vasiljev cand. tech. sci., assistant professor, automation and informatics in technical systems department, Voronezh state technical university, Moscow Av., 14, Voronezh, 394026, Russia, vgtu-aits@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Семён Л. Подвальный обзор литературных источников по исследуемой проблеме.
Евгений М. Васильев написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несет ответственность за плагиат.

CONTRIBUTION

Semen L. Podvalny review of the literature on an investigated problem
Evgenii M. Vasiljev 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 01.08.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 22.08.2016

RECEIVED 8.01.2016

ACCEPTED 22.08.2016

Оригинальная статья/Original article

УДК 519.712

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-128-134

Разработка алгоритмов функционирования мультиагентной системы поддержки принятия решений по оценке надежности блока разделения воздуха воздухоразделительных установок

Евгений Д. Чертов, [1]
Евгений Г. Спиридонов, [2]
Игорь Ю. Акулов [2] akul651@yandex.ru
Игорь А. Авцинов [3]

[1] кафедра технической механики, Воронеж. гос. ун-т инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия
[2] кафедра криогенной техники, систем кондиционирования и метрологического обеспечения, Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А., ул. Старых Большевиков, 54а, г. Воронеж, 394064, Россия,
[3] кафедра информационных и управляющих систем, Воронеж. гос. ун-т инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Реферат. Под знаниями, применительно к задаче разработки базы знаний (БЗ) системы оценки надежности понимаются закономерности предметной области, полученные на практике и в результате профессиональной подготовки специалистов, появляются возможности, позволяющие ставить и решать задачи в области управления надежностью. Опираясь на наши исследования можно заключить, что ключевым моментом разрабатываемой мультиагентной системы поддержки принятия решений (МАСППР) является БЗ, основными принципами построения и функционирования которой являются: принцип прецедентности при получении диагностической информации; принцип адаптивности при сборе, классификации и систематизации диагностической информации; принцип открытости системы, предусматривающий возможность совершенствования и пополнения базы знаний; принцип модульности при построении; принцип когнитивности при обучении, предусматривающий наличие процедур дружественного и конструктивного взаимодействия. В свою очередь, модель представления знаний в МАСППР строится на основе продукционной системы (ПС), которая является хорошо известной и широко используемой в СИИ моделью представления знаний. Согласно мультиагентной системе поддержки принятия решений предлагается использовать наиболее простой метод представления правил, а именно, списочную (или табличную) форму, которая показывает список правил в памяти интерпретатора. Разработка алгоритма функционирования машины логического вывода. Для совершенствования поиска маршрута логического вывода из множества правил, разработанных для «агента-исполнителя» и «агента-координатора», предлагается использовать метод линейного матричного вывода. Суть метода состоит в том, что для совокупности правил, представленных в списочной форме, строится матрица, затем, на основе анализа этой матрицы определяется факт наличия маршрута логического вывода, после чего определяются возможные маршруты логического вывода.

Ключевые слова: мультиагентная система, разработка алгоритмов, построение матрицы, логический ввод

Development algorithm operation of multicomponent system system to support decision-making in assessing the reliability of air separation plants

Evgenii D. Chertov, [1]
Evgenii G. Spiridonov, [2]
Igor' Yu. Akulov, [2] akul651@yandex.ru
Igor' A. Avtsinov [3]

[1] technical mechanics department, Voronezh state university of engineering technology, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia
[2] cryogenic technics, central airs and metrological maintenance department, Military and air academy of the prof. N. E. of Zhukovsky and Yu. A. Gagarin, Starykh Bolshevikov St., 54a, Voronezh, 394064, Russia
[3] information and control systems department, Voronezh state university of engineering technology, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Voronezh, Russia

Summary. In that case when knowledge in relation to a problem of development of the knowledge base (KB) of system of an assessment of reliability is understood as the regularities of subject domain received in practice and as a result of vocational training of experts there are opportunities the problems allowing to put and solve in the field of management of reliability. Leaning against our researches it is possible to conclude that the key moment developed the multicomponent systems of support of decision-making (MASPPR) is KB, main principles of construction and which functioning are: the principle of a precedential when obtaining diagnostic information; the principle of fitness during the receiving, the analysis and structurization of diagnostic information; the principle of openness of system having a possibility of progressive updating, being guided by the available information, knowledge bases; the principle of a modularity at construction; the principle of knowledge when obtaining new information assuming existence of procedures of loyal and effective interaction. In turn, the model of representation of knowledge in MASPPR is under construction on a basis production systems (PS) which is model of representation of knowledge well-known and widely used in SEE. According to multicomponent system of support of decision-making it is offered to use the simplest method of submission of rules, namely, list (or tabular) a form which shows the list of rules in memory of the interpreter. Development of algorithm of functioning of the car of a logical conclusion. At reduction of time and simplicity of search of a route of a logical conclusion from a significant amount of the rules developed for "agent-performer" and "agent-coordinator" we will apply a method of a linear matrix conclusion. The essence of a method consists that for set of the rules located in the form of the list the matrix is under construction, then, on the basis of the analysis of this matrix the route of a logical conclusion then additional routes of a logical conclusion are defined is defined

Keywords: multicomponent system, working out of algorithms, matrix construction, logic input

Для цитирования

Чертов Е.Д., Спиридонов Е. Г., Акулов И. Ю., Авцинов И. А. Разработка алгоритмов функционирования мультиагентной системы поддержки принятия решений по оценке надежности блока разделения воздуха воздухоразделительных установок // Вестник ВГУИТ. 2016. № 3. С. 128–134. doi:10.20914/2310-1202-2016-3-128-134

For citation

Chertov E. D., Spiridonov E. G., Akulov I. Yu., Avtsinov I. A. Development algorithm operation the multicomponent system on estimation of reliability of the block of division of the air of divisions air installation. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 3. pp. 128–134. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-3-128-134

Введение

В том случае, когда под знаниями применительно к задаче разработки базы знаний (БЗ) системы оценки надежности понимаются закономерности предметной области, полученные на практике и в результате профессиональной подготовки специалистов, появляются возможности позволяющие ставить и решать задачи в области управления надежностью.

1.1 Разработка базы знаний мультиагентной системы поддержки принятия решений по оценке эксплуатационной надежности аппаратной части блока разделения воздуха воздухоразделительных установок.

Опираясь на наши исследования можно заключить, что ключевым моментом разрабатываемой мультиагентной системы поддержки принятия решений (МАСППР) является БЗ, основными принципами построения и функционирования которой являются:

- принцип прецедентности при получении диагностической информации;
- принцип приспособленности при получении, анализе и структуризации диагностической информации;
- принцип открытости системы, имеющий возможность прогрессивного обновления, опираясь на имеющуюся информацию, базы знаний;
- принцип модульности при построении;
- принцип познания при получении новой информации, предполагающий наличие процедур лояльного и действенного взаимодействия.

В свою очередь, модель представления знаний в МАСППР строится на основе продукционной системы (ПС), которая является хорошо известной и широко используемой в СИИ моделью представления знаний [1, 3, 4]. ПС представляет собой совокупность трех компонентов:

- база данных (БД), имеющая множество фактов, описывающих предметную область;
- база правил, представленная набором продукций (правил вида ЕСЛИ⇒ТО);
- управляющий модуль, отвечающий за логический вывод (интерпретатор ПС).

К очевидным достоинствам продукционных моделей можно отнести следующие:

- модульность, то есть не привязанность продукций между собой;
- простота и понимание различных знаний при логическом вводе;
- использование продукционной стратегии позволяет говорить о «прозрачности» системы (способность системы к объяснению принятых решений и получению результатов);
- вариативность при выборе управленческих стратегий;
- адаптивность к разработке программного продукта для автоматического решения задач.

Возможность выбора любого алгоритма для решения поставленной задачи и отображения полученных данных на экране ЭВМ.

К недостаткам относится:

- сложность в добавлении правил к уже имеющимся в базе;
- отсутствие ясности взаимоотношений продукций;
- размытость оценки целостного образа знаний.

Согласно мультиагентной системе поддержки принятия решений предлагается использовать наиболее простой метод представления правил, а именно, *списочную* (или *табличную*) форму, которая показывает список правил в памяти интерпретатора. Разработка алгоритма функционирования машины логического вывода [5, 6].

При уменьшении времени и простоте поиска маршрута логического вывода из значительного количества правил, разработанных для «агента-исполнителя» и «агента-координатора», применим метод линейного матричного вывода. Суть метода состоит в том, что для совокупности правил, расположенных в форме списка, строится матрица, затем, на основе анализа этой матрицы определяется маршрут логического вывода, после чего определяются дополнительные маршруты логического вывода.

Определенное в форме списка многозначное соответствие между конечным множеством входных и выходных переменных в каждой конкретной ситуации можно представить в виде:

$$S = <X, Y, H>, \quad (1)$$

где: $X = \{x_n\}$ – множество входных переменных; $Y = \{y_f\}$ – множество выходных переменных; $H = \{h_k\}$ множество правил, то есть соответствие вида $H \subseteq X \cdot Y$, задающее связь между входными и выходными переменными.

Тогда, если известно множество правил $H = \{h_k\}$, имеющих в своем составе множество переменных входа $X = \{x_n\}$ и выхода $Y = \{y_f\}$, получим матрицу взаимосвязи всех переменных и правил – $S\ (mx)$, где $m = n + f$. Здесь, на каждой строке при описании каждого правила, все входные переменные этого правила на соответствующих позициях матрицы помечаются символом x, все выходные – y. Блок-схема алгоритма формирования матрицы представлена на рисунке 1.

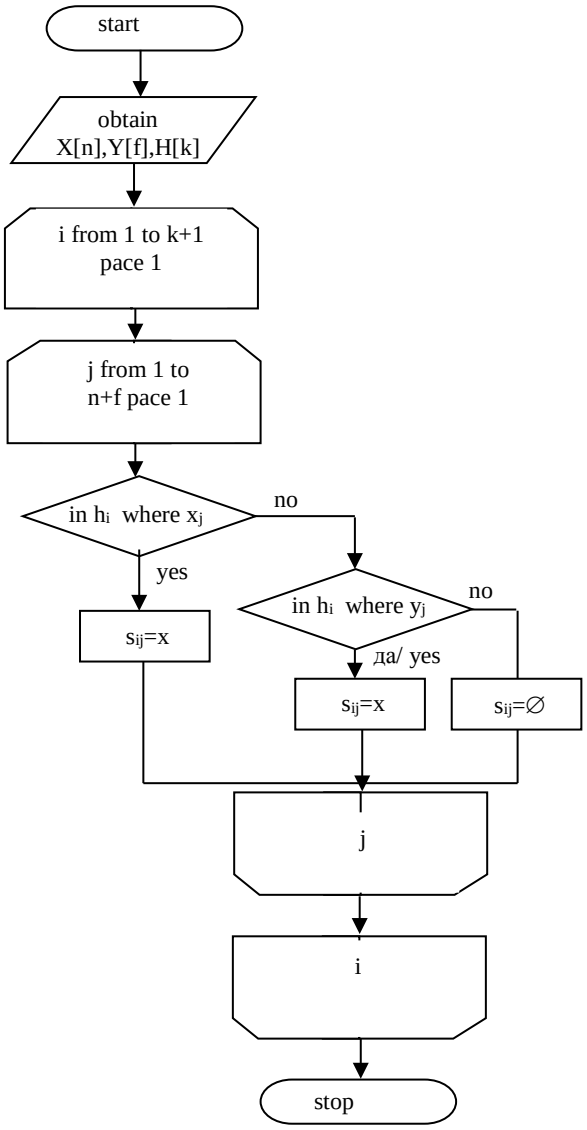


Рисунок 1. Блок-схема алгоритма формирования матрицы

Figure 1. Block diagram of algorithm of formation of a matrix

Для оптимального количества операций поиска маршрута логического вывода необходимо добавить в матрицу еще одну строку *k + 1*, в которой будут записываться исходные данные – $l_j \in L$, где *L* – множество известных данных. Таким образом, получаем матрицу *S* размерности $m\cdot(k + 1)$), в которой показана вся структура исходной сети правил, которая может изменяться в любое время.

Блок-схема алгоритма матричного поиска маршрута логического вывода представлена на рисунке 2.

На ней приведены следующие действия:

1. В строке *k + 1* помечают все известные *l* переменные.

2. Поэтапно, перемещаясь вниз, производится поиск таких правил, которые могут быть задействованы, то есть известны все входные переменные.

Механизм выбора задействованного правила показан в следующем виде:

$$h = C(B) \subseteq B \subseteq H, \qquad (2)$$

где *H* – множество всех возможных правил (всех альтернатив); *B* – конкретное исходное множество допустимых правил (альтернатив); *C(B)* – функция выбора привилегированного правила (альтернативы); *h* – задействованное правило.

Множество *B* выбирается на основе условия:

$$B = \{h_i\}, \text{ если } x_j \in h_i \text{ и } x_j \subseteq Z,$$

$$i = \overline{1,k}, \; j = \overline{1,m}. \qquad (3)$$

Функция выбора является выражением формирования необходимых и достаточных условий выбора правила. Правило может быть задействовано, если после запуска соответствующей входной переменной процедуры обработки (Proc), мы получим значение входной переменной в правиле (Value_in):

$$C(B) = (Proc(x_j) = Value_in), \qquad (4)$$

где $x_j \in h$, $j = \overline{1,m}$.

3. После запуска правила *h*, выводимые в этом правиле значения $y_j \in h$ ($j = \overline{1,m}$) становятся известными, то есть помечаются в служебной строке *(k + 1) – l*, а $x_j \in h$ и $x_j \subseteq L$ ($j = \overline{1,m}$) удаляются из служебной строки, то есть $L = Y\{y_j\}$ *при* $y_j \in h$ ($j = \overline{1,m}$) – известные переменные становятся равные выводимым переменным задействованного правила.

4. Если правил, где $x_j \subseteq L$ ($j = \overline{1,m}$) нет, то задача считается решенной, иначе поиск решения осуществляется далее.

5. На этом этапе определяют наличие таких правил, которые могут быть запущены после определения новых параметров, то есть поступают аналогично п. 2.

6. Аналогично п. 3 запускают правила, далее действуют согласно п. 4 и п. 5 и выполняют эти действия, пока не будет получен результат.

Определение «запуск» правил формируется в следующем виде.

Изначально строим матрицы. Затем представим их в бинарном виде, имеющем два значения: 1 – соответствующая переменная является входной для правила и 0 – переменная есть в правиле, но является выводимой из него. Если все строки такой матрицы будут представлять собой бинарные числа, то поиск запускаемых правил сводится к сравнению двух бинарных чисел.

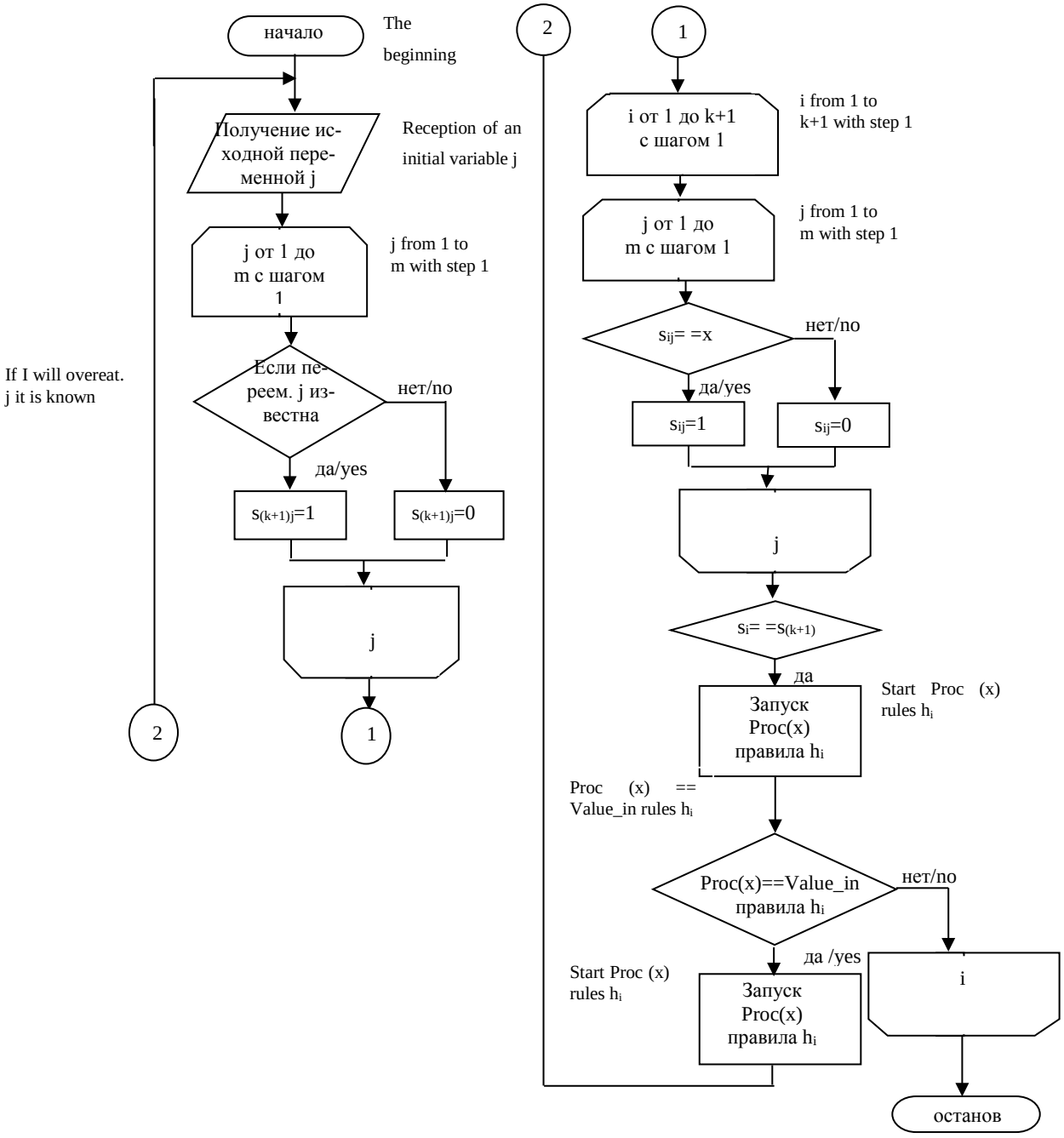


Рисунок 2. Блок-схема алгоритма матричного поиска маршрута логического вывода

Figure 2. Block diagram of algorithm of matrix search of a route of a logic conclusion

1.2 Информационное обеспечение мультиагентной системы поддержки принятия решений по оценке эксплуатационной надежности блока разделения воздуха воздухоразделительных установок.

Отдельные факты, описывающие объекты, процессы и явления предметной области, а также их свойства называются данными [2, 6].

Приобретенная внутри системы информация подвергается делению на следующие виды: *входная* информация, поступающая из других систем или с помощью ручного ввода и *выходная* информация – результаты работы системы, выходные файлы.

Группы делятся на *нормативно-справочную* (условно-постоянная информация, изменяющаяся сравнительно редко) и *оперативно-учетную* (переменная информация).

Входную информацию МАСППР разделяется на:

–*статическую*, закладываемую на этапе формализации знаний об исследуемом объекте БРВ ВРУ военного назначения (как правило, эта область базы фактов может быть неполной при первоначальном ее формировании и накапливается во время эксплуатации, например, при модернизации и замене теплообменников, ректификационных колонн, проводящей аппаратуры);

— *динамическую*, появляющуюся после запуска системы в соответствии с разработанной ранее моделью знаний.

Очевидно, что имея дело с постоянно меняющимися объектами реального мира (развитие, старение), МАСППР должна иметь достаточно пластичную «обучаемость» – возможность расширения и углубления знаний и принципов их применения при анализе меняющихся условий и принятии решений, то есть, она должна использовать для решения поставленных перед ней задач информацию, приобретенную со времени ввода системы в эксплуатацию.

К входной нормативно-справочной (статической) информации МАСППР относятся следующие данные:

- об элементах БРВ ВРУ военного назначения и их характеристиках;
- о граничных значениях наблюдаемых параметров условий эксплуатации элементов БРВ ВРУ военного назначения;
- о показателях надежности ТС и БРВ ВРУ военного назначения в целом, рассчитанных на стадии проектирования;
- о возможных видах отказов ТС и об их критериях;
- о функциях, выполняемых ТС.

Входная оперативно-учетная (динамическая) информация МАСППР содержит следующие данные:

— значения наблюдаемых параметров условий эксплуатации;

— информация об имевших место отказах объектов БРВ ВРУ военного назначения;

— пересчитанные показатели надежности элементов, функций и БРВ ВРУ военного назначения в целом;

— информация о правилах, представленная в списочной форме.

Таким образом, можно выделить несколько уровней входной информации (рисунок 3):

1. *Developer Level* – алгоритмы оценки, прогнозирования показателей надежности и обеспечение возможности изменения параметров и структуры этих алгоритмов.

2. *User level* – информация, вносимая пользователем системы, описывающая каждый элемент БРВ ВРУ военного назначения, контролируемых параметрах и показателей надежности ТС, построение структурно – функциональных схем.

3. *System level* – информация (опыт), накопленная со времени начала функционирования МАСППР, и использование её в процессе принятия решения.

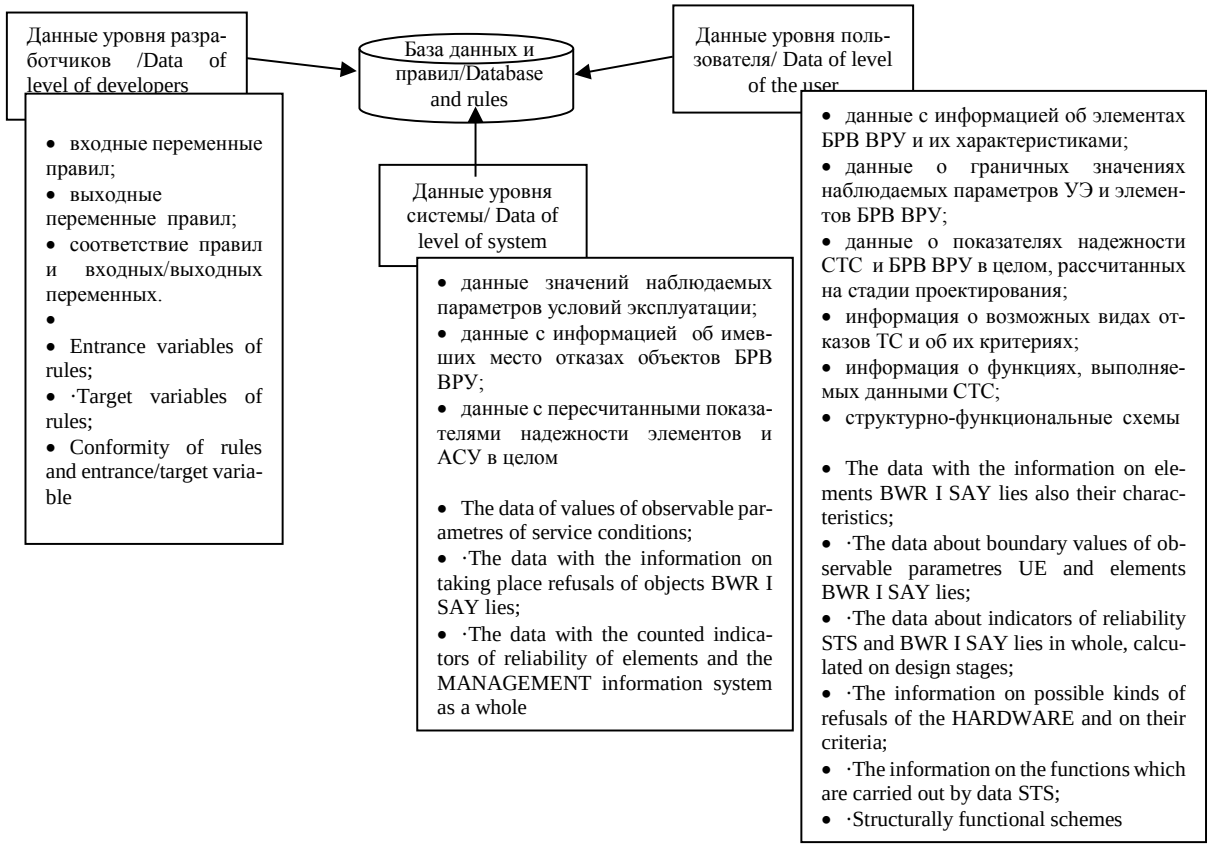


Рисунок 3. Структура входной информации

Figure 3. Structure of the entrance information

После активации системы, происходит накопление информации об объекте, проверка на соответствие допустимых значений контролируемых параметров и пополнение новой информацией базы знаний. В случае рассогласования и выявления несоответствий в работе технической системы (ТС) производится проверка его работоспособности, в результате чего на мониторе оператора появляется информация о наблюдаемом ТС в виде сигнализирующих сообщений. При «сбое» системы появляется сообщение о месте, времени и предполагаемой неисправности (ошибке) в работе ТС. После устранения неисправности система внесет данную информацию в БД для предотвращения инцидента (ошибки в программе).

Предполагается, что при последовательных «прогонах» программы наборы входных данных являются случайными и выбираются в соответствии с законом распределения, соответствующим реальным условиям функционирования.

Только после тестового периода в работе ТС, накопления необходимого и достаточного количества информации МАСППР можно внедрять в производство.

В этом случае, выходной информацией МАСППР для оценки эксплуатационной надежности аппаратной части будут являться:

- оценочные и прогнозные значения показателей надежности ТС, отдельных функций и БРВ ВРУ военного назначения в целом;
- предупреждающие сообщения оператору об отклонениях в наблюдаемой системе;
- сообщения оператору об отказах отдельных элементов БРВ ВРУ военного назначения.

Значительное количество новых разработок алгоритмов функционирования мульти-агентной системы поддержки принятия решений по оценке надежности БР воздуха ВРУ посвящено оптимальному количеству операций поиска маршрута.

Отметим, что предложено построение модели представления знаний интеллектуальных агентов в МАСППР на основе продукционной системы, которая хорошо известна и широко используема в СИИ.

Заключение

На основе матричного метода поиска маршрута логического вывода на сети продукционных правил, разработанных для агентов системы, разработаны алгоритм формирования матрицы взаимосвязи входных, выходных переменных и исходной сети правил, а также алгоритм матричного поиска маршрута логического вывода.

ЛИТЕРАТУРА

1 Зраенко В.П., Федотов В.П., Аксенов К.А. Разработка коалиционной системы поддержки и принятия решений // Вестник Самарского государственного технического университета. Сер. Физ.-мат. наук. 2013. № 2(31). С. 72–79.

2 Дыков М.А., Кравец А.Г., Коробки Д.М., Укустов С.М. и др. Автоматизированная система принятия решений при патентной экспертизе // Известия Волгоградского государственного технического университета. 2014. Т. 20. № 6 (133).

3 Измайлов И.А. Мультиагентная система поддержки принятия решений по оперативному прототипированию, развертыванию и обновлению многокомпонентных распределенных информационных систем // Молодой учёный. 2014. № 9. С. 162–164.

4 Измайлов И.А., Бахтенко Е.А. Организация информационной поддержки на промышленном предприятии // Труды Международной научно-методической конференции «Информатизация инженерного образования» – ИНФОРИНО-2014. 2014. С. 27–30.

5 Измайлов И.А., Суконщиков А.А. Проектирование системы управления ресурсами предприятия на основе многоагентных систем // «Научная дискуссия: инновации в современном мире»: материалы VII международной заочной научно-практической конференции. 2012. Ч I. С. 35–39.

6 Харасова А.С. Контроллинг как информационная система поддержки принятия управленческих решений в предпринимательстве // Российское предпринимательство. 2014. № 21 (267). С. 17–23.

REFERENCES

1 Zraenko V. P, Fedotov V. P, Aksenov K.A. Working of coalition system of support and decision-making. *Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [Bulletin of the Samara State Technical University] 2013, no. 2 (31), pp. 72–79. (in Russian)

2 Dykov M. A, Kravets A.G., Korobki D.M., Ukustov S.M. et al. The automated system of decision-making at patent expert examination. *Izvestiya volgogradskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [News of Volgograd State Technical University] 2014, vol. 20, no. 6 (133). (in Russian)

3 Izmaylov I.A. Multicomponent system of support of decision-making on operative prototyping, expansion and updating of the multicomponent distributed information systems. *Molodoi uchenyi* [Young scientist] 2014, no. 9, pp. 162–164. (in Russian)

4 Izmaylov I.A., Bahtenko E.A. Organization of information support at the industrial enterprise. Trudy mezhdunarodnoi nauchno-metodicheskoi konferentsii “Informatizatsiya inzhenernogo obrazovaniya” [Works of the International scientifically-methodical conference «engineering education Information» –INFORINO] 2014, pp. 27–30. (in Russian)

5 Izmaylov I.A., Sukonshchikov A.A. Design of control system of enterprise resources on a basis multicomponent systems. Nauchnaya diskussiya: innovatsii v sovremennom mire [«Scientific discussion: innovations in the modern world»: materials of VII international correspondence scientifically-practical conference] 2012, part 1, pp. 35–39. (in Russian)

6 Kharasova A.S. Controlling as information system of support of acceptance of administrative decisions in business. *Rossiiskoe predprinimatel’stvo* [Russian business] 2014, no. 21 (267), pp. 17–23. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Евгений Д. Чертов д. т. н., профессор, кафедра тех-нической механики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революю-ции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Евгений Г. Спиридонов д. т. н., профессор, кафедра криогенной техники, систем кондиционирования и метрологического обеспечения, Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А., ул. Старых Большевиков, 54а, г. Воронеж, 394064, Россия

Игорь Ю. Акулов адъюнкт, капитан, кафедра криогенной техники, систем кондиционирования и метрологического обеспечения, Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А., ул. Старых Большевиков, 54а, г. Воронеж, 394064, Россия, Akul651@yandex.ru

Игорь А. Авцинов д. т. н., профессор, кафедра ин-формационных и управляющих систем, Воронеж-ский государственный университет инженерных тех-нологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Evgenii D. Chertov doctor of technical sciences, professor, technical mechanics department, Voronezh state university of engineering technology, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia

Evgenii G. Spiridonov doctor of technical science, professor, cryogenic techniques, central airs and metrological maintenance department, Military and air academy of the prof. N. E. of Zhukovsky and Yu. A. Gagarin, Starykh Bolshevikov St., 54a, Voronezh, 394064, Russia

Igor' Yu. Akulov graduated in a military academy, captain, cryogenic technics, central airs and metrological maintenance department, Military and air academy of the prof. N. E. of Zhukovsky and Yu. A. Gagarin, Starykh Bolshevikov St., 54a, Voronezh, 394064, Russia, Akul651@yandex.ru

Igor A. Avtsinov doctor of technical sciences, professor, information and control systems department, Voronezh state university of engineering technology, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Евгений Д. Чертов консультация в ходе исследования

Евгений Г. Спиридонов предложил методику проведения эксперимента и составил план поиска информации

Игорь Ю. Акулов обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провел эксперимент, выполнил расчеты, написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несет ответственность за плагиат

Игорь А. Авцинов консультация в ходе исследования

CONTRIBUTION

Evgenii D. Chertov consultation during the study

Evgenii G. Spiridonov has offered a technique of carrying out of experiment and has organised industrial tests

Igor' Yu. Akulov the review of references on an investigated problem, has made experiment, has executed calculations, has written the manuscript, corrected it before giving in edition and bears responsibility for plagiarism

Igor A. Avtsinov consultation during the study

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

ПОСТУПИЛА 30.07.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 22.08.2016

RECEIVED 7.30.2016

ACCEPTED 8.22.2016

Оригинальная статья/Original article

УДК 519.712

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-135-143

Математическое моделирование влияния внешних воздействий на температурные показатели масел двигателя внутреннего сгорания и элементов трансмиссии

Евгений Д. Чертов, [1]
Андрей А. Луканин, [2]
Алексей И. Овчинников, [2] miliman@inbox.ru
Игорь А. Авцинов [3]

[1] кафедра технической механики, Воронеж. гос. ун-т инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия
[2] кафедра эксплуатации и ремонта САТОП, военно-воздуш. акад. им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина, ул. Ст. Большевиков, 54А, г. Воронеж, 394064, Россия
[3] кафедра информационных и управляющих систем, Воронеж. гос. ун-т инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Реферат. Для описания процессов, происходящих в двигателе внутреннего сгорания и элементах трансмиссии, используются различные математические модели. В работе применяется раздел математической статистики – планирование эксперимента. Для оценки влияния внешних воздействий на температурные показатели масел ДВС и элементов трансмиссии был реализован полный факторный эксперимент, который направлен на определение температуры масла ДВС, коробки передач и главных передач. Моделирование влияния внешних воздействий на температурные показатели масел ДВС и элементов трансмиссии заключалось в следующем: строилась концептуальная модель; проводилась её формализация и исследование моделируемого процесса; определялись необходимые аппроксимации; строилась обобщённая схема процесса; по этой обобщённой схеме создавался алгоритм и разрабатывался программный комплекс; проводились расчёты на ЭВМ; определялись математические и графические зависимости внешних воздействий на температурные показатели масел ДВС и элементов трансмиссии; разрабатывались практические рекомендации по процессу подогрева применительно к эксплуатационным условиям СНО ОП. Объектом исследования является температура окружающего воздуха, время работы системы подогрева и мощность теплового агрегата, влияющие на температуру масел ДВС, коробки передач, главных передач ВАТ. Задача сводится к определению такой мощности теплового агрегата, при которой достигается максимальное значение температуры масла за минимальное время. Спланирован полный факторный эксперимент ПФЭ позволяющий определять взаимодействие двух факторов, которое и проявляется при одновременном варьировании этих факторов при действие каждого из них на выход в зависимости от уровня их нахождения.

Ключевые слова: математическое моделирование, температурные показатели, ДВС, элементы трансмиссии

Mathematical modeling of the impact of external influences on the temperature behavior of the internal combustion engine oils and transmission components

Evgenii D. Chertov, [1]
Andrei A. Lukanin, [2]
Aleksei I. Ovchinnikov, [2] miliman@inbox.ru
Igor' A. Avtsinov [3]

[1] technical mechanics department, Voronezh state university of engineering technology, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia
[2] cryogenic technics, central airs and metrological maintenance department, Military-air academy name prof. N.E. Zhukovsky and Ju. A. Gagarin, St. Bolshevikov str., 54A, Voronezh, 394064, Russia
[3] information and control systems department, Voronezh state university of engineering technology, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Voronezh, Russia

Summary. For the description of the processes occurring in internal combustion engine and elements of transmission, various mathematical models are used. In work the section of mathematical statistics - experiment planning is applied. For an estimation of influence of external influences on temperature indicators of oils ICE and transmission elements full factorial experiment which is directed on definition of temperature of oil ICE, a transmission and the main transfers has been realized. Modeling of influence of external influences on temperature indicators of oils ICE and transmission elements consisted in the following: the conceptual model was under construction; its formalization and research of modeled process was spent; necessary approximations were defined; the generalised scheme of process was under construction; under this generalized scheme the algorithm was created and the program complex was developed; calculations on the computer were spent; mathematical and graphic dependences of external influences on temperature indicators of oils ICE and transmission elements were defined; practical recommendations about heating process with reference to operational conditions of SNO OP were developed. Object of research is the air temperature, an operating time of system of heating and capacity of the thermal unit, influencing temperature of oils ICE, transmissions, the main transfers the MAT. The problem is reduced to definition of such capacity of the thermal unit at which the maximum value of temperature of oil for the minimum time is reached. Full factorial experiment FFE allowing is planned to define interaction of two factors which is shown at a simultaneous variation of these factors at action of each of them on an exit depending on level of their finding

Keywords: mathematical modeling, temperature indicators, ICE, transmission elements

Для цитирования

Чертов Е. Д., Луканин А. А., Овчинников А. И., Авцинов И. А. Математическое моделирование влияния внешних воздействий на температурные показатели масел двигателя внутреннего сгорания и элементов трансмиссии // Вестник ВГУИТ. 2016. № 3. С. 135–143. doi:10.20914/2310-1202-2016-3-135-143

For citation

Chertov E. D., Lukanin A. A., Ovchinnikov A. I., Avtsinov I. A. Mathematical modeling of the impact of external influences on the temperature behavior of the internal combustion engine oils and transmission components. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 3. pp. 135–143. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-3-135-143

Введение

Проведенный анализ работ [2, 4, 5] показывает, что для описания процессов, происходящих в ДВС и элементах трансмиссии, используются различные математические модели. В данной работе применяется раздел математической статистики – планирование эксперимента. Для оценки влияния внешних воздействий на температурные показатели масел ДВС и элементов трансмиссии был реализован полный факторный эксперимент, который направлен на определение температуры масла ДВС, коробки передач и главных передач. Моделирование влияния внешних воздействий на температурные показатели масел ДВС и элементов трансмиссии заключалось в следующем: строилась концептуальная модель; проводилась её формализация и исследование моделируемого процесса; определялись необходимые аппроксимации; строилась обобщённая схема процесса; по этой обобщённой схеме создавался алгоритм и разрабатывался программный комплекс; проводились расчёты на ЭВМ; определялись математические и графические зависимости внешних воздействий на температурные показатели масел ДВС и элементов трансмиссии; разрабатывались практические рекомендации по процессу подогрева применительно к эксплуатационным условиям СНО ОП.

Подогрев масел двигателя и элементов трансмиссии осуществляется системой подогрева, принципиальная схема которой представлена на рисунке 1.

Объектом исследования на данном этапе исследований (полного факторного эксперимента) является температура окружающего воздуха, время работы системы подогрева и мощность теплового агрегата, влияющие на температуру масел ДВС, коробки передач, главных передач ВАТ.

Задача сводится к определению такой мощности теплового агрегата, при которой достигается максимальное значение температуры масла за минимальное время. Факторы, влияющие температуру масла ДВС, КП, ГП, представлены на рисунке 2.

Выбираются основные входные (управляемые) факторы, определяющие условия работы системы подогрева: $T_{ов}$ – температура окружающей среды, °С; t – время работы системы подогрева, мин; W_{TA} – мощность теплового агрегата, кВт.

За основные оценочные показатели (выходные факторы) принимаются показатели температуры масла: температура масла ДВС $T_{ДВС}$, °С; температура масла КП $T_{КП}$, °С; температура масла ГП $T_{ГП}$, °С.

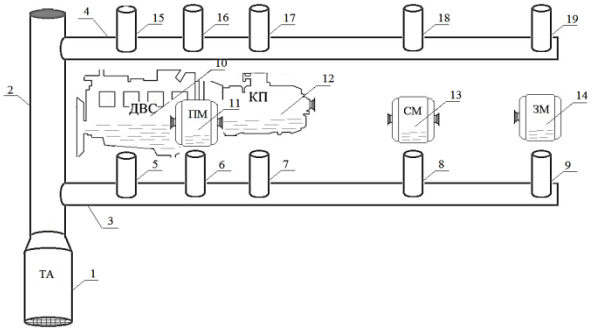


Рисунок 1. Принципиальная схема системы подогрева масел двигателя и элементов трансмиссии: 1 – тепловой агрегат; 2 – основная магистраль подвода теплоты; 3,4 – воздуховод подвода теплоты к стоянке автомобильной техники; 5,15 – воздуховод подвода теплоты к картеру масла ДВС; 6,16 – воздуховод подвода теплоты к картеру масла переднего моста ПМ; 7,17 – воздуховод подвода теплоты к картеру масла коробки передач КП; 8,18 – воздуховод подвода теплоты к картеру масла среднего моста СМ; 9,19 – воздуховод подвода теплоты к картеру масла заднего моста ЗМ; 10 – двигатель внутреннего сгорания; 11 – передний мост; 12 – коробка передач; 13 – средний мост; 14 – задний мост.

Figure 1. The concept of heating engine oils and transmission elements: 1 – heat unit; 2 – the main artery supplying heat; 3,4 – duct heat supply to the Parking of automotive vehicles; 5,15 – duct heat supply to the crankcase oil of the internal combustion engine; 6,16 – duct heat supply to the crankcase oil of the front axle PM; 7,17 – duct heat supply to the crankcase oil transmission KP; for 8, 18 – air duct for supplying heat to the crankcase oil of the middle bridge CM; 9,19 – duct heat supply to the crankcase oil of the rear axle ZM; 10 – an internal combustion engine; 11 – rear axle; 12 – transmission; 13 – median bridge; 14 – rear axle.

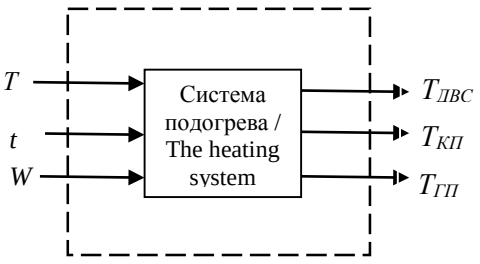


Рисунок 2. Факторы, влияющие на эксплуатационные и экологические показатели работы ДВС

Figure 2. . Factors affecting the operational and environmental indicators of work ICE

В основу планирования эксперимента был заложен план полного факторного эксперимента (ПФЭ), в котором исследуемые факторы изменялись на двух уровнях: нижнем $x_{iн}$ и верхнем $x_{iв}$, симметрично расположенных относительно основного уровня x_{i0}. [3]. Изображение плана ПФЭ при кодовом обозначении значений величин факторов показано на рисунке 3.

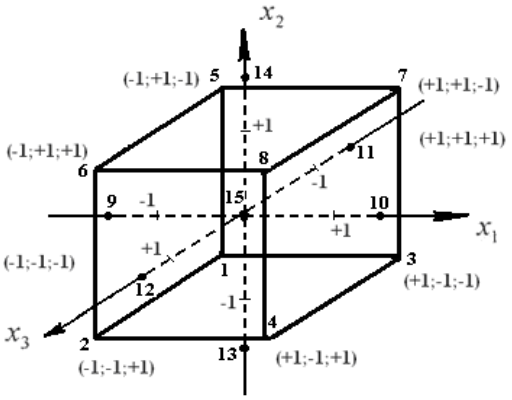


Рисунок 3. Графическое изображение ПФЭ

Figure 3. Graphic image of PPE

Построению плана ПФЭ предшествовало проведение ряда неформализованных действий (принятие решений), направленных на выбор локальной области факторного пространства, исходя из свойств исследуемого объекта.

Общее число опытов в плане для ПФЭ было равно:

$$N = NI + NII + NIII, \quad (1)$$

где NI = 2R = 8 – число всех возможных наблюдений; NII = 2R = 6, где R – количество факторов; NIII = 6; тогда N = 20, а плечо r = 2R/4 = 1,682.

Вначале выбираются основные (нулевые) уровни xí0, затем – интервалы варьирования Δxí и определяются нижние xín и верхние xíв уровни. В качестве исходной точки xí0 выбирали такую, которая соответствовала наилучшим условиям, определенным на основе анализа априорной информации о системе. На выбор интервала варьирования Δxí накладывались естественные ограничения снизу (интервал не мог быть меньше ошибки фиксирования уровня фактора, так как в противном случае верхний и нижний уровни оказались бы неразличимыми) и сверху (верхний и нижний уровни не должны выходить за область определения).

Предельные значения входных (управляемых) факторов (таблица 1) устанавливаются в результате проведения предварительных опытов и анализа, выполненных ранее работ.

Уровни выходных факторов и интервалы варьирования отображены в таблице 2. Выбирая комбинации уровней факторов для каждой экспериментальной точки квадрата, получается план ПФЭ (таблица 3).

Таблица 1

Предельные значения входных (управляемых) факторов

Table 1

The limit values of the input (driven) factors

Факторы / Factors	Кодовое обозначение A coded indication	Обозначение Indication	Интервал варьирования The interval of variation	Уровни варьирования Levels of variation				
				–1,682	–1	0	1	1,682
Температура окружающего воздуха, °С / Ambient temperature, ° С	x_1	$T_{ов}$	10	–36	–29	–19	–9	–2
Время работы системы подогрева, мин / Working hours of the heating system, min	x_2	t	10	3	10	20	30	37
Мощность теплового агрегата, кВт / Power thermal unit, kW	x_3	$W_{T.A.}$	20	12	20	40	60	74

Таблица 2

Уровни входных факторов и интервалы варьирования

Table 2

The levels of the input factors and ranges of variation

Входной (управляемый) фактор / Input (controlled) factor	Значение факторов / Meaning factors	
	Нижнее / Lower $x_{iн}$	Верхнее / Top $x_{iв}$
$T_{ов}$, °С	-29	-9
t, мин	10	30
W_{TA}, кВт	20	60

Таблица 3

План полного факторного эксперимента ПФЭ

Table 3

Design of full factorial experiment PPE

	Кодированное обозначение / A coded indication			Натуральные величины / Natural values		
	x1	x2	x3	Тов, °С	t, мин	WTA, кВт
1	-1	-1	-1	-29	10	20
2	-1	+1	-1	-29	30	20
3	+1	-1	-1	-9	10	20
4	+1	+1	-1	-9	30	20
5	-1	-1	+1	-29	10	60
6	-1	+1	+1	-29	30	60
7	+1	-1	+1	-9	10	60
8	+1	+1	+1	-9	30	60
9	-1,682	0	0	-36	20	40
10	+1,682	0	0	-2	20	40
11	0	-1,682	0	-19	3	40
12	0	+1,682	0	-19	37	40
13	0	0	-1,682	-19	20	12
14	0	0	+1,682	-19	20	74
15	0	0	0	-19	20	40
16	0	0	0	-19	20	40
17	0	0	0	-19	20	40
18	0	0	0	-19	20	40
19	0	0	0	-19	20	40
20	0	0	0	-19	20	40

Предполагается влияние трех количественных факторов ($R = 3$) x_i ($i = \overline{1,R}$) на некоторую реакцию y_u в отведенной для экспериментирования локальной области факторного пространства, предельные значения. Тогда математической моделью влияния внешних воздействий на температурные показатели масел ДВС и элементов трансмиссии будут соотношения вида:

$$\begin{aligned} y_{ge} &= f_м(x_1, x_2, x_3); \\ y_{CO} &= f_m(x_1, x_2, x_3); \\ y_{CH} &= f_I(x_1, x_2, x_3). \end{aligned} \qquad (2)$$

Допускается, что каждую из функций (2) можно с допустимой степенью точности представить в виде полинома второй степени от трех переменных, который содержит десять коэффициентов. Тогда каждая из функций y_{ge}, y_{CO}, y_{CH} будут иметь вид [3]:

$$y = b_o + \sum_{i=1}^{3} b_i x_i + \sum_{i>j}^{3} b_{ij} x_i x_j + \sum_{i=1}^{3} b_{ii} x_i^2, \qquad (3)$$

где b_o – свободный член уравнения, определяется при условии, что рассматриваемые факторы находятся на средних «нулевых» условиях; x – масштабированные значения факторов, которые определяют функцию и поддаются варьированию; i, j – индексы факторов; b_i – коэффициент при линейных членах; b_{ij} – коэффициенты двухфакторных взаимодействий, показывающие как изменяется степень влияния одного фактора при изменении величины другого; b_{ii} – коэффициенты при квадратичных членах.

После выбора модели планирования ПФЭ, изучаемого процесса определяем функции $y = f(x_1, x_2 \ldots, x_R)$ и её уравнения в отведенной для исследования области факторного пространства. При этом необходимо спланировать и провести эксперименты для оценки числовых значений коэффициентов этого уравнения. Основная задача планирования эксперимента получение максимального объема необходимой информации об объекте моделирования, заданном в виде алгоритма [3].

По результатам трёхфакторного эксперимента составляется уравнение регрессии, в котором помимо линейных членов присутствуют члены, учитывающие эффекты парных межфакторных взаимодействий. Уравнение регрессии второго порядка в 3 – факторном эксперименте имеет вид: $y = b_0+b_1x_1+b_2x_2+b_3x_3+b_{12}x_1x_2+ +b_{13}x_1x_3+b_{23}x_2x_3+b_{11}x_1^2+b_{22}x_2^2+b_{33}x_3^2$. (4)

План ПФЭ 2^3 даёт возможность рассчитать 10 коэффициентов. Коэффициенты при членах уравнения регрессии (4) для ПФЭ 2^3 рассчитываются по выражениям [3]:

$$b_0 = a_0 \sum_{u=1}^{N} y_u - a_4 \sum_{i=1}^{R} \sum_{u=1}^{N-N_{III}} x_{iu}^2 y_u$$

$$b_i = a_1 \sum_{u=1}^{N-N_{III}} x_{iu} y_u$$

$$b_{ij} = a_2 \sum_{u=1}^{N_I} x_{iu} x_{ju} y_u;$$

$$b_{ii} = \frac{a_2}{2} \sum_{u=1}^{N-N_{III}} x_{iu}^2 y_u + a_3 \sum_{i=1}^{R} \sum_{u=1}^{N-N_{III}} x_{iu}^2 y_u - a_4 \sum_{u=1}^{N} y_u \quad (5)$$

где a_0 = 0,16634; a_1 = 0,07322; a_2 = 0,12500; a_3 = 0,00689; a_4 = 0,05679. При расчете коэффициентов уравнения были использованы средние результаты опытов (N), рассчитанные по достоверным результатам отдельных повторностей. Средняя оценка результата u-го опыта рассчитывалась по формуле:

$$\overline{y}_u = \frac{1}{m_u} \sum_{k=1}^{m_u} y_{uk}, \quad (6)$$

где m_u – число повторностей u-го опыта, m_u = $const$ = m = 3.

ПФЭ не является полностью ортогональными. Так как $\sum_{u=1}^{N} x_{iu} x_{ju} = 0$ ($i = 0 \div R$, $j = 1 \div R$, $i \neq j$), то $\sum_{u=1}^{N} x_{0u} x_{iu}^2 \neq 0$ и $\sum_{u=1}^{N} x_{iu}^2 x_{ju}^2 \neq 0$. Поэтому по результатам реализации плана ПФЭ оцениваются лишь линейные эффекты факторов b_i и эффекты межфакторных взаимодействий b_{ij}. Коэффициенты b_0 и b_{ii} коррелированны между собой, что усложняло процедуру вычислений этих коэффициентов и статистического анализа их значимости. Статистический анализ коэффициентов уравнений регрессии, описывающих процесс подогрева масел двигателя и элементов трансмиссии системой подогрева

Определение выхода процесса и обеспечение заданного уровня факторов в каждом опыте осуществлялись с ошибкой. Следовательно, с этой ошибкой определялись и коэффициенты уравнения регрессии.

Для того, чтобы показать с заранее заданной вероятностью P, что полученные оценки коэффициентов уравнения по модулю либо больше (тогда они значимо отличаются от нуля), либо меньше ошибки в их определении (тогда они незначимо отличаются от нуля и должны быть из уравнения исключены) был проведен статистический анализ уравнения.

Определение построчной оценки дисперсии воспроизводимости единичного результата измерения в каждом опыте осуществлялось по формуле:

$$S^2(y_{uk}) = \frac{\sum_{k=1}^{m} (y_{uk} - \overline{y}_u)^2}{m-1}. \quad (7)$$

Если измеряемая случайная величина y_{uk} распределена по нормальному закону во всем исследованном диапазоне, то независимо от значений $\overline{y}_u$ дисперсия σ^2 не будет изменять своей величины. Следовательно, оценки этой дисперсии должны быть однородными (являющимися оценкой одного и того же параметра, в данном случае – дисперсии σ^2).

Так как $m_u = m = const$, то однородность оценок дисперсий анализировалась при помощи критерия Кохрена G:

$$G = \frac{\left[S^2(y_{uk})\right]_{\max}}{\sum_{u=1}^{N} S^2(y_{uk})}, \quad (8)$$

где $\left[S^2(y_{uk})\right]_{\max}$ – максимальная дисперсия; $\sum_{u=1}^{N} S^2(y_{uk})$ – сумма всех дисперсий.

Далее сравнивалось это отношение с критическим значением критерия Кохрена $G_{кр}$. Если $G < G_{кр}$, то оценки однородны.

Критическое значение критерия Кохрена находилось по таблицам [1] в зависимости от числа степеней свободы числителя f_1, числа сравниваемых дисперсий N и принятого уровня значимости q = 0,05.

Средняя для всего эксперимента оценка дисперсии воспроизводимости единичного результата рассчитывалась по формуле:

$$S^2(y_k) = \frac{\sum_{u=1}^{N} S^2(y_{uk})}{N} = \frac{\sum_{u=1}^{N} \sum_{k=1}^{m} (y_{uk} - \overline{y}_u)^2}{N(m-1)}. \quad (9)$$

Величина $\overline{y}_u$ определялась по m повторностям, следовательно, она была ближе к истинному значению выхода, чем результаты единичных повторностей в соответствующем варианте опыта. Средняя для всего

эксперимента дисперсия воспроизводимости среднего значения выхода в каждой строке была в m раз меньше дисперсии $S^2(y_k)$, т. е.:

$$S^2(\overline{y}) = \frac{S^2(y_k)}{m} = \frac{\sum_{u=1}^{N}\sum_{k=1}^{m}(y_{uk} - \overline{y}_u)^2}{N(m-1)m}. \quad (10)$$

В определении оценки любого из коэффициентов уравнения участвовали все N средних результатов опытов, оценкой дисперсии которых была одна и та же величина $S^2(\overline{y})$, т. е. оценка дисперсии любого из независимо определяемых коэффициентов имела одну и ту же величину.

Структура формул для определения оценок коэффициентов была одинаковой со структурой формулы для расчета среднеарифметического:

$$S^2(b_i) = \frac{S^2(\overline{y})}{N} = \frac{\sum_{u=1}^{N}\sum_{k=1}^{m}(y_{uk} - \overline{y}_u)^2}{N(m-1)mN} \quad (11)$$

Доверительная ошибка коэффициентов $\varepsilon(b_i)$ рассчитывалась по критерию Стьюдента $t(P; f)$:

$$\varepsilon(b_i) = t(P; f)(S(b_i)), \quad (12)$$

где $S(b_i) = \sqrt{S^2(b_i)}$ – оценка коэффициентов уравнения регрессии.

Полученные коэффициенты регрессии b_i сравнивались с доверительной ошибкой $\varepsilon(b_i)$. Если $|b_i| > \varepsilon(b_i)$, то оценка коэффициента b_i значимо отличалась от нуля. В противном случае оценка b_i считалась значимо, не отличающейся от нуля и приравнивалась нулю.

При получении незначительного линейного коэффициента какого-либо фактора искалось этому объяснение, проанализировав следующие ситуации:

– данный фактор на исследуемый процесс не влияет;

– выбран слишком малый интервал варьирования, в связи, с чем изменение выхода процесса, обусловленное изменением фактора, соразмерно случайным отклонениям, вызываемым влиянием неучтенных факторов или погрешностью измерительных приборов;

– значение данного фактора в центральной точке эксперимента соответствует его оптимальной величине, в связи, с чем одинаковое его уменьшение или увеличение на Δx_i понизит выход процесса приблизительно на одну и ту же величину.

Если в уравнении после проверки значимости коэффициентов оставались все N коэффициентов, то проверка адекватности уравнения теряла смысл. Рассчитанный по такому уравнению выход процесса для условий какого-либо u-го опыта должен в пределах точности округления совпадать с величиной $\overline{y}_i$, принятой к расчету.

Если число значимых коэффициентов хотя бы на единицу было меньше числа опытов, то возникала необходимость (и возможность) статистической проверки адекватности уравнения экспериментальным данным.

Проверка адекватности (соответствия) математической модели экспериментальным данным осуществляется по критерию Фишера – F, которое сравнивалось с табличным значением критерия Фишера – $F_т$:

$$F = \frac{S^2_{ад}}{S^2(y)} \langle F_T(P; f_1; f_2). \quad (13)$$

Для этого:

– рассчитывался выход $\hat{y}_u$ для каждого варианта опыта по уравнению, из которого исключены незначимые члены;

– находилась разность $|\hat{y}_u - \overline{y}_u|$;

– рассчитывалась дисперсия неадекватности по формуле:

$$S^2_{ад} = \frac{\sum_{u=1}^{N}|\hat{y}_u - \overline{y}_u|^2}{N - N'}, \quad (14)$$

где N' – число значимых коэффициентов в уравнении регрессии. Рассчитывалось F – отношение по формуле:

$$F = \frac{S^2_{ад}}{S^2(\overline{y})}. \quad (15)$$

Сравнивалось полученное значение F-отношения с табличным значением $F_т$ (P; f_1; f_2) критерия Фишера при степенях свободы $f_1 = N(m-1)$ и $f_2 = N - N'$.

В случае $F < F_т$, гипотеза об адекватности представления результатов эксперимента линейным уравнением регрессии принималась. Если $F > F_т$, то уравнение неадекватно описывало экспериментальные данные, точность описания процесса данным уравнением значительно ниже той точности, с которой получены экспериментальные результаты.

На практике часто оказывается, что линейное уравнение регрессии адекватно описывает опытные данные, поставленные в точках

плана, но неудовлетворительно характеризует внутреннюю область изучаемого факторного пространства. Если дополнительно к плану поставить в нескольких повторностях (m_0) опыт в центре эксперимента, то, не приступая даже к расчету всех (кроме b_0) оценок коэффициентов уравнения, можно судить о возможности описания процесса уравнением без включения в него квадратичных членов.

Оценкой суммарного квадратичного эффекта факторов являлась разность:

$$\left|\overline{y}_0 - b_0\right| = \sum_{k=1}^{n} b_{ii} . \qquad (16)$$

Если эта разность при заданной вероятности значима, то осуществляется переход к планам второго порядка, позволяющим получить квадратичное уравнение процесса. Значимость разности $(\overline{y}_0 - b_0)$ устанавливалась при помощи определения доверительной ошибки этой разности: $\varepsilon(y_0 - b_0) = t(P; f)S(\overline{y}_0 - b_0)$ (17) и сравнивалась она с величиной этой разности.

Процедура такой проверки основывалась на дисперсионном анализе, осуществляемом в следующем порядке:

Рассчитывалась среднеарифметическая оценка результата опыта в центре эксперимента:

$$\overline{y}_u = \frac{1}{m}\sum_{k=1}^{m_0} y_{ku} , \qquad (18)$$

Рассчитываем оценку дисперсии:

$$S^2(y_{0k}) = \frac{\sum_{k=1}^{m}(y_{k0} - \overline{y}_u)^2}{(m_0 - 1)} . \qquad (19)$$

Находилась оценка дисперсии среднего результата, полученного в центре плана по формуле:

$$S^2(\overline{y}_u) = \frac{S^2(y_{0k})}{m_0} . \qquad (20)$$

Находилась оценка дисперсии коэффициента b_0:

$$S^2(b_0) = \frac{S^2(\overline{y})}{N} = \frac{S^2(y_k)}{mN} . \qquad (21)$$

В соответствии с законом накопления ошибок записывалось:

$$S^2(\overline{y}_u - b_0) = S^2(\overline{y}_u) + S^2(b_0) = \frac{S^2(y_{0k})}{m_0} + \frac{S^2(y_k)}{Nm} . \qquad (22)$$

Если оценки $S^2(y_{0k})$ и $S^2(y_k)$ однородны, то средневзвешенная оценка дисперсии единичного результата определялась по формуле:

$$S^2 = \frac{S^2(y_{0k})(m_0 - 1) + S^2(y_k)N(m-1)}{(m_0 - 1) + N(m-1)} \qquad (23)$$

которая может быть получена с числом степеней свободы $f = (m_0 - 1) + N(m-1)$.

На завершающем этапе рассчитываем по формуле:

$$S^2(\overline{y}_u - b_0) = S^2\left(\frac{1}{m_0} + \frac{1}{Nm}\right) = S^2\frac{Nm + m_0}{Nmm_0} . \qquad (24)$$

Доверительная ошибка разности $(\overline{y}_0 - b_0)$ равна:

$$\varepsilon(\overline{y}_u - b_0) = t(P; f)S(\overline{y}_u - b_0) . \qquad (25)$$

Если $\varepsilon(\overline{y} - b_0) > \left|\overline{y}_u - b_0\right)\!\!\left|\right.$, то квадратичные эффекты в уравнении не представлялись. Лишь в случае, если $N > N'$, представляется возможным судить об адекватности уравнения, рассчитывая F-отношение.

Если $\varepsilon(\overline{y} - b_0) < \left|\overline{y}_u - b_0\right)\!\!\left|\right.$, то с заданной вероятностью P считаем эту разность значимой, следовательно невозможно по результатам реализации плана ПФЭ 2^R получить хорошую математическую модель процесса. Проведенные эксперименты показали, что данное неравенство выполняется, поэтому необходимо вывести уравнение регрессии второго порядка.

Используя метод наименьших квадратов и закон накопления ошибок, дисперсия коэффициентов регрессии рассчитывается по зависимости:

$$S^2(b_i) = \frac{\left(\sum_{u=1}^{N} x_{iu}^2\right)'}{\Delta} S^2(y) , \qquad (26)$$

где $\left(\sum_{u}^{N} x_{iu}^2\right)'$ – алгебраическое дополнение диагонального элемента $\sum_{u=1}^{N} x_{iu}^2$ в определителе системы нормальных уравнений Δ; $S^2(y)$ – оценка дисперсии воспроизводи-мости результатов опыта.

Так как план эксперимента осуществляется в m повторностях, то в формулу (7) войдет средняя оценка дисперсии среднего результата:

$$S^2(\overline{y}) = \frac{\sum_{u=1}^{N}\sum_{k=1}^{m}(y_{uk} - \overline{y}_u)^2}{N(m-1)} \qquad (27)$$

с числом степеней свободы $f = N(m\text{-}1)$. Тогда:

$$S^2(b_0) = a_0 S^2(y),$$
$$S^2(b_i) = a_1 S^2(y),$$
$$S^2(b_{ij}) = a_2 S^2(y),$$
$$S^2(b_{ii}) = a_3 S^2(y).$$

Окончательно для *ПФЭ* 2^3:

$$S^2(b_i) = 0,07322 S^2(y),$$
$$S^2(b_{ij}) = 0,125 S^2(y), \quad . \qquad (28)$$
$$S^2(b_{ii}) = 0,0597 S^2(y)$$

Если какой-либо из линейных коэффициентов или оценок межфакторного взаимодействия оказывается незначимым, то такой коэффициент (или коэффициенты) исключается из уравнения без пересчета остальных коэффициентов (линейные коэффициенты и оценки эффектов межфакторных взаимодействий определялись независимым образом). Исключение из уравнения незначимого квадратичного коэффициента вызывает необходимость пересчета свободного члена уравнения и других квадратичных эффектов.

Заключение

Спланирован полный факторный эксперимент ПФЭ позволяет определять взаимодействие двух факторов, которое и проявляется при одновременном варьировании этих факторов при действие каждого из них на выход в зависимости от уровня их нахождения.

ЛИТЕРАТУРА

1 Герасимов Д.А., Кравец О.Я., Олейникова С.А. Разработка системы сбора статистики для среды имитационного моделирования // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2010. Т.6. № 1. С. 88–91.

2 Свистула А.Е. Двигатели внутреннего сгорания: учебное пособие. Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2009. 81 с.

3 Сирота А.А. Компьютерное моделирование сложных систем. Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2006. 248 с.

4 Туревский И.С. Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта. Введение в специальность: учебное пособие для студентов учреждений среднего профессионального образования. М.: ФОРУМ : ИНФРА-М, 2006. 192 с.

5 Чайнов Н.Д,. Иващенко Н.А., Краснокутский А.Н., Мягков Л.Л. Конструирование двигателей внутреннего сгорания: Учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности "Двигатели внутреннего сгорания" направления подготовки "Энергомашиностроение". М.: Машиностроение, 2008. 496 с.

REFERENCES

1 Gerasimov D.A., Kravets O. Ya., Oleinikova S.A. Development of statistical collection system for the simulation environment. Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta [Bulletin of Voronezh State Technical University] 2010, vol. 6, no. 1, pp. 88–91. (in Russian).

2 Svistula A.E. Dvigateli vnutrennego sgoraniya [Internal combustion engines] Barnaul, AltGTU, 2009. 81 p. (in Russian).

3 Sirota A.A. Komp'yuternoe modelirovanie slozhnykh sistem [Computer simulation of complex systems] Voronezh, Izd-vo Voronezh. gos. un-ta, 2006. 248 p. (in Russian).

4 Turevskii I.S. Tekhnicheskoe obsluzhivanie i remont avtomobil'nogo transporta. Vvedenie v spetsial'nost' [Maintenance and repair of the motor transport. Introduction to specialty: manual for students of establishments of secondary professional education] Moscow, FORUM, INFRA-M, 2006. 192 p. (in Russian).

5 Chainov N.D., Ivashchenko N.A., Krasnokutsky A.N., Myagkov L.L. Konstruirovanie dvigatelei vnutrennego sgoraniya [Designing of internal combustion engine: textbook for students of the higher educational institutions trained on a speciality "Internal combustion engines" of a direction of preparation "Power-mechanical engineering"] Moscow, Mashionostroenie, 2008. 496 p. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Евгений Д. Чертов д. т. н., профессор, кафедра технической механики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Андрей А. Луканин к. т. н, доцент, военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина, ул. Старых Большевиков, 54А, Воронеж, 394064, Россия.

Алексей И. Овчинников младший научный сотрудник, военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина, ул. Старых Большевиков, 54А, Воронеж, 394064, Россия, miliman @inbox.ru

Игорь А. Авцинов д. т. н., профессор, кафедра информационных и управляющих систем, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Evgenii D. Chertov doctor of technical sciences, professor, technical mechanics department, Voronezh state university of engineering technology, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia

Andrei A. Lukanin candidate of technical sciences, associate Professor, air force Academy named after Professor N. E. Zhukovsky and Y. A. Gagarin, street of Old Bolsheviks, building 54A, Voronezh, 394064, Russia.

Aleksei I. Ovchinnikov research associate, air force Academy named after Professor N. E. Zhukovsky and Y. A. Gagarin, street of Old Bolsheviks, building 54A, Voronezh, 394064, Russia, miliman @inbox.ru

Igor' A. Avtsinov doctor of technical sciences, professor, information and control systems department, Voronezh state university of engineering technology, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Евгений Д. Чертов консультация в ходе исследования
Андрей А. Луканин консультация в ходе исследования
Алексей И. Овчинников обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провёл эксперимент, выполнил расчёты
Игорь А. Авцинов консультация в ходе исследования

CONTRIBUTION

Evgenii D. Chertov consultation during the study
Andrei A. Lukanin consultation during the study
Aleksei I. Ovchinnikov review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations
Igor' A. Avtsinov consultation during the study

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

ПОСТУПИЛА 25.07.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 18.08.2016

RECEIVED 7.25.2016

ACCEPTED 8.18.2016

Оригинальная статья/Original article

УДК 519.7

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-144-150

Особенности применения системного подхода для оценки надежности криогенных систем специального назначения

Евгений Д. Чертов, [1]
Игорь Ю. Акулов [2] akul651@yandex.ru
Евгений Г. Спиридонов [2]
Игорь А. Авцинов [3]

[1] кафедра технической механики, Воронеж. гос. ун-т инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия
[2] кафедра криогенной техники, систем кондиционирования и метрологического обеспечения, Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А., ул. Старых Большевиков, 54а, г. Воронеж, 394064, Россия,
[3] кафедра информационных и управляющих систем, Воронеж. гос. ун-т инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Реферат. Анализ криогенных установок подтверждает объективную закономерность увеличения объема задач, решаемых системами специального назначения. Одним из важнейших направлений развития криогеники является создание установок для получения продуктов разделения воздуха, а именно кислорода и азота. Современные авиационные комплексы требуют использования этих газов в больших количествах как в газообразном, так и в жидком виде. Бортовые газовые системы, применяемые в авиации РФ, подразделяются на: кислородную систему; воздушную (азотную) систему; систему нейтрального газа; противопожарную систему. Технологические схемы ВРУ во многом определяются давлением сжатого воздуха или, в общем смысле, холодильным циклом. Для большинства ВРУ рабочим телом холодильного цикла является разделяемый воздух, то есть технологический и холодильный циклы в установке объединены. По этому принципу различают установки: низкого давления; среднего и высокого давлений; с детандерами; с предварительным охлаждением. Существует также незначительное число типов ВРУ, в которых холодильный и технологический циклы разобщены. Это установки с внешним охлаждением. Для решения задач контроля технического состояния аппаратной части БРВ в режиме реального времени и оценки показателей надежности предлагается использовать мультиагентные технологии. Мультиагентный подход является наиболее приемлемым для построения СППР для оценки надежности, поскольку позволяет: перераспределять процессы обработки информации по элементам системы, что ведет к увеличению общей производительности; решать проблему накопления, хранения и повторного использования знаний, что позволит существенно повысить оперативность решения задач оценки надежности; значительно сократить вмешательство человека в процесс функционирования системы, что сэкономит время лица принимающего решения (ЛПР) и не потребует от него особых навыков работы с ней.

Ключевые слова: газодобывающие станции, мультиагентный подход, надежность, эффективность, сложные технические системы

Features of applying systems approach for evaluating the reliability of cryogenic systems for special purposes

Evgenii D. Chertov, [1]
Igor' Yu. Akulov, [2] akul651@yandex.ru
Evgenii G. Spiridonov [2]
Igor' A. Avtsinov [3]

[1] technical mechanics department, Voronezh state university of engineering technology, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia
[2] cryogenic technics, central airs and metrological maintenance department, Military and air academy of the prof. N. E. of Zhukovsky and Yu. A. Gagarin, Starykh Bolshevikov St., 54a, Voronezh, 394064, Russia
[3] information and control systems department, Voronezh state university of engineering technology, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Voronezh, Russia

Summary. The analysis of cryogenic installations confirms objective regularity of increase in amount of the tasks solved by systems of a special purpose. One of the most important directions of development of a cryogenics is creation of installations for air separation product receipt, namely oxygen and nitrogen. Modern aviation complexes require use of these gases in large numbers as in gaseous, and in the liquid state. The onboard gas systems applied in aircraft of the Russian Federation are subdivided on: oxygen system; air (nitric) system; system of neutral gas; fire-proof system. Technological schemes ADI are in many respects determined by pressure of compressed air or, in a general sense, a refrigerating cycle. For the majority ADI a working body of a refrigerating cycle the divided air is, that is technological and refrigerating cycles in installation are integrated. By this principle differentiate installations: low pressure; average and high pressure; with detander; with preliminary chilling. There is also insignificant number of the ADI types in which refrigerating and technological cycles are separated. These are installations with external chilling. For the solution of tasks of control of technical condition of the BRV hardware in real time and estimates of indicators of reliability it is offered to use multi-agent technologies. Multi-agent approach is the most acceptable for creation of SPPR for reliability assessment as allows: to redistribute processing of information on elements of system that leads to increase in overall performance; to solve a problem of accumulating, storage and recycling of knowledge that will allow to increase significantly efficiency of the solution of tasks of an assessment of reliability; to considerably reduce intervention of the person in process of functioning of system that will save time of the person of the making decision (PMD) and will not demand from it special skills of work with it.

Keywords: gas production plant, multiagent approach, reliability, efficiency, complex technical systems

Для цитирования

Чертов Е. Д., Акулов И. Ю., Спиридонов Е. Г., Авцинов И. А. Особенности применения мультиагентного подхода для оценки надежности криогенных систем специального назначения // Вестник ВГУИТ. 2016. № 3. С 144–150. doi:10.20914/2310-1202-2016-3-144-150

For citation

Chertov E. D., Akulov I. Yu., Spiridonov E. G., Avtsinov I. A. Features of application of multiagentny approach for an assessment of reliability of cryogenic systems of a special purpose. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no 3 pp. 144–150 (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2016-3-144-150

Введение

Анализ имевших место в последнее время криогенных установок подтверждает объективную закономерность увеличения объема задач, решаемых системами специального назначения.

Одним из важнейших направлений развития криогеники является создание установок для получения продуктов разделения воздуха, а именно кислорода и азота. Современные авиационные комплексы требуют применение данных газов в больших количествах как в газообразном, так и в жидком виде. Продукты разделения воздуха нашли широкое применение в различных системах воздушных судов.

Сегодня жизненно важную роль в обеспечении полетов авиации играют воздушные средства (ВС) снабженные разветвленными газовыми системами.

Бортовые газовые системы, применяемые в авиации РФ подразделяются на:

- кислородную систему;
- воздушную (азотную) систему;
- систему нейтрального газа;
- противопожарную систему [1].

Кислородная система предназначена для обеспечения нормальной жизнедеятельности членов экипажа при выполнении высотных полетов, а также при аварийной ситуации на борту. Кроме того, на некоторых типах ВС кислородная система используется для подпитки авиационных двигателей. В бортовых кислородных системах используется как газообразный, так и жидкий медицинский кислород. Жидкий кислород газифицируется непосредственно на борту ВС и затем подается для дыхания членов экипажа [5].

Кислород используется для обеспечения жизнедеятельности экипажей самолетов и вертолетов, а также пассажиров транспортных самолетов на высотах более 4000 метров. А также, кислород применяется для подпитки реактивных авиационных двигателей на форсажных режимах.

Азот применятся в качестве рабочего тела в пневмосистемах, а также в системах нейтрального газа для наддува топливных баков воздушных судов. В значительных количествах азот необходим для азотирования авиационного топлива.

Основным компонентом переработки кислородазотдобывающей станции является атмосферный воздух.

Химический состав атмосферного воздуха постоянно варьируется – содержание компонентов зависит от географической широты, высоты над поверхностью земли, солнечной активности и других факторов.

Существенно не одинакова загрязненность воздушного бассейна – неоднократное изменение содержания примесей в течение суток, например, под влиянием метеорологических условий.

Содержание в атмосферном воздухе водяных паров зависит от температуры и относительной влажности воздуха.

Основными продуктами разделения предварительно осушенного воздуха в современных воздухоразделительных установках (ВРУ) являются следующие газы:

- кислород технический (99,2–99,7%);
- кислород технологический (92–98%);
- азот (99%);
- аргон (99%).;
- первичный криптоноксеноновый концентрат (объемная доля криптона и ксенона до 0,2%);
- неоногелевая смесь (объемная доля неона и гелия 40–60%).

Требования, предъявляемые к качеству газов, применяемых в авиации, очень высоки и регламентируются соответствующими ГОСТами. И это закономерно, так как от кондиционности этих газов в значительной степени зависят работоспособность систем ВС, жизнеобеспечение летных экипажей и безопасность полетов.

Технологические схемы ВРУ, во многом, определяются давлением сжатого воздуха или, в общем смысле, холодильным циклом. Для большинства ВРУ рабочим телом холодильного цикла является разделяемый воздух, то есть технологический и холодильный циклы в установке объединены. По этому принципу различают установки: низкого давления; среднего и высокого давлений; с детандерами; с предварительным охлаждением. Существует также незначительное число типов ВРУ, в которых холодильный и технологический циклы разобщены. Это установки с внешним охлаждением, например, с криогенными газовыми машинами или ВРУ с использованием сжиженного природного газа.

Наиболее мощные по производительности ВРУ низкого давления (давление сжатия 0,5–0,6 МПа) предназначены в основном

для получения газообразных продуктов разделения, но позволяют извлекать продукты и в жидком состоянии (около 1,5% от перерабатываемого воздуха). Для работы таких ВРУ необходимы громоздкие поршневые компрессоры, детандеры и системы химической очистки воздуха от двуокиси углерода.

В ВРУ среднего (давление сжатия 2–5 МПа) и высокого (давление сжатия 15–20 МПа) давлений получают жидкие и сжатые продукты разделения воздуха. Для компенсации потерь холодопроизводительности с жидкими продуктами необходимо ее вырабатывать в установке. Получение в ВРУ сжатых продуктов с помощью насосов сжиженных газов также сопряжено с необходимостью компенсации возникающих при этом дополнительных потерь холодопроизводительности.

Сырьем для получения кислорода и азота является атмосферный воздух, содержащий в химически несвязанном состоянии азот, кислород и инертные газы. Кроме того, в воздухе содержатся механические примеси, двуокись углерода, водяные пары. В небольших и переменных количествах в воздухе могут присутствовать ацетилен, метан и другие углеводороды. Количество механических примесей в воздухе колеблется в пределах от 0,05 г./м^3 до 0,5 г/м^3. Такое количество механических примесей может привести к загрязнению клапанов компрессоров, быстрому износу поршневых колец и цилиндров. Потребляемый для получения продуктов воздух очищается от механических примесей с помощью фильтров, устанавливаемых на линии всасывания компрессоров.

Максимально возможное содержание влаги в воздухе в диапазоне температур от -50 °С до +50 °С составляет от 0,038 г./м^3 до 82,6 г/м^3 [1]. Негативное влияние влаги, находящейся в состоянии вымерзания на холодных частях теплообменников, нарушает их работу. Удаление влаги производится во влагоотделителях компрессоров, блока разделения и окончательно в адсорберах блока очистки воздуха.

Концентрация углекислоты в воздухе составляет 0,03…0,04% по объему. При глубоком охлаждении воздуха CO_2 переходит в твердое вещество. В твердом состоянии CO_2 забивает трубки теплообменных аппаратов, дроссельные вентили и нарушает их нормальную работу.

В адсорберах блока очистки производится очистка воздуха от CO_2 обеспечиваемая синтетическими цеолитами.

Загрязнение ацетиленом и другими углеводородами сжиженного обогащенного кислородом воздуха и жидкого кислорода опасно, так как определенные их концентрации взрывоопасны. Очистка воздуха от ацетилена происходит также синтетическими цеолитами в адсорберах блока очистки. Инертные газы удаляются из блока разделения путем периодической продувки трубного пространства конденсатора ректификационной колонны блока разделения воздуха ВРУ.

Ацетилен, который, попадая в блок разделения воздуха воздухоразделительных установок, концентрируется в сжиженном кислороде и в обогащенном кислородом жидком воздухе. Концентрирование ацетилена очень опасно, так как может спровоцировать взрыв.

Концентрация ацетилена происходит чаще всего в конденсаторе блока разделения воздуха; жидкий кислород находится здесь в состоянии кипения, постоянно испаряясь. При этом ацетилен практически полностью остается в жидком кислороде вследствие очень малой упругости его паров. Концентрирование и выделение твердого ацетилена может происходить также в испарителе ректификационной колонны высокого давления, в арматуре и трубопроводах, особенно там, где происходит быстрое выпаривание жидкости, содержавшей до этого ацетилен.

Серьезную опасность представляет скапливание ацетилена, других непредельных углеводородов и некоторых примесей в блоке разделения воздуха. Поэтому необходимо тщательно контролировать их количества в разделительных агрегатах. Воздух для переработки надо забирать в таком месте, где исключается возможность попадания в него сернистых соединений, окислов азота, ацетилена, пыли. При содержании в воздухе более 0,15 см^3/мл ацетилена или свыше 30 мг/м^3 пыли запуск установки не допускается.

В целях предотвращения концентрации ацетилена эксплуатация блоков разделения воздуха на всех этапах работы (пуск, рабочий режим, остановка без слива жидкости из блока и др.) должна осуществляться с обязательным выполнением всех требований технологической инструкции, касающихся защиты блока от ацетилена.

Ацетилен растворяется в жидком воздухе или в жидком кислороде до предела растворимости, который составляет 5 см^3/дм^3. При содержании в 1 м^3 воздуха менее

0,037 $см^3$ ацетилена, последний может находиться в жидком кислороде только в растворенном виде, что не вызывает опасности.

При температуре равной 74 К (-199°С) ацетилен совершает фазовый переход в твердое состояние и может проявляться в аппаратах блока разделения воздуха. Система «твердый ацетилен – жидкий кислород» является взрывоопасной! При возможном попадании масла в систему уменьшается энергия инициирования взрыва, то есть увеличивается его вероятность.

Причиной взрыва могут быть удары газовых волн, которые возникают в результате гидравлического удара – это происходит при резком открытии или закрытии вентилей, также резком повышении давления, быстром вскипании жидкого кислорода или воздуха. Другие возможные причины взрыва – трение и удары частичек твердого ацетилена о шероховатую поверхность стенок и между собой.

При работе воздухоразделительной установки периодически необходимо отбирать анализ на содержание ацетилена в аппаратах блока разделения. Допустимое содержание ацетилена в жидком обогащенном воздухе – 0,4 $см^3/дм^3$, в жидком кислороде в аппаратах блока разделения – 0,04 $см^3/дм^3$. В медицинском кислороде, согласно ГОСТ 6331–78 – содержание ацетилена недопустимо.

До настоящего времени случаются взрывы на установках разделения воздуха. В подавляющем большинстве случаев очагом взрыва служит межтрубное пространство блока разделения воздуха ВРУ. Наблюдаются взрывы различной силы: от еле заметного до сопряженного с разрушением аппарата. Взрывы происходят из-за попадания в разделительный аппарат ацетилена и других углеводородов.

Производство криопродуктов, полученных при разделении воздуха, ещё на начальном этапе характеризуется высокой потенциальной опасностью, обусловленной проявлением многочисленных особенностей [5].

Наряду с развитием техники низкотемпературного разделения воздуха формировались и научные основы, и технологические приемы обеспечения надежности. Это позволило специалистам к настоящему времени приобрести опыт и обширные знания, разработать эффективные технологические и конструкторские решения для создания оборудования с высокой степенью взрывозащищённости, надежности.

Сегодня прогрессивно развивающаяся наука и военная промышленность дает оптимистическое видение, направленное в сторону надежности сложных технических систем (СТС), от которых непосредственно зависят качество, экономичность, ресурсо- и энергосбережение, а также безопасность.

Надежность блоков разделения воздуха (БРВ) – это способность СТС выполнять заданные функции, храня при этом во времени значения необходимых для дальнейшей работы параметры, определенные в указанных пределах при необходимых эксплуатационных условиях [5].

В корне научного анализа надежности СТС лежат математические модели и современные информационные технологии. Именно они позволяют производить вычисления требуемых параметров, оптимизировать полученные значения параметров, обрабатывать и получать управленческие решения. Непосредственно возможности СТС в точности и оперативном решении задач влияют на экономичность, ресурсосбережение и выполнение боевых задач в мирное и военное время.

Как объект анализа, СТС силовых структур РФ можно охарактеризовать рядом особенностей, которые необходимо учитывать в математических моделях их надежности.

Современные СТС как правило состоят из большого числа разнородных элементов (механические, электронные, программные, обработки сигналов, обработки информации, датчики, исполнительные устройства, переключатели и т. д.), каждый из которых характеризуется собственными параметрами надежности. Существенно неоднородными могут быть функциональные связи элементов и подсистем в СТС (механические, электрические, информационные, организационные и др.), что в значительной степени усложняет постановку и решение задач анализа и оценки их надежности. Работа таких систем описывается графом, имеющим большое число состояний. В современных сложных технических системах специального назначения часто применяются многофункциональные элементы, каждый из которых выполняет в системе несколько функций с различной организацией условий обеспечения их реализации в системе.

Структуры современных СТС специального назначения характеризуются высокой сложностью (рисунок 1).

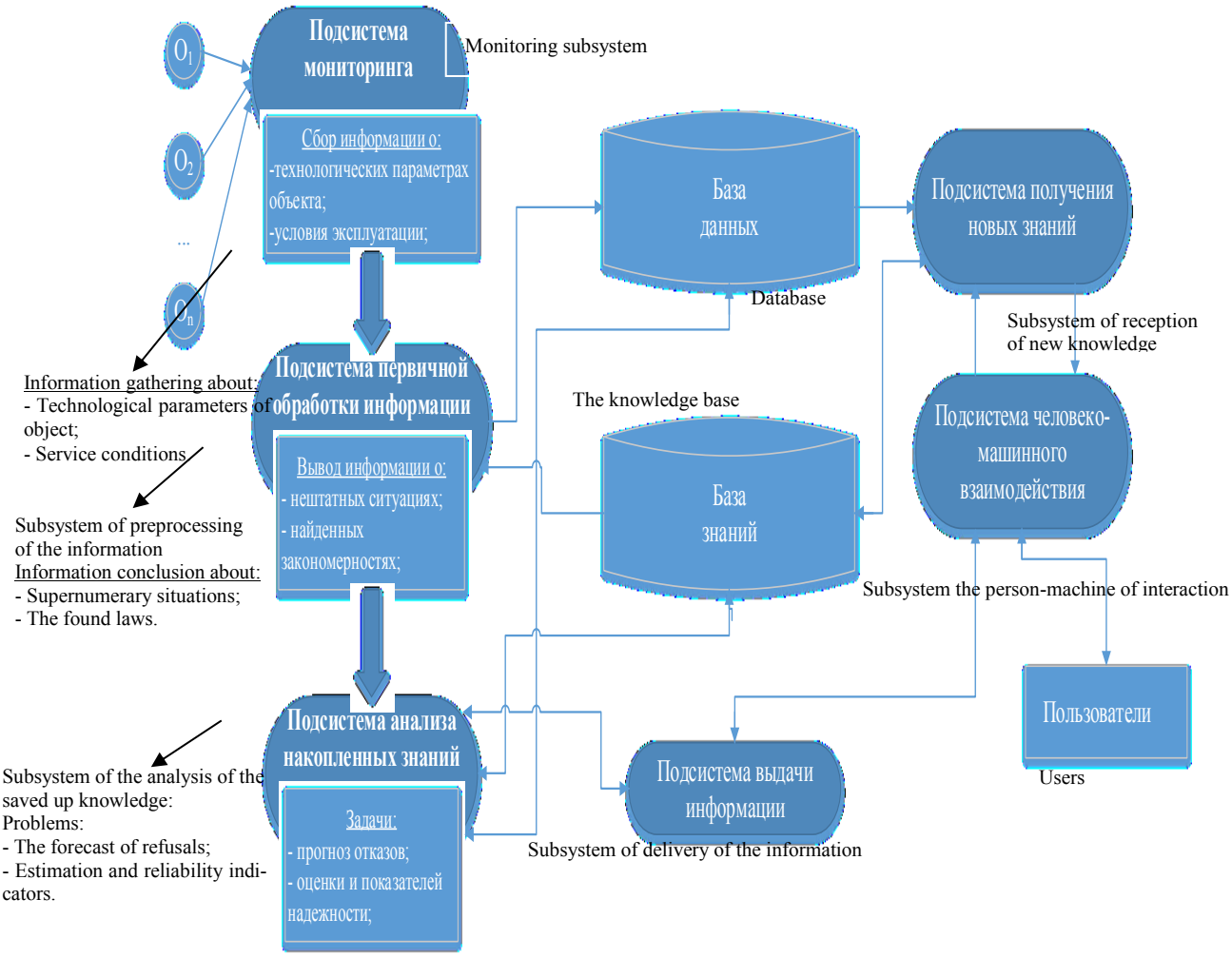


Рисунок 1. Структура современных СТС специального назначения

Figure 1. Structure of modern STE for special purpose

Система ТС специального назначения включает в себя несколько основных подсистем и характеристик объекта [2, 4]:

1. *Подсистема мониторинга* осуществляет непрерывное считывание значений параметров измерительной аппаратуры блока разделения воздуха ВРУ военного назначения, о произошедших отказах или нарушениях в работе технических средств (ТС), о реальных условиях эксплуатации (температура, влажность, давление, запыленность т. д.). В качестве объектов могут быть любые устройства и ТС: контроллеры, датчики, приводы, контрольно-измерительные приборы и т. д.

2. *Подсистема первичной обработки информации* включает процедуры анализа, упорядочения данных, выявления различных отклонений и сбоев в работе ТС, изменений условий эксплуатации [3].

3. *Подсистема анализа накопленных знаний и решения задач* позволяет осуществлять оценку технического состояния различных типов ТС, оценку показателей надежности, прогноз возможных отказов и неисправностей ректификационных колонн и теплообменной аппаратуры блока разделения воздуха ВРУ военного назначения.

База данных (БД) содержит информацию о технологических параметрах (входные и выходные данные теплообменной аппаратуры и ректификационных колонн, параметры условий эксплуатации), которые непосредственно используются для анализа и оценки технического состояния объектов экспертизы. Эта информация заносится дискретно и архивируется через определенные интервалы времени. Лицо, принимающее решение (ЛПР) в любой момент времени может получить доступ к этой информации.

Схемы их надежности не всегда могут быть представлены традиционными средствами структурного описания систем – логическими блок-схемами, деревьями отказов и событий, графами связности. На разных стадиях жизненного цикла структуры СТС специального назначения могут существенно

изменяться. Так в процессе эксплуатации системы изменение ее структуры может иметь место вследствие изменений технологических режимов работы, отказов элементов, проведение мероприятий технического обслуживания, ремонтов и модернизаций.

Множественность и изменчивость структур БРВ часто приводит к необходимости многократного исследования их надежности, вплоть до анализа в реальном масштабе времени.

Современные БРВ, как правило, являются многофункциональными, что приводит к необходимости строить модели и анализировать их надежность по каждой функции отдельно и по различным их комбинациям.

Надежность БРВ специального назначения может существенно зависеть от наличия и реализации различных видов обеспечения – энергетического, информационного, технического обслуживания, ремонта.

Сегодняшние БРВ являются сложными техническими системами, поэтому отказ отдельных элементов может не приводить к полной потере работоспособности системы, а только понизить эффективность ее функционирования. В этом случае не представляется возможным однозначно определить понятие «отказа системы».

При оценке надежности таких больших систем, как СТС специального назначения, требуется оценка надежности всех без исключения компонентов: функций, технических средств (ТС), программного обеспечения (ПО). Экспериментальное определение реальной надежности функционирования сложных комплексов программ весьма трудоемкая, трудно автоматизируемая и не всегда безопасная часть жизненного цикла ПО.

Для решения приведенных выше задач возникает необходимость в привлечении знаний из различных областей, в том числе из области искусственного интеллекта. Поэтому, для решения как главной, так и частных задач необходимо реализовать систему поддержки принятия решений (СППР) с целью оперативной оценки надежности аппаратной части сложной, многофункциональной ТС. СППР должна быть построена на основе концепций искусственного интеллекта, и, следовательно, обладать способностью решения слабоструктурированных задач, характеризующихся отсутствием или сложностью формальных алгоритмов решения путем воспроизведения отдельных функций творческой деятельности человека. К данным функциям в первую очередь относятся сбор, представление и использование знаний, анализ информации и принятие решений [4].

Для решения задач контроля технического состояния аппаратной части БРВ в режиме реального времени и оценки показателей надежности предлагается использовать одно из наиболее перспективных направлений современного синергетического искусственного интеллекта – мультиагентные технологии.

С позиций теории надежности и проведенный анализ проблемы оценки эксплуатационной надежности, позволяет сделать следующее выводы:

– современные СТС относятся к классу сложных, высокоразмерных, многофункциональных, развиваемых систем;

– существующие численные методы определения реального технического состояния, оценки и прогнозирования надежности даже с применением ЭВМ становятся малопригодными и недостаточно эффективными, так как не позволяют с необходимой точностью и оперативностью решать перечисленные задачи применительно к современным ТС;

– применение способов и технологий современного искусственного интеллекта является одним из наиболее значимых направлений для повышения эффективности функционирования систем ППР в области оценки эксплуатационной надежности. Поэтому необходимы исследования в области создания ИСППР, которая сможет обеспечить требуемое качество, достоверность и оперативность решения задачи оценки эксплуатационной надежности аппаратной части БРВ специального назначения в масштабе реального времени [4].

Заключение

Мультиагентный подход является наиболее приемлемым для построения СППР для оценки надежности, поскольку позволяет:

– переориентировать процессы обработки информации по компонентам системы, что ведет к увеличению общей производительности;

– решать проблему накопления, хранения и повторного использования знаний, что позволит существенно повысить оперативность решения задач оценки надежности;

– значительно сократить вмешательство человека в процесс функционирования системы, что сократит время лица принимающего решения (ЛПР) и не потребует от него особых навыков работы с ней.

ЛИТЕРАТУРА

1 Борзенко Е.И., Зайцев А.В., Игнатов Ю.Я. Установки и системы низкотемпературной техники. Адсорбционные технологии криогенной техники: монография. СПб., 2015. 176 с.

2 Дыков М.А., Кравец А.Г., Коробки Д.М., Укустов С.М. и др. Автоматизированная система принятия решений при патентной экспертизе // Известия Волгоградского государственного технического университета. 2014. Т. 20. № 6 (133).

3 Измайлов И.А. Мультиагентная система поддержки принятия решений по оперативному прототипированию, развертыванию и обновлению многокомпонентных распределенных информационных систем // Молодой учёный. 2014. № 9. С. 162–164.

4 Измайлов И.А., Бахтенко Е.А. Организация информационной поддержки на промышленном предприятии // Труды Международной научно-методической конференции «Информатизация инженерного образования» –ИНФОРИНО-2014. 2014. С. 27–30.

5 Никифоров Ю.Ф., Глухов С.Д., Казакова А.А. Получение жидкого кислорода с помощью криогенной газовой машины и адсорбционной воздухоразделительной установки // Вестник МГТУ им. Н.Э Баумана. Сер. «Машиностроение». 2014 № 6. С. 129–133.

REFERENCES

1 Borzenko E.I., Zaitsev A.V., Ignatov Yu. Ya. Ustanovki i sistemy nizkotemperaturnoi tekhniki. Adsorbtsionnye tekhnologii kriogennoi tekhniki [Installations and systems of low-temperature technology. Adsorption technology cryogenic technology] Saint-Petersburg, 2015. 176 p. (in Russian)

2 Dykov M. A, Kravets A.G., Korobki D.M., Ukustov S.M. et al. The automated system of decision-making at patent expert examination. *Izvestiya Volgogradskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [News of Volgograd State Technical University] 2014, vol. 20, no. 6 (133). (in Russian)

3 Izmaylov I.A. Multi-agent system of support of decision-making on operative prototyping, expansion and updating of the multicomponent distributed information systems. *Molodoi uchenyi* [Young scientist] 2014, no. 9, pp. 162–164. (in Russian)

4 Izmaylov I. A, Bakhtenko E.A. Organization of information support at the industrial enterprise. Trudy mezhdunarodnoi nauchno-metodicheskoi konferentsii "Informatizatsiya inzhenernogo obrazovaniya" [Works of the International scientifically-methodical conference «engineering education Information» – INFORINO 2014] 2014, pp. 27–30. (in Russian)

5 Nikiforov Yu.F., Glukhov S.D., Kazakova A.A. Reception of liquid oxygen by means of the cryogenic gas car and adsorption air division installations. *Vestnik MGTU im. N.E. Baumana* [Bulletin of MSTU named after N.E Bauman] 2014, no. 6, pp. 129–133. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Евгений Д. Чертов д. т. н., профессор, кафедра технической механики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Игорь Ю. Акулов адъюнкт, капитан, кафедра криогенной техники, систем кондиционирования и метрологического обеспечения, Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А., ул. Старых Большевиков, 54а, г. Воронеж, 394064, Россия, Akul651@yandex.ru

Евгений Г. Спиридонов д. т. н., профессор, кафедра криогенной техники, систем кондиционирования и метрологического обеспечения, Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А., ул. Старых Большевиков, 54а, г. Воронеж, 394064, Россия

Игорь А. Авцинов д. т. н., профессор, кафедра информационных и управляющих систем, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Evgenii D. Chertov doctor of technical sciences, professor, technical mechanics department, Voronezh state university of engineering technology, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia

Igor' Yu. Akulov graduated in a military academy, captain, cryogenic techniques, central airs and metrological maintenance department, Military and air academy of the prof. N. E. of Zhukovsky and Yu. A. Gagarin, Starykh Bolshevikov St., 54a, Voronezh, 394064, Russia, Akul651@yandex.ru

Evgenii G. Spiridonov doctor of technical science, professor, cryogenic techniques, central airs and metrological maintenance department, Military and air academy of the prof. N. E. of Zhukovsky and Yu. A. Gagarin, Starykh Bolshevikov St., 54a, Voronezh, 394064, Russia

Igor' A. Avtsinov doctor of technical sciences, professor, information and control systems department, Voronezh state university of engineering technology, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Евгений Д. Чертов консультация в ходе исследования
Игорь Ю. Акулов обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провел эксперимент, выполнил расчеты, консультация в ходе исследования, написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несет ответственность за плагиат
Евгений Г. Спиридонов предложил методику проведения эксперимента и составил план поиска информации
Игорь А. Авцинов консультация в ходе исследования

CONTRIBUTION

Evgenii D. Chertov consultation during the study
Igor' Yu. Akulov the review of references on an investigated problem, has made experiment, has executed calculations, consultation during research, has written the manuscript, corrected it before giving in edition and bears responsibility for plagiarism
Evgenii G. Spiridonov has offered a technique of carrying out of experiment and has organised industrial tests
Igor' A. Avtsinov consultation during the study

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

ПОСТУПИЛА 28.07.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 22.08.2016

RECEIVED 7.28.2016

ACCEPTED 8.22.2016

Оригинальная статья/Original article
УДК 664.3.033.7
DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-151-158

Изменения потребительских свойств папоротника-орляка при использовании разных методов хранения

Ирина В. Шалиско, [1] irinashalisko@mail.ru
Михаил И. Дмитриченко, [1] dmi-1943@yandex.ru
Валерий В. Пеленко, [2] pelenko1@rambler.ru
Сергей В. Шахов [3] s_shahov@mail.ru

[1] кафедра торгового дела и товароведения, Санкт-Петербургский государственный экономический университет, ул. Садовая, 21, [2] Санкт-Петербург, 191023, Россия
институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных [3] технологий, механики и оптики, Кронверкский пр-т, 49, Санкт-Петербург, 197101, Россия
кафедра машин и аппаратов пищевых производств, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия

Реферат. В статье сравниваются изменения потребительских свойств молодых побегов орляка обыкновенного при различных способах хранения. Орляк является источником витаминов, минеральных веществ, его едят в некоторых странах мира – Японии, Китае, Корее, а также в России. Показаны некоторые преимущества хранения в замороженном виде. Рассмотрены структурно-механические изменения на макро- и микроуровнях. Сравнивается упругость образцов папоротника при разных методах хранения. Приводятся данные по содержанию аминокислот, жирных кислот, витаминов, поваренной соли, активности воды. Из полученных результатов выявлено, что содержание аминокислот в составе замороженного папоротника-орляка значительно уменьшилось как по сравнению со свежим, так и с соленым папоротником (кроме аспарагиновой кислоты, изолейцина и лейцина, количество которых близко к их количеству в соленом папоротнике). При хранении папоротника в замороженном виде сохраняется значительное количество липидов. Также установлено значительное присутствие таких жирных кислот (в % от суммы, ±10%), как пальмитиновая (24,86%), гексадекатриеновая (2,33%), стеариновая (1,06%), олеиновая (4,71%), линолевая (26,02%), α-линоленовая (11,88%), γ-линоленовая (3,13%), дигомо-γ-линоленовая (2,28%), арахидиновая (0,78%), арахидоновая (14,83%), тимдоновая (0,92%), бегоновая (0,96%). Имеется присутствие эссенциальных жирных кислот. Миристиновая, миристоленовая, пальмитоолеиновая, цисвакценовая, гондоиновая кислоты присутствуют в меньших количествах. Результаты определения витаминов в замороженных образцах показали, что, несмотря на значительные потери при хранении, в них удается сохранить часть витаминов. Предлагается внедрение замораживания в качестве эффективного метода хранения орляка. Метод хранения побегов папоротника-орляка в замороженном виде практически не изучен и может оказаться той инновацией, которая позволит расширить практическое использование данного вида дикорастущего сырья.

Ключевые слова: папоротник, орляк обыкновенный, молодые побеги, замораживание, хранение, упругость, аминокислоты, витамины, жирные кислоты

Changes in consumer properties of bracken using different storage methods

Irina V. Shalisko, [1] irinashalisko@mail.ru
Mikhail I. Dmitrichenko, [1] dmi-1943@yandex.ru
Valery V. Pelenko [2] pelenko1@rambler.ru
Sergei V. Shakhov [3] s_shahov@mail.ru

[1] trade and commodity business department, St.-Petersburg state economic university, Sadovaya str., 21, St.-Peterburg, 191023, Russia
[2] institute of cold and biotechnology, Saint Petersburg national research university of information technologies, mechanics and optics, Kronverksky av., 49, St.-Peterburg, 197101, Russia
[3] machines and equipment food production department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia

Summary. The article compares the changes in consumer properties of bracken ordinary young shoots at different storage methods. Bracken is a source of vitamins, minerals, it is eaten in some countries - Japan, China, Korea, and also in Russia Shows some advantages in frozen storage. The structural and mechanical changes at the macro and micro levels. Compares elasticity raw samples at different storage methods. Data on the content of amino acids, fatty acids, vitamins, salt, water activity. From the obtained results revealed that the amino acid content in the composition of the frozen bracken decreased significantly as compared to fresh and salt fern (except aspartic acid, isoleucine, and leucine, whose number is close to their number in the salty fern). When storing the fern frozen there is a considerable amount of lipids. Also a significant presence of fat-tion of acids (as % of value, ±10%) palmitic (24,86%), hexadecanoate (2,33%), stearic (1,06%), oleic (4,71%), linoleic (26,02%), α-linolenic (11,88%), γ-linolenic (3,13%), dihomo-γ-linolenic (2,28%), arahidonova (0,78%), arachidonic (14,83%), timonova (0,92%), Baganova (0,96%). There is the presence of essential fatty acids. Myristic, berestyeneva, palmitoleate, zonvakantie, andonova acids are present in smaller amount benefits. The results of determination of vitamins in the frozen samples showed that, despite significant losses in storage, they manage to keep the vitamins. It proposed the introduction of the freeze as an effective method of storage bracken. Storage method shoots bracken almost not been studied in frozen form, and it may be that innovation, which will expand the practical use of this type of native raw materials.

Keywords: pteridium aquilinum, young shoots, freezing, storage, elasticity, amino, vitamins, lipids

Для цитирования
Шалиско И. В., Дмитриченко М. И., Пеленко В. В., Шахов С. В. Изменения потребительских свойств папоротника-орляка при использовании разных методов хранения // Вестник ВГУИТ. 2016. № 3. С. 151–158. doi:10.20914/2310-1202-2016-3-151-158

For citation
Shalisko I. V., Dmitrichenko M. I., Pelenko V. V., Shakhov S. V. Changes in consumer properties of bracken using different storage methods. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 3. pp. 151–158. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-3-151-158

Введение

Дикорастущий папоротник–орляк обыкновенный (лат. *Pteridium aquilinum (L.) Kuhn*), растущий на российской территории практически повсеместно, вызывает интерес в качестве экзотического пищевого ресурса, но и при создании новых продуктов общего и специального питания, может применяться для повышения их биологической ценности, являясь источником витаминов, минеральных веществ [8]. Пищевой ценностью обладают только его молодые сочные неодревесневевшие побеги – рахисы в заготовительной стадии зрелости до развертывания листовой пластинки, при общей длине 35–45 см с верхушкой в состоянии стадии «устранение изгиба», или при высоте 45–60 см, при этом побег растет прямо вверх, но листья также еще не развернулись (стадия «шильце»). Собирают орляк и в стадии «тройничок», когда длина черешка остается почти на уровне «шильца», но слегка развертывается средний лист при нераскрытых двух боковых. При сборе черешок папоротника чуть сгибают пальцами на расстоянии 10–15 см от земли, сочная его часть хорошо отламывается с характерным хрустом. В этот период по содержанию массовой доли влаги орляк сопоставим с зелеными овощами.

Наряду с ботаническими исследованиями, на международном уровне рассматриваются и аспекты его практического использования [1].

Орляк традиционно используют как пищевой продукт в Японии, Китае, Корее. В нашей стране основные потребители – жители Сибири и Дальнего Востока. В сыром виде его есть нельзя [3] Из орляка готовят вторые блюда (в жареном виде он обладает грибным вкусом), различные приправы, салаты, закуски, можно добавлять его в супы, соевый творог.

Военнослужащими Забайкальского военного округа папоротник использовался для пополнения запасов продовольствия. Имеются данные о выпуске хлеба и кондитерских изделий с добавкой порошка из орляка. Так, Мельниковой Е. В. разработанаы технологии хлеба, печенья, галет с ним [12]. Вырабатывают консервы из папоротника, в качестве пищевой добавки используют при производстве плавленых сыров. В. Н. Лузан и С.В Цырендоржиева предлагают вводить папоротник в мясные фарши, что влияет на пищевую ценность мясных продуктов, улучшает функционально-технологические свойства последних, при этом снижается суммарное количество микроорганизмов в мясных системах, уменьшается степень окисления липидов [8].

На соленый и сушеный папоротник сибирскими учеными была разработана нормативно-техническая документация. Плотниковой Т. В., Печуриной Н. Н, Цапаловой И. Э. и др. отработаны технологии хранения орляка в сушеном виде или соленом, Мельникова Е.В, Типсина Н.Н. предлагают использование его порошка [12, 13].

Как отмечали некоторые авторы, традиционные методы хранения пищевых продуктов приводят к снижению содержания массовой доли влаги, что способствует обеспечению стабильности при хранении [14], при этом происходят изменения химического состава.

Необходимо отметить также значительные изменения и физических свойств соленого папоротника. Консервирующее действие соли связано с резким повышением осмотического давления во внешней среде, в результате чего клеточный сок диффундирует наружу, а соль проникает внутрь клетки.

В предыдущих публикациях отмечалось, что метод хранения побегов папоротника-орляка в замороженном виде практически не изучен, по нашему мнению, он может оказаться той инновацией, которая позволит расширить практическое использование данного вида дикорастущего сырья, повсеместно распространенного на территории нашей страны, на внутреннем и внешнем рынке [15].

При замораживании не происходит существенного изменения химического состава продукта, эффективно тормозятся биохимические реакции, приводящие к ухудшению качества.

Но как утверждают Касьянов Г. И. и Сязин И. Е. в статье, посвященной исследованиям реологических характеристик криолабильных растительных продуктов на примере плодов киви, фейхоа и хурмы, «в результате низкотемпературного воздействия обычным способом на незащищенный криолабильный продукт, после размораживания он теряет свои структурно-механические свойства». Авторы видят проблему в отсутствии технологии, позволяющей без существенной потери качества получать замороженный криолабильный растительный полуфабрикат, что связывают с необратимым криоповреждением лабильной части ряда биологически активных веществ и считают реологические характеристики главными при характеристике качества замороженного полуфабриката [6, 7]. Предположительно эти проблемы можно отнести и к папоротник-орляку, т. к. его побеги сочные, содержат много влаги.

Присутствие связанной влаги и микро-макрокапилляров с незначительной энергией связи в молодых побегах папоротника, пригодных для использования в качестве пищевого продукта,

влияет на его сохраняемость, ускорение химических и биохимических процессов.

По нашим наблюдениям активность воды соленого папоротника – 0,772 Ам, что позволяет отнести его к продуктам с промежуточной влажностью, замороженного – 0,980 Ам (продукт с повышенной влажностью) в соответствии с традиционной классификацией [14]. Результаты получены с помощью анализатора Robotronic HygroLab [2].

Высокая влажность замороженного папоротника способствует большему изменению химического состава, в соленом орляке можно отметить высокую концентрация NaCl – 24,2% (определено аргентометрическим методом по Мору в соответствии с ГОСТ 26186–84 «Продукты переработки плодов и овощей, консервы мясные и мясорастительные. Методы определения хлоридов», что предполагает вымачивание перед употреблением и неизбежно приводит к потерям пищевой ценности [5]

Экспериментальные данные по содержанию NaCl не противоречат исследованиям Цапаловой И. Э., Плотниковой Т.В. и других авторов, о том, что если при засоле использовано 25% соли, то уже по окончании первого этапа её содержание в побегах достигает 16%, одновременно влажность снижается на 21%, после второго – концентрация NaCl повышается до 23–24%, при уменьшении влажности в 1,5 раза. Происходят изменения практически всех компонентов химического состава [2, 13]

Нами исследовались побеги орляка свежие, соленые (по технологии, описанной) и замороженные при температуре 24 °С из сборов 2013, 2014, 2015, 2016 гг. Место сбора – пос. Молодежное Курортного района Санкт-Петербурга.

Посредством визуальных наблюдений, применения измерительного и расчетного методов исследовалась макроструктура образцов папоротника – свежего, подготовленного к хранению (бланширование в течение 3 и 5 минут), соленого и оттаявшего в естественных условиях после замораживания.

Необходимо отметить, что структурно-механические свойства побегов папоротника-орляка изменяются по сравнению со свежим сырьем при любом методе консервирования. Деформация на макроуровне выражается, прежде всего, в виде изменения упругости. Частично это происходит еще на подготовительном этапе при бланшировании, а соленый и замороженный папоротник уже существенно отличается по упругости от свежего.

Направленные вверх и закрепленные в штативе перпендикулярно поверхности стола образцы имеют примерно одинаковую длину около 220 мм и толщину – в основании – 5 мм, у начала листовой пластинки – 3 мм, что показано на рисунке 1. Орляк в замороженном состоянии хрупкий, не упругий, на рисунке не показан. Точка закрепления образцов принята за нулевую точку отсчёта. Провисание образцов происходит под действием собственной массы без дополнительного отягощения.

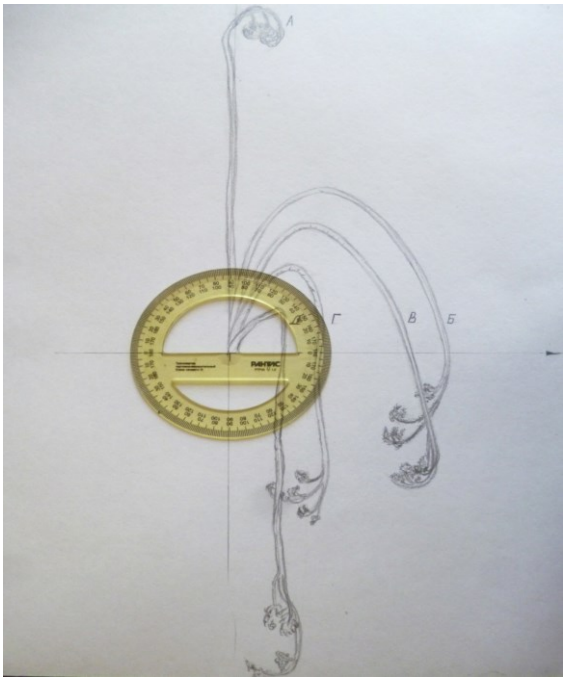


Рисунок 1. Сравнение упругости образцов орляка. А – свежий орляк; Б – орляк после бланширования в течение 3 минут; В – орляк после бланширования в течение 5 минут; Г – размороженный орляк; Д – соленый орляк (Снимок Шалиско И.В.)

Figure 1. Comparison of elasticity of samples of bracken. А – fresh braken; Б – bracken after brushing for 3 minutes В – bracken after brushing for 5 minutes; Г – defrosted braken; Д – salty braken (Photo by Shalisko I.V.)

По сравнению со свежим и бланшированным, замороженный, хранившийся длительное время, а затем дефростированный папоротник значительно утратил упругость, начальная точка провисания ниже и сместилась ближе к штативу. Из всех представленных на рисунке образцов у соленого папоротника самые большие изменения. Можно отметить, что у соленого образца больше изломов, неравномерное по длине уплощение от применявшегося гнёта. У размороженного образца наблюдается только морщинистость. Возникающие механические повреждения замороженного папоротника по некоторым параметрам сопоставимы с изменениями, происходящими в соленом папоротнике.

В таблице 1 приведены результаты измерения угла отклонения образцов от вертикали и определение изменений упругости папоротника.

Таблица 1

Изменения угла отклонения от вертикали и определение изменений упругости папоротника

Table 1

Changing the angle of deviation from vertical and the identification of changes of elasticity of the fern

Образец папоротника Sample fern	Обозначение Symbol	Угол отклонения,° Angle of deviation,°	Координаты точки начала провисания The coordinates of the beginning of the sag	
			по оси x, мм x-axis, mm	по оси y, мм y-axis, mm
Свежий Fresh	А	0	0	0
После бланширования в течение 3 минут After brushing for 3 minute	Б	10	50,0	95,0
После бланширования в течение 5 минут After brushing for 5 minute	В	14	40,0	75,0
Размороженный Defrosted	Г	25	30,0	50,0
Соленый Salty	Д	50	25,0	25,0

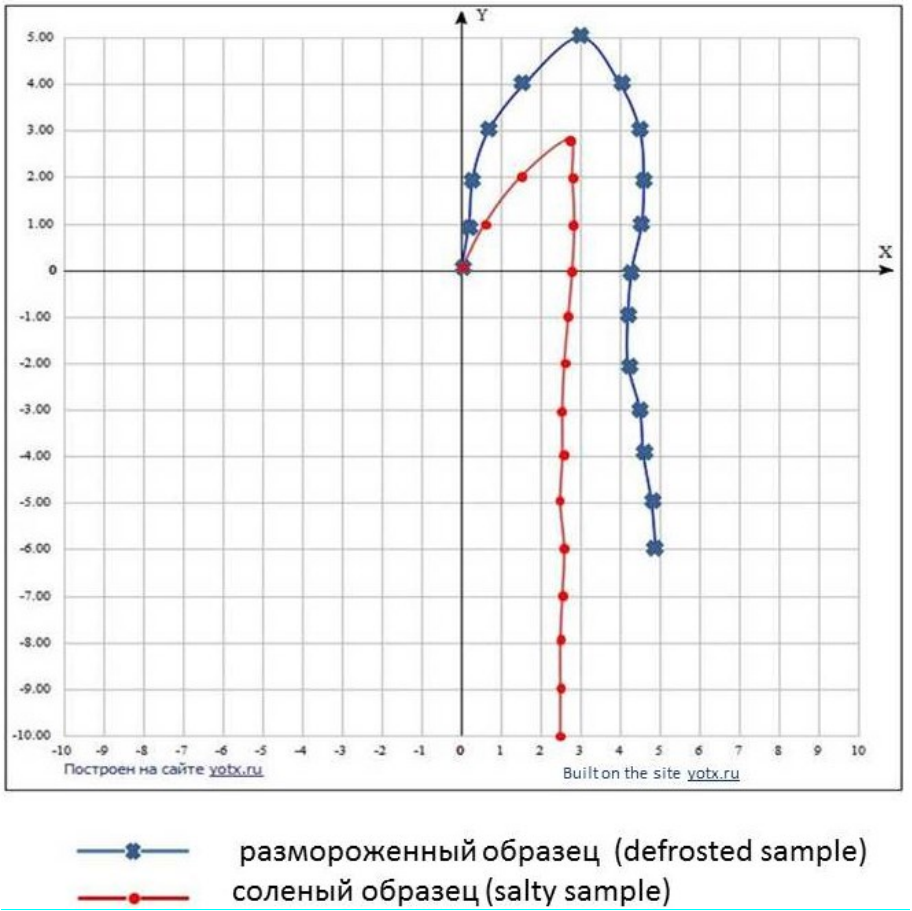


Рисунок 2. Сравнение формы образцов орляка соленого и размороженного

Figure 2. Compare the form of samples of frozen and salted bracken

Для наглядности на рисунке 2, представлены в графическом виде изменения формы размороженного и соленого орляка, приблизительно соответствующие по изгибу соленому и размороженному образцам. Использовался сервис онлайн построения графиков на сайте http://yotx.ru.

Анализируя графическое отображение формы образцов необходимо отметить, что точка начала провисания у соленого орляка почти в 2 раза ближе к началу отсчета – точке закрепления образцов в штативе, форма образца размороженного папоротника имеет плавные очертания,

что косвенно свидетельствует о его большей упругости. Резкий излом и практически вертикальное провисание соленого образца после критической точки показывает, что он потерял упругость.

Таким образом, можно подтвердить, что соленый папоротник претерпел большие изменения макроструктуры, чем замороженный.

Структурно-механические изменения на микроуровне связаны со сдвигом частей растительных клеток, которые можно наблюдать в тонких срезах – торцевых (поперечных), радиальных и тангенциальных. Ранее были проведены микроскопические наблюдения свежих образцов орляка, замороженных и хранившихся при температуре 24 °С в течение года и соленых. Выявлено, что клетки замороженных образцов по сравнению с солеными меньше подверглись структурным изменениям [15]. Тем не менее, частичное разрушение клеточных структур характерно как для замороженного, так и для соленого папоротника, в первом случае внутри клеток образуются кристаллы льда, а в последнем – кристаллы соли.

Также выявлены отдельные химические показатели замороженного папоротника, результаты сопоставлены с имеющейся информацией по соленому продукту.

Для замороженного орляка по витаминному составу кроме ранее полученных данных по содержанию аскорбиновой кислоты, на оборудовании аккредитованной испытательной лаборатории пищевых продуктов, сырья и материалов ФБУ «Тест-С. – Петербург» флуориметрическим методом с использованием анализатора жидкости «Флюорат-02» и флуориметрическим детектированием с использованием жидкостного хроматографа выявлено содержание альфа-токоферола, ретинола, тиамина, рибофлавина и каротиноидов. Сведения по витаминному составу приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Характеристика витаминного состава орляка, мг/100 г

Table 2.

Characteristics of the vitamin content of bracken, mg/100 g

Папоротник Fern	Аскорбиновая кислота Ascorbic acid	Токоферол Tocopherol	Ретинол Retinol	Тиамин Thiamin	Рибофлавин Riboflavin	Каротиноиды Carotenoids
Замороженный Frozen	9,0 – 12,6	1,31±0,31	менее 0,02 less	0,005±0,002	0,21±0,05	2,44±0,39
Соленый Salty	5,4 – 9,0	нет данных no data	нет данных no data	нет данных no data	нет данных no data	нет данных no data
Свежий Fresh	10,99 – 34,0	1,93±0,07	нет данных	нет данных	0,54±0,02	0,71±0,02

При сравнении витаминного состава использовались ранее публиковавшиеся предыдущими исследователями Высочиной Г. И., Мельниковой Е. В., Скрипко О. В. и другими результаты по свежему и соленому орляку [4, 9]. Результаты определения витаминов в замороженных образцах показали, что, несмотря на значительные потери при хранении, в них удается сохранить часть витаминов.

Состав аминокислот определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии после избыточного гидролиза 6М соляной кислотой (22 ч., 110 °С) с предколоночной дериватизацией о-фталевым альдегидом. Выявлено, что в замороженном папоротнике содержание белка и пептидов – 80±11мг/г, в том числе присутствуют аспарагиновая кислота, что сопоставимо с её содержанием в соленом папоротнике (по данным Плотниковой Т. В. – 11,84 мг/г, но существенно ниже, чем в свежем – 77,08 мг/г). Содержание изолейцина – 5,1±0,6 мг/г (в соленом папоротнике – 9,91 мг/г; в свежем – 45,83 мг/г); лейцина – 7,6±1,1 мг/г (11,84 мг/г и 33,33 мг/гсоответственно); валина – 10,9±2,4 мг/г (22,37 мг/г и 56,25 мг/г); аргинина – 9,0±1,1 мг/г, (22,37 мг/г и 4,17 мг/г). Обнаружены аминокислоты глицин, серин, треонин, гистидин, аланин, тирозин, метионин, фенилаланин, лизин. Пролин, цистин, триптофан на данном этапе исследований не определяли.

Из полученных результатов можно заключить, что содержание аминокислот в составе замороженного папоротника-орляка значительно уменьшилось как по сравнению со свежим,

так и с соленым папоротником (кроме аспарагиновой кислоты, изолейцина и лейцина, количество которых близко к их количеству в соленом папоротнике). Измерения проводились на образцах сбора 2015 г. после хранения в течение 11 мес. при температуре 24 °С. Расхождения при сопоставлении с данными других исследователей частично можно объяснить сбором сырья произрастающего в различных климатических и территориальных условиях.

При хранении папоротника в замороженном виде сохраняется значительное количество липидов. Данные по содержанию жирных кислот в замороженном орляке были получены методом газожидкостной хроматографии согласно ГОСТ Р ИСО 5508:2010 после приготовления метиловых эфиров согласно ISO 5509:2000. Установлено значительное присутствие таких жирных кислот (в % от суммы, ±10%), как пальмитиновая (24,86%), гексадекатриеновая (2,33%), стеариновая (1,06%), олеиновая (4,71%), линолевая (26,02%), α-линоленовая (11,88%), γ-линоленовая (3,13%), дигомо-γ-линоленовая (2,28%), арахидиновая (0,78%), арахидоновая (14,83%), тимдоновая (0,92%), бегоновая (0,96%). Обнаружено присутствие эссенциальных жирных кислот. Миристиновая, миристоленовая, пальмитоолеиновая, цисвакценовая, гондоиновая кислоты присутствуют в меньших количествах.

Выявлено титрометрическим методом, что в замороженном орляке количество танина составляет 1,66%, в соленом – 1,78%, что можно считать незначительным отклонением.

Заключение

Анализ влияния замораживания и хранения в замороженном состоянии на химический состав, структуру, качество продукта, позволяет считать, что его замораживание – предпочтительно как способ хранения. В результате проведенных исследований можно сделать вывод, что хранение орляка в замороженном виде имеет ряд преимуществ по сравнению с другими методами консервирования.

ЛИТЕРАТУРА

1 Gary A. Seed-Free and Loving It: Symposium Celebrates Pteridology The Plant Press Department of Botany & the U.S. National Herbarium. Botany Profile // The Plant Press: New Series. 2015. V. 18. № 3

2 Daskalov H., Fejzullah F., Stoyahchev T. Study on factors (pH, water activity, salt content) affecting the growth of Listeria monocytogenes in raw dried cured, sausages // Mac Vet Rev. 2013. № 36 (2). P. 91–95.

3 Der J.P., Wolf P.G., Barker M.S., Wickett N.J. et al. De novo characterization of the gametophyte transcriptome in bracken fern, Pteridium aquilinum // BMC Genomics. 2011. Т. 12. № 1. P. 99.

4 Высочина Г.И., Кукушкина Т.А., Ершова Э.А. Сравнительная биохимическая оценка молодых папоротников Pteridium aquilinum (L.) Kuhn и Matteuccia struthiopteris (L.) Tod. // Химия растительного сырья. 2013. № 1. С. 197–203

5 ГОСТ 26186–84 Продукты переработки плодов и овощей, консервы мясные и мясорастительные. Методы определения хлоридов. М.: Стандартинформ, 2010.

6 Касьянов Г.И., Сязин И.Е. Реологические характеристики криолабильных растительных продуктов // Современные научные исследования и инновации. 2011. № 8. URL: http://web.snauka.ru/issues/2011/12/5988.

7 Касьянов Г.И., Сязин И.Е., Лугинин М.И., Назарько М.Д. и др. Кристаллообразование в криолабильном растительном сырье в процессе криоконсервирования // Электронный научный журнал Физико-химический анализ свойств многокомпонентных систем. 2011. № 9. URL: http://fh.kubstu.ru/fams/vipusk9.htm

8 Лузан В.Н., Цырендоржиева С.В. Использование растительного сырья в мясной промышленности // Управление инновациями в торговле и общественном питании: материалы Международной конференции с элементами научной школы для молодежи 25–29 октября 2010 г. Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2010. С. 489

9 Мельникова Е.В. Разработка теоретической модели совершенствования технологии получения хлеба, галет и сахарного печенья с использованием полуфабрикатов из орляка обыкновенного (Pteridium aquilinum) // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2016. № 2. С. 106–112.

10 Мельникова Е.В. Получение пищевого порошка из папоротника Орляк // Инновационные тенденции развития российской науки Материалы VII Международной научно-практической конференции молодых ученых. 24–26 марта 2014 г. Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2015. С. 266–268

11 Скрипко О.В., Кадникова И.А, Седых В.В. Обоснование выбора составных ингредиентов для пищевых концентратов и оптимизация их рецептур // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2012. № 5. С. 370–375.

12 Типсина Н.Н., Кох Д.А., Мельникова Е.В., Туманова А.Е. Использование порошка оз побегов папоротника «Орляк» в производстве бисквита // Хлебопродукты. 2014. № 3. С. 58–59

13 Цапалова И.Э., Печурина Н.Н. Сохраняемость соленого полуфабриката Страусника обыкновенного // Техника и технология пищевых производств. 2011. № 3(22) С. 42–45

14 Цуканов М.Ф., Черноморец А.Б. Технологические аспекты показателя «активность воды» и его роль в обеспечении качества продукции общественного питания // Технико-технологические проблемы сервиса. 2010. № 1(11). С. 58–63.

15 Шалиско И.В Инновационный способ хранения дикорастущего пищевого сырья на примере папоротника- // Инновационные технологии в сервисе: Сборник материалов IV Международной научно-практической конференции. Санкт-Петербург: Издательство Санкт-Петербургского государственного экономического университета, 2015. С. 354–356.

REFERENCES

1 Gary A. Seed-Free and Loving It: Symposium Celebrates Pteridology The Plant Press Department of Botany & the U.S. National Herbarium. Botany Profile. The Plant Press: New Series, 2015, vol. 18, no. 3

2 Daskalov H., Fejzullah F., Stoyahchev T. Study on factors (pH, water activity, salt content) affecting the growth of Listeria monocytogenes in raw dried cured, sausages // Mac. Vet. Rev., 2013, no. 36 (2), pp. 91–95. Available at: http://www. macvetrev.mk/2013–2/Mac Vet Rev 2013; 36 (2); 91–95.pdf

3 Der J.P., Wolf P.G., Barker M.S., Wickett N.J. et al. De novo characterization of the gametophyte transcriptome in bracken fern, Pteridium aquilinum // BMC Genomics. 2011. V. 12. № 1. P. 99.

4 Vysochina G.I., Kukushkina T.A., Ershova E.A. Comparative biochemical assessment yong wai ferns Pteridium aquilinum (L) Kuhn and Matteuccia struthopteris (L) Tod. *Khimija Rastitel'nogo Syr'ja* [Chemistry of plant raw material] 2013, no 1, pp. 197–203 (in Russian).

5 GOST 26186–84 Produkty pererabotki plodov i ovoshchei, konservy myasnye i rastitel'nye [State standard 26186–84 Products of fruits and vegetables, canned meat and meat plant. Methods for determination of chlorides] Moscow, STANDARTINFORM, 2010 (in Russian).

6 Kasyanov G.I., Syazin I.E Rheologic characteristics of criofrozen criolabile vegetative raw materials. *Sovremenye nauchnye issledovania i innovacii*. [Modern scientific researches and innovations] 2011, no. 8. Available at: http://web.snauka.ru/issues/2011/12/5988. (in Russian).

7 Kasyanov G.I., Syazin I.E., Luginin M.I., Nazarko M.D. et al. Kristal formation in vegetative raw matherials crioconservation process. *Phiziko-hyimicheskyi anliz svoistv mnogorkomponentnyh system* [Phizico – chemical analysis of the properties of multicomponent systems] 2011, no. 9. Available at: http://fh.kubstu.ru/fams/vipusk9. htm. (in Russian).

8 Luzan V.N., Tsirendorzhieva S.V. The use of plant raw materials in meat industry. *Upravlenie innovatsiyami v torgovle i obshchestvennom pitanii* [Innovation Management in trade and public catering: proceedings of the International conference with elements of scientific school for young people from 25 to 29 October 2010] 2010, 489 p. (in Russian).

9 Melnikova E.V. Development of the theoretical model of improvement of technology of bread, biscuits, and sugar cookies using semi-finished products of bracken ordinary (Pteridium aquilinum). *Vestnik KrasGAU* [Bulletin of KrasSAU] 2016, no. 2, p. 106–112 (in Russian).

10 Melnikova E.V. Getting food from powder fern Orlyak. *Innovatsionnye tendentsii razvitiya rossiiskoi nauki* [Innovative development trends of Russian science Proceedings of the VII International scientific-practical conference of young scientists. 24–26 March 2014, of Krasnoyarsk state agrarian University] 2015, pp. 266–268(in Russian).

11 Skripko O.V., Kadnikova I.A. Sedykh V.V Substantiation of the component ingredient selection for food concentrates and optimization of their formulas. *Vestnik KrasGAU* [Bulletin of KrasSAU] 2012, no. 5, pp. 370–375. (in Russian).

12 Tipsina N.N. Koh D.A., Tumanova F.E. Use of powder fern shoots Orlyak in biscuit production. *Kleboprodukty* [Bread products] 2014, no 3, pp. 58–59 (in Russian).

13 Tsapalova I.E., Pechurina N.N. Preservation of the salty semifinished fern Matteuccia struthopteris. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology] 2011, no. 3(22), pp. 42–45 (in Russian).

14 Tsukanov M.F., Chernomorets A.B Technological aspects of the indicator "water activity" and its role in ensuring the quality of products. *Tekhniko-tekhnologicheskie problem servisa* [Journal of the Technical and technological problems of service] 2010, no. 1(11), pp. 58–63. (in Russian).

15 Shalisco I.V. An Innovative way of storing wild food raw materials on the example of the fern. *Innovatsionnye tekhnologii v servise* [Innovative technologies in service: proceedings of the IV International scientific-practical conference] 2015, pp. 354–356. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Ирина В. Шалиско старший преподаватель, кафедра торгового дела и товароведения, Санкт-Петербургский государственный экономический университет, ул. Садовая, 21, Санкт-Петербург, 191023, Россия, irinashalisko@mail.ru
Михаил И. Дмитриченко к. т. н., профессор, кафедра торгового дела и товароведения, Санкт-Петербургский государственный экономический университет, ул. Садовая, 21, Санкт-Петербург, 191023, Россия, dmi-1943@yandex.ru
Валерий В. Пеленко д. т. н., профессор, институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, Кронверкский пр-т, 49, Санкт-Петербург, 197101, Россия, pelenko1@rambler.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, 394066, s_shahov@mail.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Irina.V. Shalisko Senior Lecturer, department of Trade and Commodity business, St. Petersburg State Economic University, street Sadovaya, 21, St.-Peterburg, 191023, Russi, irinashalisko@mail.ru
Mihail. I. Dmitrichenko C. Sc., Professor department of Trade and Commodity business, St. Petersburg State Economic University, street Sadovaya, 21, St.-Peterburg, 191023, Russia, dmi-1943@yandex.ru
Valeriy.V. Pelenko D. Sc., Professor, Institute of Cold and Biotechnology, Saint Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics, Kronverksky avenue, 49, St.-Peterburg, 197101, Russia, pelenko1@rambler.ru
Sergei.V. Shakhov D. Sc., Professor, department of machines and equipment for food production, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia, s_shahov@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Ирина В. Шалиско обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперименты, выполнила расчёты
Михаил И. Дмитриченко предложил методику проведения экспериментов
Валерий В. Пеленко консультация в ходе исследования
Сергей В. Шахов написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

CONTRIBUTION

Irina.V. Shalisko review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations
Mihail. I. Dmitrichenko proposed a scheme of the experiment

Valeriy.V. Pelenko consultation during the study
Sergei.V. Shakhov 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 16.07.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 23.08.2016

RECEIVED 7.16.2016

ACCEPTED 8.23.2016

Оригинальнаястатья/Original article

УДК 664

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-159-163

Исследование микробиологического фона растительных ингредиентов и растительно-молочных композиций

Дмитрий В. Харитонов, [1] vnimi5@rambler.ru
Екатерина И. Добриян, [2] dobreka@mail.ru
Анна М. Ильина [2] mosanja@yandex.ru

[1] Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности, ул. Люсиновская, дом 35, корпус 7, Москва 115093, Россия
[2] лаборатория ресурсосберегающих процессов и функциональных продуктов, Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности, ул. Люсиновская, дом 35, корпус 7, Москва 115093, Россия

Реферат. Изучены показатели микробиологической безопасности порошкообразных овощей, растительно-молочных композиций, составных молочных десертов. В исследуемых образцах порошкообразных овощей не обнаружены патогенные (в т. ч. сальмонеллы) микроорганизмы, бактерии группы кишечных палочек, дрожжи, неспорообразующие микроорганизмы B. cereus. Количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов, а также количество плесеней не превышает нормируемых законодательством показателей безопасности. Основную микрофлору сухих овощей составляет протеолитические микроорганизмы. Микробиологический фон растительной и молочной основ характеризуется наличием микроорганизмов, отличающихся различной устойчивостью к условиям среды – величине pH, присутствию кислорода, к воздействию высоких температур. Обогащение молочной основы растительными компонентами вызывает необходимость корректировки режимов теплового воздействия, установленных для обработки молока без дополнительных ингредиентов. Внесение растительных ингредиентов в молочную основу сопровождается неоднозначным воздействием высоких температур на микроорганизмы поликомпонентной растительно-молочной основы. С одной стороны, внесение растительного сырья в молоко усиливает ингибирующее воздействие температуры на микробные клетки за счёт перехода pH среды в кислую сторону, с другой стороны, присутствие частиц растительного сырья защищает микроорганизмы от чувствительного воздействия на них высокой температуры. Микрофлора растительно-молочных композиций после тепловой обработки, а также готовых десертов на их основе была представлена спорообразующими палочками, количество которых коррелирует с количеством их в исходном сырье. Для выбора оптимального режима тепловой обработки необходимо учитывать все процессы, протекающие при тепловой обработке: и микробиологические, и физико-химические, в частности, разрушение полисахаридов клеточных структур овощей.

Ключевые слова: микробиологическая безопасность, порошкообразные овощи, растительно-молочные композиции, десерты

Study of microbiological background of herbal ingredients and dairy-vegetable compositions

Dmitrii V. Kharitonov, [1] vnimi5@rambler.ru
Ekaterina I. Dobriyan, [2] dobreka@mail.ru
Anna M. Il'ina [2] mosanja@yandex.ru

[1] All-Russian dairy research institute, Lusinovskaya str., 35/7, Moscow, 115093, Russia
[2] laboratory of resource-saving technologies and functional products, All-Russian dairy research institute, Lusinovskaya str. 35/7, Moscow, 115093, Russia

Summary.The rates of microbiological safety of powdery vegetables, vegetable-milk compositions, compound desserts have been studied. No pathogenic germs (incl. salmonella), Escherichia coli, yeast, nonspore-forming bacteria B cereus have been detected in powdery vegetable samples. The number of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms as well as amount of molds does not exceed safety index normalized by the legislation. Proteolytic microorganisms compose the basic microflora of powdery vegetables. Microbiological background of vegetable and milk basis is characterized by the presence of microorganisms differed by different resistance to the medium conditions – pH value, presence of oxygen and high temperatures impact. Enrichment of milk base by vegetable components necessitates to adjust the thermal effect regimes prescribed for milk treatment without additional ingredients. Introduction of vegetable ingredients into milk base is accompanied by polysemantic effect of high temperatures on microorganisms of polycomponent milk – vegetable base. On the one hand introduction of vegetable raw material into milk enhances inhibitory temperature effect on microbial cells due to transition of the medium pH into sour side; on the other hand presence of vegetable raw material particles protects microorganisms against sensitive effect of high temperature. Microflora of vegetable-milk compositions after heat treatment as well as ready-made desserts on their base was presented by spore-forming bacillus the number of which is correlated by their number in the initial raw material. In order to choose the optimal regime of heat treatment all processes running during heat treatment and particularly microbiological and physical-chemical degradation of polysaccharides of vegetables cell structures.

Keywords:microbiological safety, powdery vegetables, vegetable-milk compositions, desserts.

Для цитирования
Харитонов Д. В, Добриян Е. И., Ильина А. М.Микробиологическая безопасность растительных ингредиентов и растительно-молочных композиций // Вестник ВГУИТ.2016. № 3. С. 159-163. doi:10.20914/2310-1202-2016-3-159-163

For citation
KharitonovD. V., DobriyanE. I., IlyinaA. M. Microbiological Safety of Vegetable Ingredients and Vegetable-Milk Compositions . *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 3.pp. 159-163. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-3-159-163

Введение

Перспективным направлением в области создания продуктов функционального назначения является разработка технологий производства растительно-молочных продуктов на основе обогащения молока биологически активными ингредиентами растительного происхождения.

В качестве обогащающей добавки рассмотрено использование порошкообразных овощей (тыквы, моркови, кабачка), имеющих высокое содержание минеральных солей, витаминов, пищевых волокон.

Использование порошков имеет ряд преимуществ – они высоко технологичны, имеют хорошую хранимоспособность, транспортабельны, удобны в применении на предприятии. На отечественном рынке представлены порошки, полученные разными способами теплофизического воздействия (сублимационная сушка, конвективная, инфракрасная). В работе использована тыква, морковь и кабачок, полученные инновационным методом комбинированного аэродинамического обезвоживания, обеспечивающим максимальное сохранение биологической ценности исходного сырья.

Одной из ключевых проблем при разработке технологии является решение вопроса обеспечения микробиологической безопасности разрабатываемых продуктов. Микробиологический фон растительной и молочной основ характеризуется наличием микроорганизмов, отличающихся различной устойчивостью к условиям среды – величине pH, присутствию кислорода, к воздействию высоких температур и т. д.

Основная микрофлора молока представлена стрептококками, молочнокислыми палочками и психрофильными микробами.

Основную микрофлору овощей составляют почвенные микроорганизмы, а также микроорганизмы, присутствующие в воздухе. В 1 г почвы содержится 10^8–10^9 бактериальных клеток, из них 10^6 находятся в споровой форме.

Сушка овощей является эффективным способом консервирования. Большинство вредных микроорганизмов не могут развиваться при такой низкой влажности, поэтому сухие продукты могут храниться в течение длительного времени. В основном, сушёные овощи сохраняют почти все пищевые вещества, но наблюдаются потери некоторых витаминов, в первую очередь, витамина С.

Состав микрофлоры сухих овощей зависит от исходной обсеменённости используемого сырья. Снижение обсеменённости сухих овощей достигается путём обработки растительного сырья и удаления заражённых плодов, чистки и тщательной мойки овощей, бланширования, тепловой обработки в процессе сушки, создания необходимых условий производства. Важное значение имеют условия хранения. При неправильном хранении сушёных овощей, при повышенном содержании в них влаги более 15% происходит развитие в них микроорганизмов, особенно микроскопических грибов. При обильном обсеменении сухих овощей микроорганизмами, они могут быть источником инфицирования молочного продукта.

Цель настоящей работы – исследовать качественный и количественный состав микрофлоры порошкообразных овощей для исключения вероятности инфицирования молочной основы микрофлорой сухих овощей.

Объектом исследований были порошкообразные овощи, растительно-молочные композиции, составные молочные десерты.

В соответствии с Техническим регламентом Таможенного союза 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» в сухих овощах нормируются следующие показатели микробиологической безопасности – КМАФАнМ (КОЕ/г); БГКП (г); патогенные, в том числе сальмонелла; не спорообразующие микроорганизмы B.cereus, плесени (КОЕ/г).

В таблице 1 приведены допустимые значения нормируемых показателей для овощей, бланшированных перед сушкой, и не бланшированных перед сушкой. Там же указаны экспериментально установленные фактические показатели микробиологической обсеменённости порошкообразных овощей.

Экспериментально определены (таблица 1) фактические показатели безопасности порошкообразных овощей на предмет их соответствия законодательным нормативам.

Состав микрофлоры молочной основы и растительных компонентов различен. Поэтому в образцах используемых овощей были определены количественный и качественный состав микрофлоры, характерной не только для сухих овощей, но и для молока (таблица 1).

Таблица 1

Показатели микробиологической безопасности порошкообразных овощей

Table1

Index of microbiological safety of powdered vegetables

Наименование показателей Name	Овощи сушеные ТР ТС 021/2011 Dry vegetables		Сухие порошкообразные овощи Dry powdered vegetables		
	Небланшированные перед сушкой Non blanched prior drying	Бланшированные перед сушкой Blanched prior drying	Тыква Pumpkin	Морковь Carrot	Кабачок Marrow
КМАФАнМ КОЕ/г CFU/g	$5\cdot10^5$	$2\cdot10^4$	$4{,}8\cdot10^4$	$4{,}2\cdot10^4$	$3{,}7\cdot10^4$
БГКП, не доп. в массе продукта, 0,01 г.(см3) Coli bacteria non permissible in the product mass, g (see 3)	не доп. not allowed	не доп. not allowed	не обн. not detected	не обн. not detected	не обн. not detected
Патогенные в т. ч. сальмонелла в массе продукта, 25г Pathogenic incl. salmonella in 25 g	не доп. not allowed	не доп. not allowed	не обн. not detected	не обн. not detected	не обн. not detected
Дрожжи Yeast	не норм. not regulated	не норм. not regulated	не обн. not detected	не обн. not detected	не обн. not detected
Неспорообразующие микроорганизмыВ.cereusв массе продукта, 10^3г Non-sporeforming bacteria B.cereus in 25 g	не доп. not allowed	не доп. not allowed	не обн. not detected	не обн. not detected	не обн. not detected
Плесени, КОЕ/г Molds, CFU/g	$5\cdot10^2$	$5\cdot10^2$	$1{,}4\cdot10^2$	$8\cdot10^1$	$2\cdot10^1$
Протеолитические, КОЕ/г Proteolytic, CFU/g	–	–	$5{,}1\cdot10^3$	$1{,}4\cdot10^2$	$1{,}2\cdot10^1$
Липотические, КОЕ/г Lipolytic, CFU/g	–	–	не обн. not detected	$2{,}2\cdot10^2$	не обн. not detected
Сульфитредуцирующие клостридии КОЕ/г Sulphreducing clostridium CFU/g			не обн. not detected	не обн. not detected	не обн. not detected
St.aureus,КОЕ/г, CFU/g			не обн. not detected	не обн. not detected	не обн. not detected

Установлено, что в исследуемых образцах показатели микробиологической обсеменённости не превышают нормируемых ТР ТС 021/2011«О безопасности пищевой продукции» показателей безопасности. Так, для не бланшированных перед сушкой овощей, при нормированном показателе КМАФАнМ $5\cdot10^5$ КОЕ/г, фактический показатель колебался в интервале от $3{,}7\cdot10^4$ (кабачок) до $4{,}8\cdot10^4$ (тыква).

В исследуемых образцах не были обнаружены бактерии группы кишечных палочек. Также не обнаружены (в 25 г) патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы. При допускаемом уровне содержания плесеней $5\cdot10^2$ КОЕ/г, фактическое их содержание колебалось в диапазоне от $2\cdot10^1$ (кабачок) до $1{,}4\cdot10^2$ (тыква). В 1 г сухой моркови присутствовало 80 колониеобразующих единиц плесени.

Основную микрофлору сухих овощей составляют протеолитические микроорганизмы. Их содержание в сухих овощах колебалось от $1{,}2\cdot10^2$ КОЕ/г (кабачок) до $5{,}1\cdot10^3$(тыква). Липолитические микроорганизмы присутствовали только в образцах моркови $2{,}2\cdot10^2$ КОЕ/г. Сульфитредуцирующие клостридии и St.aureus не были обнаружены ни в одном из исследуемых образцов.

Проведённые исследования показали, что по показателям микробиологической безопасности, порошкообразные овощи удовлетворяют требованиям ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» и могут рассматриваться как потенциальное сырье для производства растительно-молочных десертов.

Обогащение молочной основы растительными компонентами вызывает необходимость корректировки режимов теплового воздействия установленных для обработки молока без дополнительных ингредиентов.

Назначение тепловой обработки – уничтожение и инактивация микрофлоры с целью обеспечения микробиологической безопасности готового продукта. При тепловой обработке происходят глубокие микробиологические и физико-химические изменения как растительной, так и молочной основ.

В основе бактерицидного действия высоких температур на микробные клетки лежит повреждение рибосом, денатурация ферментных и мембранных белков. Для гибели микробных клеток необходимо время τ, которое уменьшается с повышением температуры. Это время затрачивается на прогрев бактериальной клетки, а затем на протекание сложных биохимических процессов, вызывающих прекращение жизнедеятельности микроорганизмов.

Внесение растительных ингредиентов в молочную основу сопровождается неоднозначным воздействием высоких температур на микроорганизмы поликомпонентной растительно-молочной смеси.

С одной стороны, внесение растительного сырья в молоко усиливает ингибирующее воздействие температуры на микробные клетки за счёт перевода pH молочной плазмы из оптимального для микробов интервала в экстремальный диапазон (в кислую сторону).

С другой стороны, присутствие в растительно-молочной смеси частиц растительного сырья защищает микроорганизмы от губительного воздействия высокой температуры. Особое значение при этом имеет степень дисперсности частиц. Чем крупнее посторонние частицы и чем больше их количество в смеси, тем сильнее снижается эффективность пастеризации. Имеются основания предполагать, что режимы тепловой обработки растительно-молочной смеси будут отличаться от режимов тепловой обработки исходного молока.

После внесения в молоко предварительно подготовленных восстановленных овощей производилась тепловая обработка растительно-молочных смесей, из которой затем вырабатывали растительно-молочные десерты.

Были изучены 3 температурных режима обработки растительно-молочных композиций: (75±2)°С, (85±2)°С и (93±2)°С с выдержками при каждой температуре 5, 10 и 15 минут соответственно.

Основная микрофлора в обработанных растительно-молочных смесях была представлена спорообразующими палочками, количество которых соответствовало количеству их в исходном сырье.

Во всех исследуемых образцах растительно-молочных композиций отсутствовали патогенные микроорганизмы, бактерии группы кишечных палочек, неспорообразующие микроорганизмы B.cereus, дрожжи и плесени. Не были обнаружены также липолитические микроорганизмы и сульфитредуцирующие клостридии.

Результаты проведённых исследований показали, что микробиологический фон растительно-молочной смеси, обработанной при температуре (85±2)°С с выдержкой 10 мин и более «жёстких» режимах обеспечивает получение готового продукта с микробиологическими показателями, удовлетворяющими требованиям ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции».

Однако консистенция продукта, при этом характеризуется как «неоднородная», «зернистая» за счёт присутствия в продукте твёрдых, не разваренных частиц вносимых растительных компонентов. Поэтому окончательный выбор оптимального режима тепловой обработки может быть сделан только на основании комплексного подхода, учитывающего все процессы, протекающие при тепловой обработке – и микробиологические и физико-химические, в частности, размягчение клетчатки растительных компонентов. Изучение разрушения полисахаридов клеточных структур овощей является предметом наших дальнейших исследований.

Заключение

Проведённые исследования позволяют сделать следующие выводы:

— Порошкообразные овощи по показателям микробиологической безопасности удовлетворяют требованиям ТР ТС 021/2011«О безопасности пищевой продукции» и могут рассматриваться как потенциальное сырье для производства растительно-молочных десертов.

— Тепловая обработка растительно-молочной смеси при температуре (85±2) С с выдержкой 10 мин обеспечивает требуемый уровень показателей микробиологической безопасности.

— Окончательный выбор оптимального режима тепловой обработки растительно-молочной смеси должен быть сделан на основании комплексной оценки микробиологических и физико-химических изменений, протекающих в растительно-молочной смеси при тепловом воздействии.

ЛИТЕРАТУРА

1 Ганина В.И. Гриневич А.И., Лойко, Н.Г Гучок Ж.Л. Микробиологическая безопасность молочного сырья // Молочная промышленность. 2015. № 11. С. 22-23.

2 Sapers G. M., Gorny J.R., Yousef A. E. Microbiology of fruits and vegetables. CRC Press Reference, 2005. 648 p.

3 Abadiassa M., Usalla J., Anquerra M., Solsonaa C. et al. Microbiological quality of fresh, minimally-processed fruit and vegetables, and sprouts from retail establishments // International Journal of Food Microbiology. 2008. V. 123. № 1–2. P. 121–129.

4 Sinka N. K., Hui Y. H. Handbook of Vegetables and Vegetable Processing. Blackwell Publishing Ltd., 2011. 895 p.

5 ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».

6 ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции».

REFERENCES

1 Ganina V.I., Grinevich A.I., Loiko N.G., Guchok Zh.L. Microbiological safety of milk raw material. *Molochnaya promyshlennost'* [Milk Industry] 2015, no. 11, pp. 22-23. (in Russian)

2 Sapers G. M., Gorny J.R., Yousef A. E. Microbiology of fruits and vegetables. CRC Press Reference, 2005. 648 p.

3 Abadiassa M., Usalla J., Anquerra M., Solsonaa C. et al. Microbiological quality of fresh, minimally-processed fruit and vegetables, and sprouts from retail establishments. International Journal of Food Microbiology, 2008, vol. 123, no. 1–2, pp. 121–129.

4 Sinka N. K., Hui Y. H. Handbook of Vegetables and Vegetable Processing. Blackwell Publishing Ltd., 2011. 895 p.

5 TRTS 021/2011 "O bezopasnosti pishchevoi produktsii" [TR CU 021/2011 "About Food Products Safety"]

6 TR TS 033/2013 "O bezopasnosti moloka i molochnoi produktsii" [TR CU 033/2013 "About Safety of Milk and Milk Products"]

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Дмитрий В. Харитонов д. т. н., профессор РАН, директор, Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности, ул. Люсиновская, дом 35, корпус 7, Москва 115093, Россия, vnimi5@rambler.ru

Екатерина И. Добриян к. т. н., ведущий научный сотрудник, лаборатория ресурсосберегающих процессов и функциональных продуктов, Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности, ул. Люсиновская, дом 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, дом 35, корпус 7, Москва 115093, Россия, mosanja@yandex.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Dmitrii V. Kharitonov doctor of technical science, professor RAN, director, All-Russian dairy research institute, Lusinovskaya str., 35, Bld. 7,Moscow, 155093 Russia,vnimi5@rambler.ru

Ekaterina I. Dobriyan candidate of 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 of 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

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Дмитрий В. Харитонов предложил методику проведения эксперимента и организовал производственные испытания

Екатерина И. Добриян написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несет ответственность за плагиат

Анна М. Ильин аобзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперимент, выполнила расчеты

CONTRIBUTION

Dmitrii V. Kharitonov proposed a scheme of the experiment and organized production trials

Ekaterina I. Dobriyan wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Anna M. Il'ina review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

ПОСТУПИЛА 01.08.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 22.08.2016

RECEIVED 8.1.2016

ACCEPTED 8.22.2016

Оригинальная статья/Original article

УДК 637.1

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-164-169

Влияние микропартикулята на кислотную коагуляцию белков молока при производстве творога

Аркадий Н. Пономарев, [1] melnikova@molvest.ru
Елена И. Мельникова, [1] melnikova@molvest.ru
Екатерина Б. Станиславская, [1] tereshkova-katia@yandex.ru
Евгений Г. Коротков [2] e.korotkov@molvest.ru

[1] кафедра технологии продуктов животного происхождения, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, [2] 394066, Россия
ОАО Молочный комбинат «Воронежский», ул. 45 Стрелковой Дивизии, 259, г. Воронеж, 394016, Россия

Реферат. Одно из актуальных направлений переработки сыворотки – модификация ее состава и свойств для применения в технологии творога. Модификация состава и свойств сыворотки предусматривала ультрафильтрационное концентрирование и последующую микропартикуляцию полученного концентрата. Подобранные режимы позволили получить частицы микропартикулята сывороточных белков по форме и размерам схожие с жировыми шариками. Микропартикулят сывороточных белков предложено использовать в технологии творога. Исследовали влияние массовой доли микропартикулята сывороточных белков на процесс ферментации и образование кислотного сгустка при производстве обезжиренного творога. Наиболее активный рост титруемой и активной кислотности наблюдался у образцов творожных сгустков с массовой долей микропартикулята сывороточных белков от 10 до 15%. Анализ органолептических показателей творожных сгустков позволил сделать вывод, что внесение микропартикулята сывороточных белков придает сгустку более гладкий вид, увеличивает густоту, придает сливочный вкус. В течение самопрессования встроенные внутрь частицы микропартикулята сывороточных белков препятствуют процессу уплотнения, и массовая доля влаги в твороге повышается. Применение микропартикулята сывороточных белков интенсифицирует процесс сквашивания творожного сгустка и увеличивает выход готового продукта на 20 – 30 %. Применение микропартикулята сывороточных белков для обогащения нормализованной смеси при производстве творога позволяет расширить ассортимент низкокалорийных белковых продуктов, способствует интенсификации процесса сквашивания обогащенной нормализованной смеси, увеличению выхода творога и его биологической ценности.

Ключевые слова: микропартикулят сывороточных белков, творог, кислотная коагуляция белка

The nfluence of microparticulate on acid coagulation of milk proteins in curd manufacture

Arkadii N. Ponomarev, [1] melnikova@molvest.ru
Elena I. Melnikova, [1] melnikova@molvest.ru
Ekaterina B. Stanislavskaia, [1] tereshkova-katia@yandex.ru
Evgenii G. Korotkov [2] e.korotkov@molvest.ru

[1] Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia
[2] JSC Dairy plant "Voronezhsky ", 394016, Voronezh, st. 45 Strelkovoy Divisii, 259

Summary. One of the important trends of whey processing is the modification of its composition and properties for the applications in curd technology. Modification of whey composition and properties included ultrafiltration concentration and subsequent microparticulation of the concentrate obtained. Selected modes allowed to obtain particles of microparticulate of whey proteins similar to fat globules in shape and size. Whey proteins microparticulate was proposed to use in curd technology. The influence of mass fraction of whey proteins microparticulate on the process of fermentation and acid clot formation in the production of low-fat curd was investigated. The most intensive growth and titratable and active acidity was observed in samples of curd clots with a mass fraction of whey proteins microparticulate from 10 to 15%. The analysis of organoleptic characteristics of curd clots led to the conclusion that the introduction _ of whey proteins microparticulate gives a smooth appearance to the clot, increases the density, adds a creamy taste. In the process of self-pressing _ of whey proteins microparticulate particles embedded inside impede the process of densification, and the mass fraction of moisture in the curd increases. Application _ of whey proteins microparticulate intensifies the process of curd clot formation and increases the yield of the finished product by 20 - 30%. Application _ of whey proteins microparticulate for enrichment of normalized mixture in the production of curd allows to expand the range of low-calorie protein products contributes to the intensification of the process of ripening of enriched normalized mixture, increases the yield of curd and its biological value.

Keywords: whey proteins microparticulate, curd, protein acid coagulation

Для цитирования
Пономарев, А.Н., Мельникова Е.И., Станиславская Е.Б., Коротков Е.Г. Влияние микропартикулята на кислотную коагуляцию белков молока при производстве творога // Вестник ВГУИТ. 2016. № 3. С. 164–169. doi:10.20914/2310-1202-2016-3-164-169

For citation
Ponomarev A.N., Melnikova E.I., Stanislavskaia E.B., Korotkov E.G. The nfluence of microparticulate on acid coagulation of milk proteins in curd manufacture. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 3. pp. 164–169. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-3-164-169

Введение

Сложившаяся экономическая ситуация в РФ привела к снижению покупательской способности населения на молокоемкие продукты высокой ценовой категории, в том числе, творога. Реализация ресурсосберегающих технологий в производстве этой ассортиментной группы продуктов имеет большое научное и практическое значение.

Традиционный способ производства творога методом кислотной коагуляции предусматривает высокие нормы расхода сырья – 6500–7500 кг на тонну готового продукта, значительные потери белка и жира вместе с творожной сывороткой. Одним из перспективных ингредиентов, позволяющих снизить затраты сырья и улучшить органолептические показатели и качество готового продукта, в том числе, излишне кислый вкус и грубую консистенцию, является микропартикулят сывороточных белков [1–2].

Объекты и методы экспериментальных исследований. В качестве объектов исследования были выбраны микропартикулят сывороточных белков b обезжиренная смесь для творога, обогащенная микропартикулятом.

Микропартикуляция – процесс термомеханической обработки белкового комплекса молочной сыворотки, предусматривающий нагревание с последующим механическим воздействием с целью микрогранулирования. При тепловой обработке УФ-концентрата сыворотки молекулы сывороточных белков денатурируют (разворачиваются), а затем начинают скапливаться в агрегаты. С помощью последующего механического воздействия возможно получить частицы микропартикулята, по размеру и форме схожие с жировыми шариками (средний диаметр частиц микропартикулята составил 2,5 мкм) [3]. Термомеханическая обработка УФ-концентрата позволяет улучшить его органолептические свойства, усиливает белизну [4] и придает продукту приятный «ореховый» аромат. Полученный микропартикулят характеризуется высокой массовой долей сывороточных белков (таблица 1), сбалансированных по аминокислотному составу и выполняющих многочисленные функции в организме человека [5].

При выполнении работы использованы стандартные и общепринятые в исследовательской практике физические и физико-химические, химические, микробиологические, физиологические и технологические методы исследования.

Таблица 1.

Состав микропартикулята

Table 1.

Composition of the microparticulate

Наименование показателя Indicator	Значение показателя Index value
Массовая доля сухих веществ, % Mass fraction of solids, %	15,3
Массовая доля белка, %,	9,7
Mass fraction of protein, % в т. ч. казеин including casein	0,7
сывороточные белки serum proteins	8,9
небелковый азот non-protein nitrogen	0,1
Массовая доля жира, % Mass fraction of fat, %	0,1
Массовая доля лактозы, % Mass fraction of lactose, %	4,7
Массовая доля макроэлементов, %, в т. ч.: Mass fraction of macronutrients, %, including кальций calcium	0,067
калий potassium	0,091
магний magnesium	0,012
фосфор phosphorus	0,042

Результаты исследований

Микропартикулят сывороточных белков вносили в нормализованную смесь для творога в количестве от 5 до 15%. Смесь заквашивали DVS-культурой «Probat 801» компании «Danisco», состоящей из следующих штаммов микроорганизмов: Lactococcus lactis lactis, Lactococcus lactis cremoris, Lactococcus lactis diacetylactis, Leuconostoc mesenteroides cremoris. Заквашивание производили при температуре 30 ± 2 °С.

Исследовали влияние массовой доли микропартикулята на процесс ферментации и образование кислотного сгустка при производстве обезжиренного творога. Ввиду известных пребиотических свойств микропартикулята повышение его массовой доли интенсифицировало процесс сквашивания нормализованной смеси (рисунок 1).

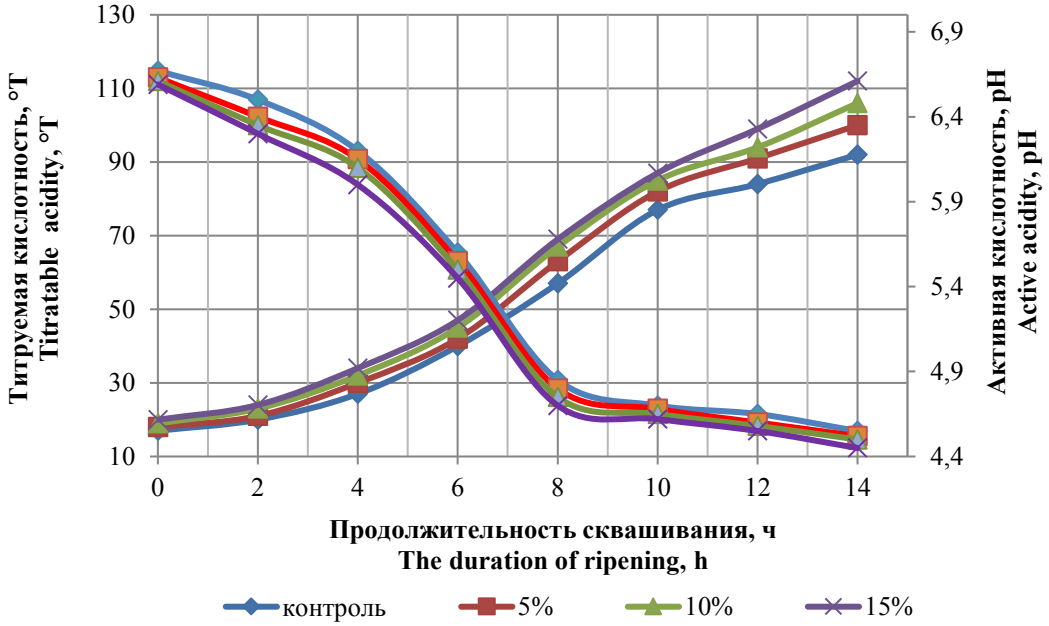


Рисунок 1 Влияние массовой доли микропартикулята на изменение титруемой и активной кислотности смеси в процессе сквашивания

Figure 1 Influence of mass fraction of microparticulate on change of titratable and active acidity of the mixture during the fermentation process

Наиболее активный рост титруемой и активной кислотности наблюдался у образцов творожных сгустков с массовой долей микропартикулята от 10 до 15%.

Расчет лактосбраживающей активности позволил сделать вывод о том, что с увеличением массовой доли микропартикулята сывороточных белков возрастает содержание молочной кислоты, а следовательно, и количество сброженной лактозы (таблица 2).

Таблица 2.

Показатели лактосбраживающей активности

Table 2.

Indicators lactobacilius activity

Массовая доля микропартикулята,% Mass fraction of microparticulate	Начальная кислотность творожных сгустков, °Т The initial acidity of the clots, °T	Конечная кислотность творожных сгустков, °Т The final acidity of the clots, °T	Количество образовавшейся молочной кислоты, г / 100 см^3 The amount of formed lactic acid, g / 100 cm^3	Количество сброженной лактозы, г / 100 см^3 The quantity of fermented lactose, g / 100 cm^3
0 (контроль)	17	92	0,675	0,641
5	18	100	0,738	0,701
10	19	106	0,783	0,744
15	20	112	0,828	0,787

Молочная кислота снижает отрицательный заряд казеиновых мицелл, что приводит к образованию геля. Частицы микропартикулированного сывороточного белка участвуют в формировании казеинового сгустка – они внедряются в белковую матрицу, функционируя подобно жировым глобулам.

Равномерно распределяя воду в казеиновой матрице, частицы микропартикулята способствуют развитию эластичной структуры и улучшению текстуры [6].

Исследовали влияние массовой доли микропартикулята на реологические свойства творожного сгустка. Измерение эффективной вязкости проводили на ротационном вискозиметре при градиенте скорости сдвига, равном 48,6 с-1. Анализ кривых позволяет сделать вывод о том, что на начальном этапе процесса сквашивания вязкость не меняется – это соответствует индукционному периоду, при котором еще не наблюдается образование сгустка. Далее частицы микропартикулята интенсифицируют рост эффективной вязкости до достижения ее максимального значения (рисунок 2).

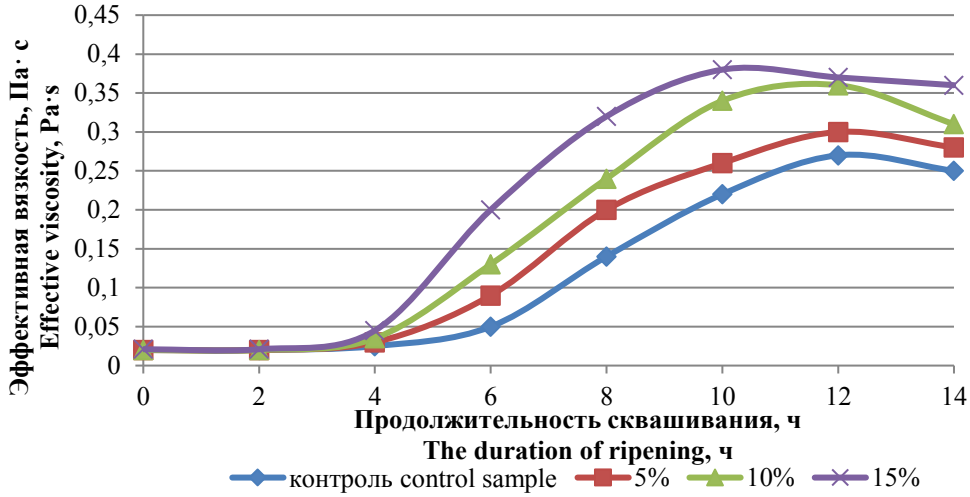


Рисунок 2. Изменение эффективной вязкости творожных сгустков в процессе сквашивания

Figure 2. The change of effective viscosity of clots in the fermentation process

Наиболее активно способны образовывать пространственную структуру образцы творожных сгустков с массовой долей микропартикулята от 10 до 15%.

Для выявления устойчивости образовавшегося сгустка к синерезису в процессе хранения определяли его влагоудерживающую способность (рисунок 3).

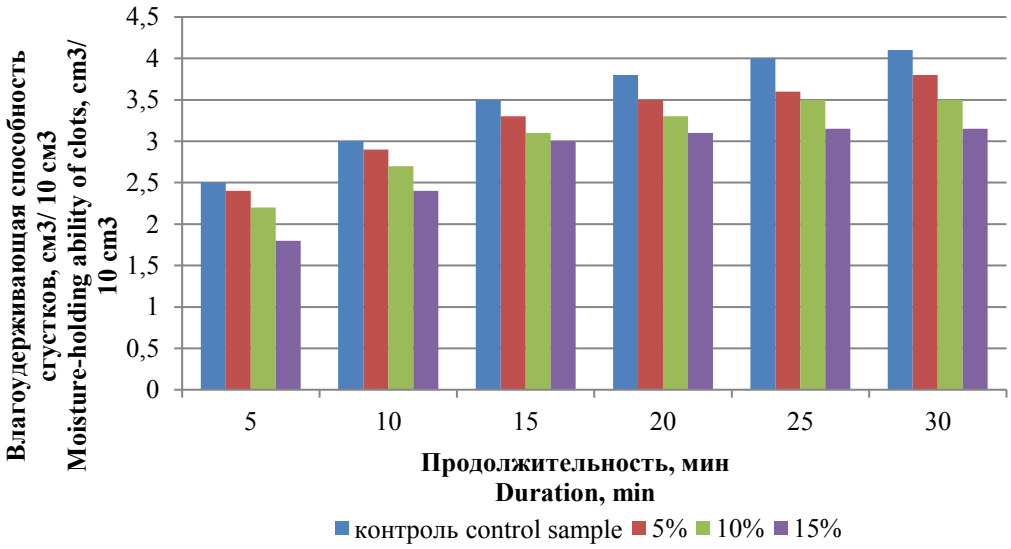


Рисунок 3. Влагоудерживающая способность сгустков

Figure 3. Moisture retention capacity of clots

Встроенные в пространственную структуру сгустка частицы микропартикулята препятствуют процессу уплотнения, при этом массовая доля влаги в продукте повышается, а влагоудерживающая способность улучшается.

Анализ органолептических показателей творожных сгустков (рисунок 4) позволяет сделать вывод, что внесение микропартикулята сывороточных белков придает сгустку более гладкий вид, увеличивает густоту, придает сливочный вкус.

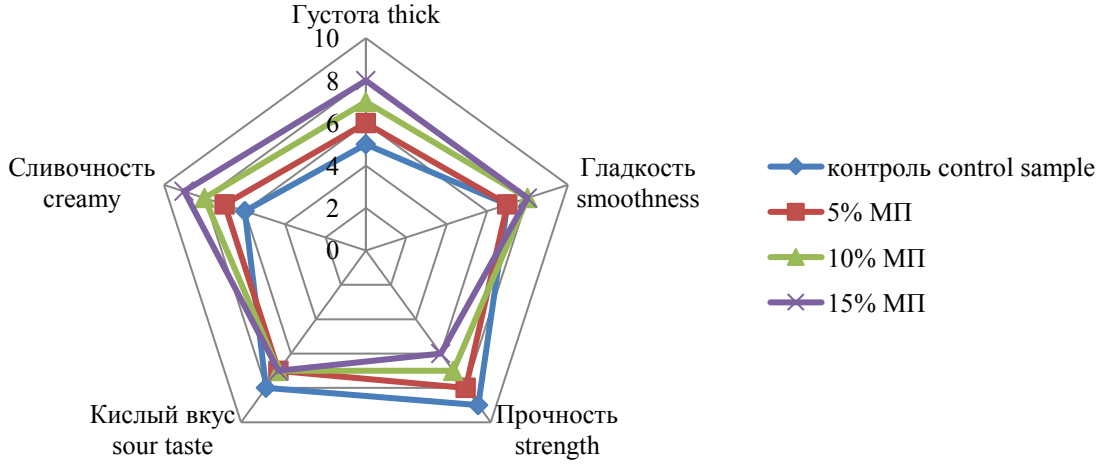


Рисунок 4. Органолептические показатели сгустков в зависимости от массовой доли микропартикулята сывороточных белков

Figure 4. Organoleptic characteristics of clots depending on the mass fraction of whey proteins microparticulate

Выводы

Выполненные исследования подтверждают целесообразность использования микропартикулята сывороточных белков при производстве обезжиренного творога. Применение микропартикулята интенсифицирует процесс сквашивания творожного сгустка и увеличивает выход готового продукта на 20–30%.

ЛИТЕРАТУРА

1 Храмцов А.Г. Новации молочной сыворотки. СПб.: ИД Профессия, 2016. 490 с.

2 Дымар О.В. Технологические аспекты использования микропартикулятов сывороточных белков при производстве молочных продуктов // Молочная промышленность. 2014. № 6. С. 19–21.

3 Лосев А.Н., Пономарев А.Н., Мельникова Е.И., Станиславская Е.Б. Микропартикуляция творожной сыворотки // Молочная промышленность. 2015. № 9. С. 42–43.

4 Bayoumi H.M., Mohamed A.G., Sheikh M.M.E., Farrag A.F. et al. Effect of ultrafiltration permeates on the quality of chocolate milk // Journal of American Science. 2011. V. 7. № 7. P. 609–615.

5 Hurley W.L. Milk protein // Rijeka, Croatia: InTech. 2012. V. 1. 352 p.

6 Лосев А.Н., Мельникова Е.И., Станиславская Е.Б., Коротков Е.Г. Творог с микропартикулятом сывороточных белков // Молочная промышленность. 2016. № 1. С. 36–38.

REFERENCES

1 Khramcov A.G. Novacii molochnoj syvorotki [Innovations of milk whey]. Saint-Petersburg, Professiya, 2016. 490 p. (in Russian)

2 Dymar O.V. Technological aspects of the use of microparticulates whey protein in the manufacture of dairy products. *Molochnaja promyshlennost'* [Dairy industry] 2014, vol.6, pp.19–21/ (in Russian)

3 Losev A.N., Ponomarev A.N., Mel'nikova E.I., Stanislavskaja E.B. Microparticulation of cheese whey. *Molochnaja promyshlennost'* [Dairy industry] 2015, vol.9, pp.42–43. (in Russian)

4 Bayoumi H.M., Mohamed A.G., Sheikh M.M.E., Farrag A.F. et al. Effect of ultrafiltration permeates on the quality of chocolate milk. Journal of American Science, 2011, vol. 7, no. 7, pp. 609–615.

5 Hurley W.L. Milk protein. Rijeka, Croatia: InTech,, 2012, vol. 1, 352 p.

6 Losev A.N., Mel'nikova E.I., Stanislavskaja E.B., Korotkov E.G. Cottage cheese with whey proteins microparticulate *Molochnaja promyshlennost'* [Dairy industry] 2016, vol. 17, pp.36–38. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Аркадий Н. Пономарев д.т.н., зав. кафедрой технологии продуктов животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, melnikova@molvest.ru
Елена И. Мельникова д.т.н., профессор кафедры технологии продуктов животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, melnikova@molvest.ru
Екатерина Б. Станиславская к.т.н., доцент кафедры технологии продуктов животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, tereshkova-katia@yandex.ru
Евгений Г. Коротков ведущий специалист ОТКиР ОАО "Молочный комбинат "Воронежский", г. Воронеж, ул. 45 Стрелковой Дивизии, д. 259.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Arkadii N. Ponomarev doctor of technical science, head of Department of technology of animal products, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, Russia, melnikova@molvest.ru

Elena I. Melnikova doctor of technical science, Professor of Department of technology of animal products, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, Russia, melnikova@molvest.ru

Ekaterina B. Stanislavskaia candidate of technical science, associate professor of Department of technology of animal products, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, Russia, tereshkova-katia@yandex.ru
Evgenii G. Korotkov leading specialist Otter, OAO Dairy plant "Voronezh", Voronezh, St. 45 Infantry Division, d. 259.

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Аркадий Н. Пономарев предложил методику проведения эксперимента и организовал производственные испытания
Елена И. Мельникова консультация в ходе исследования
Екатерина Б. Станиславская обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провёл эксперимент, выполнил расчёты
Евгений Г. Коротков написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

CONTRIBUTION

Arkadii N. Ponomarev proposed a scheme of the experiment and organized production trials
Elena I. Melnikova consultation during the study
Ekaterina B. Stanislavskaia review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations
Evgenii G. Korotkov 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 17.07.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 23.08.2016

RECEIVED 7.17.2016

ACCEPTED 8.23.2016

Оригинальная статья/Original article

УДК 663.97.974

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-170-177

Производство сигарет на основе ароматизированной соусированной табачной мешки

Алла Г. Миргородская, [1] mirgorodskaya_alla@mail.ru
Ирина И. Татарченко [1] tabak.technolog@rambler.ru

[1] лаборатория технологии производства табачных изделий «Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий», ул. Московская, 42, г. Краснодар, 350072, Россия

Реферат. Комплексные работы по конструированию сигарет с регулируемым составом табачной мешки и вспомогательных материалов не проводили, поэтому, несмотря на достигнутые успехи в области создания сигарет, отвечающих требованиям показателей безопасности табачного дыма, проблема конструирования и разработка новых видов сигарет по регламентируемым параметрам токсичности табачного дыма остается актуальной. Объектами исследований служили сигареты различных конструкций, содержащие табачную мешку, которая включает восстановленный табак и расширенную жилку. Дополнительно в мешку добавляли ароматическое растительное сырье (анис, фенхель, мелиссу лимонную, зубровку душистую). Ароматизированную соусированную табачную мешку получают путем смешивания резаного табака и растительного сырья, что позволяет получить табачную мешку с высокой заполняющей способностью, пониженной токсичностью табачного дыма и повышенной горючестью. В состав мешки вводят не содержащее никотин растительное сырье без использования искусственных ароматизаторов. Установлено снижение содержания никотина за счет введения в состав мешки не содержащего никотин растительного сырья и увеличение срока хранения сигарет в результате равномерного распределения растительных компонентов, замедляющих их испарение.

Ключевые слова: сигареты, ароматизированная соусированная табачная мешка, фенхель, мелисса лимонная, зубровка душистая, заполняющая способность, химический состав дыма сигарет, вкусовые качества сигарет

Cigarettes production based on flavored sauced tobacco blend

Alla G. Mirgorodskaya, [1] mirgorodskaya_alla@mail.ru
Irina I. Tatarchenko [1] tabak.technolog@rambler.ru

[1] tobacco goods production laboratory «Russian scientific research institute of tobacco, makhorka, tobacco products», Moskovskaya str., 42, Krasnodar, 350072, Russia

Summary. Complex work on designing cigarettes with adjustable composition cut filler and auxiliary materials are not carried out, therefore, despite the progress made in the field of cigarette, meet the requirements of safety indicators of tobacco smoke, the problem of designing and development of new types of cigarettes on the regulated parameters smoke toxicity remains relevant. Objects of research were cigarettes of different constructions containing tobacco blend which includes recovered tobacco and expanded stem. Additionally, tobacco blend was added by aromatic plant material (anise, fennel, lemon balm, sweet grass). Flavored sauced tobacco blend is prepared by mixing cut tobacco and plant raw materials to provide high fill value, toxicity reduction of tobacco smoke and increased combustibility. The composition of the tobacco blend does not contain nicotine plant material and artificial flavors. Found that nicotine reduction is the result of using no nicotine plant raw materials and increases the storage life of cigarettes is a result of the uniform distribution of plant components, delaying its evaporation.

Keywords: cigarettes, flavored sauced tobacco blend, fennel, lemon balm, sweet grass, fill value, chemical composition of cigarette smoke, taste of cigarettes

Введение

Советом Евразийской экономической комиссии, решением от 12 ноября 2014 г. № 107, принят технический регламент Таможенного союза ТР ТС 035/2014 «Технический регламент на табачную продукцию», который вступает в силу с 15 мая 2016 г. Согласно этому документу, содержание смолы и никотина в дыме одной сигареты (с фильтром или без фильтра) не может превышать 10 мг/сигарету и 1,0 мг/сигарету соответственно. Содержание монооксида углерода в дыме одной сигареты с фильтром не может превышать 10 мг/сигарету.

Комплексные работы по конструированию сигарет с регулируемым составом табачной мешки и вспомогательных материалов не проводили, поэтому, несмотря на достигнутые успехи в области создания сигарет, отвечающих требованиям показателей безопасности табачного дыма, проблема конструирования и разработка новых видов сигарет по регламентируемым параметрам токсичности табачного дыма остается актуальной [1–3].

1.1 Объекты исследований

Объектами исследований служили сигареты различных конструкций, содержащих табачную мешку, которая включает восстановленный табак и расширенную жилку. Дополнительно в мешку добавляли ароматическое растительное сырье (анис, фенхель, мелиссу лимонную, зубровку душистую).

Для цитирования
Миргородская А. Г., Татарченко И. И. Производство сигарет на основе ароматизированной соусированной табачной мешки (рецензирована) // Вестник ВГУИТ. 2016. № 3. С. 170–177. doi:10.20914/2310-1202-2016-3-170-177

For citation
Mirgorodskaya A. G., Tatarchenko I. I. Cigarettes production based on flavored sauced tobacco blend (reviewed). *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 3. pp. 170–177. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-3-170-177

Ани́с обыкнове́нный или Бе́дренец ани́совый (лат. Pimpinélla anísum) – однолетнее травянистое растение, пряность; вид рода Бедренец (Pimpinella) семейства Зонтичные (Apiaceae).

Сухие плоды содержат 1,2–3,5% (иногда 6%) эфирного масла, 16–28% жирного масла, до 19% белковых веществ, а также сахара́ и органические кислоты. Главные компоненты эфирного масла – анетол (80–90%) и метилхавикол (10%), кроме того, масло содержит анисовый альдегид, анисовый кетон, анисовый спирт, анисовую кислоту, α-фелландрен, α-пинен, дипентен, камфен, ацетальдегид, анискетон. Эфирное масло получают перегонкой паром плодов аниса.

Фенхель обыкновенный или Укроп аптечный (лат. Foeniculum) – небольшой род травянистых дву- и многолетних растений семейства Зонтичные (Apiaceae). Эфирномасличное (в семенах до 6,5% эфирного масла, содержащего 40–60% анетола), пряно-ароматическое растение. По запаху напоминает эстрагон и мяту.

Мели́сса лека́рственная или Лимонная мята (лат. Melissa officinalis) – многолетнее эфиромасличное травянистое растение, вид рода Мелисса (Melissa) семейства Яснотковые (Lamiaceae).

Содержание эфирного масла в надземных органах растения колеблется в пределах от 0,02 до 0,2% и лишь в некоторых случаях достигает 0,8%, причём количество масла определяется географическими и климатическими факторами. Содержание эфирного масла в траве в верхней трети составляет 0,13%, в верхней и нижней трети при совместном определении 0,08%, во всей массе травы 0,06%. Соответственно в листьях тех же образцов диапазон колебания эфирного масла составил 0,39–0,44%. Содержание розмариновой кислоты в листьях мелиссы составляет от 0,54 до 1,79%.

Среди фенольных веществ вклад в антиоксидантную активность вносят флавоноиды – апигенин, космосиин, лютеолин, цинарозид, а также рамноцитрин (7-метоксикемпферол) и изокверцитрин (3-глюкозид кверцетина), рамназин (3,7 диметоксикемпферол). В сырье содержатся фенолкарбоновые кислоты – гентизиновая, салициловая, пара-гидроксибензойная, ванилиновая, сиреневая, протокатеховая кислоты, дубильные вещества и кумарины.

Среди стеринов в растении обнаружен даукостерин, а из сапонинов – урсоловая кислота. Витамины представлены следующими соединениями: B1, B2, C, β-каротин. В растении содержатся макроэлементы (калий, кальций, магний, железо) и микроэлементы (марганец, медь, цинк, молибден, хром, селен, никель, ванадий).

Зубро́вка души́стая или Зубровка паху́чая (лат. Hieróchloë odoráta) – вид многолетних растений рода Зубровка (Hierochloë) семейства Злаки (Gramineae).

Растение содержит ангидрид оксикоричной кислоты в виде гликозида, придающего ему ароматный запах. В стеблях и корнях обнаружено значительное количество алкалоида динаксина, кумарин. Запах растения сильно кумариновый, вкус слегка вяжущий.

1.2 Методы исследований

При проведении экспериментальных исследований использовали общепринятые и профильные методы анализа качественных характеристик табачного сырья, технологических свойств нетабачных материалов и показателей безопасности образцов сигарет.

Производство ароматизированной соусированной табачной мешки

Ароматизированную соусированную табачную мешку получают путем смешивания резаного табака и растительного сырья, что позволяет получить табачную мешку с высокой заполняющей способностью, пониженной т оксичностью табачного дыма в результате термообработки при углекислотном способе и повышенной горючестью. В состав мешки вводят не содержащее никотин растительное сырье без использования искусственных ароматизаторов [4].

Способ производства ароматизированной соусированной табачной мешки предусматривает резку и смешивание табака и аниса (фенхеля, мелиссы лимонной, зубровки душистой), пропитку полученной смеси жидкой двуокисью углерода с одновременным повышением давления, сброс давления до атмосферного с одновременным замораживанием смеси, возгонку и удаление двуокиси углерода с одновременным вспучиванием смеси, ее опрыскивание соусом и отлежку.

Нарезанный табак и анис (фенхель, мелисса лимонная, зубровка душистая) смешивают. Полученную смесь заливают жидкой двуокисью углерода и выдерживают для пропитки. В процессе пропитки происходит не только впитывание жидкой двуокиси углерода, но и перераспределение в смеси ароматических веществ аниса (фенхеля, мелиссы лимонной, зубровки душистой) и табака при их растворении в жидкой двуокиси углерода.

После завершения пропитки давление в смеси сбрасывают до атмосферного, что приводит к замораживанию смеси совместно с впитанной двуокисью углерода. Затем смесь нагревают для возгонки и удаления двуокиси углерода, что одновременно приводит к вспучиванию смеси.

Перераспределение ароматических веществ внутри смеси обеспечивает равномерный аромат при прокуривании полученной мешки и увеличивает срок ее хранения за счет перемещения с поверхности внутрь растительных компонентов и замедления их испарения.

Ароматизированную вспученную смесь опрыскивают соусом и направляют ее на отлежку с получением целевого продукта. За счет использования смеси, имеющей вспученную структуру, впитывание соуса происходит быстрее из-за разрыва клеточных мембран компонентов мешки.

Следует отметить, что полученная по описанной технологии мешка будет иметь меньшее содержание никотина за счет введения в ее состав не содержащего никотина аниса (фенхеля, мелиссы лимонной, зубровки душистой) и вспучивания компонентов смеси.

1.3 Результаты и обсуждение

Влияние расширенного табака с растительным сырьем на заполняющую способность сигарет

Созданы мешки с различным содержанием растительного сырья в расширенном табаке.

В сушильном шкафу определяли влажность мешки, а на денсиметре Боргвальда производили измерение объемных свойств мешки для созданных пяти мешек с различным соотношением растительного сырья в расширенном табаке.

Измерительный цилиндр с пробой мешки массой 20 г устанавливали по направляющим дорожкам в рабочее положение и нажатием пусковой кнопки деформировали пробу в течение (30±2) с. По истечении заданного времени груз с индикатором автоматически возвращался в исходное положение, после чего считывали показания индикатора. После выполнения анализа индикатор приводили в исходное состояние и удаляли деформированную пробу мешки из измерительного цилиндра.

Данные показаний денсиметра приведены в таблице 1.

Для перевода показаний денсиметра в единицы измерения заполняющей способности – $см^3/г$, эти показания необходимо умножить на постоянный коэффициент равный 0,1413 (таблица 2).

Таблица 1.

Показания денсиметра мешек с различным содержанием растительного сырья в расширенном табаке

Table 1.

Densimeter indications of blend with different content of plant raw materials in the expanded tobacco

Состав расширенной табачной мешки/ The composition of the expanded tobacco blend	Показания денсиметра для сигарет на основе табачной мешки, полученной смешиванием резаного табака и растительного сырья/ Indications densimeter for cigarettes on the basis of tobacco blend obtained by mixing shredded tobacco and plant raw materials			
	анис/ anise	фенхель / fennel	мелисса лимонная/ lemon balm	зубровка душистая/ sweet grass
Резаный табак без растительного сырья/ Shredded tobacco without plant raw materials	30,70	30,70	30,70	30,70
Резаный табак/Shredded tobacco (95%) и растительное сырье/ plant raw materials (5%)	31,51	31,50	31,42	31,54
Резаный табак/ Shredded tobacco (90%) и растительное сырье/ plant raw materials (10%)	32,26	33,10	33,63	33,10
Резаный табак/ Shredded tobacco (85%) и растительное сырье/ plant raw materials (15%)	33,32	34,28	32,90	33,28
Резаный табак/Shredded tobacco (80%) и растительное сырье/ plant raw materials (20%)	33,50	33,52	34,00	32,93

Таблица 2.

Заполняющая способность мешек с различным содержанием растительного сырья в расширенном табаке

Table 2.

Fill value of blend with different content of plant raw materials in the expanded tobacco

Состав расширенной табачной мешки/ The composition of the expanded tobacco blend	Заполняющая способность табака на основе табачной мешки, полученной смешиванием резаного табака и растительного сырья, $см^3/г$/ Fill value of tobacco based on blend obtained by mixing cut tobacco and plant raw materials, cm^3/g			
	анис/ anise	фенхель /fennel	мелисса лимонная/ lemon balm	зубровка душистая/ sweet grass
Резаный табак без растительного сырья/ Shredded tobacco without plant raw materials	4,338	4,338	4,338	4,338
Резаный табак/ Shredded tobacco (95%) и растительное сырье/ plant raw materials (5%)	4,452	4,451	4,439	4,369
Резаный табак/ Shredded tobacco (90%) и растительное сырье/ plant raw materials (10%)	4,558	4,677	4,752	4,701
Резаный табак/ Shredded tobacco (85%) и растительное сырье/ plant raw materials (15%)	4,708	4,844	4,649	4,681
Резаный табак/ Shredded tobacco (80%) и растительное сырье/ plant raw materials (20%)	4,733	4,736	4,804	4,738

Из полученных данных видно, что заполняющая способность мешки с добавлением растительного сырья в расширенном табаке увеличивается, и достигает оптимального значения при добавлении в мешку 10% растительного сырья. При этом значении заполняющая способность увеличивается на 0,3 $см^3/г$ по сравнению с предыдущим образцом.

Следует учитывать, что при добавлении расширенной жилки или восстановленного табака такие результаты не могут быть достигнуты.

При добавлении большего количества растительного сырья в расширенном табаке заполняющая способность мешки продолжает незначительно увеличиваться. Особенно это заметно, если сравнить заполняющую способность мешек с минимальным и максимальным количеством растительного сырья в расширенном табаке.

Влияние расширенного табака с растительным сырьем на химический состав дыма сигарет

Созданы образцы сигарет с различным содержанием растительного сырья в расширенном табаке.

Определено содержание никотина в табаке и выполнен прогноз содержания никотина в табачном дыме. Определено содержание пиролизата в табаке и выполнен прогноз содержания смолы в табачном дыме. Исследования проводили с пятью мешками с разным содержанием растительного сырья в расширенном табаке.

Осуществлен расчетным путем прогноз химического анализа главной струи табачного дыма. Для этого исследованы пять образцов сигарет, один из которых содержал только табак, остальные четыре содержали различное количество растительного сырья в расширенном табаке.

В таблице 3 показано содержание никотина и пиролизата в табачном сырье, а также содержание никотина и смолы в табачном дыме. В таблице 4 приведено процентное изменение содержания смолы и никотина.

Влияние расширенного табака с растительным сырьем на вкусовые качества сигарет

Произведена дегустационная оценка по 100-балльной системе. Данные дегустационной оценки сигарет с различным содержанием растительного сырья в расширенном табаке приведены в таблице 5.

Наибольшее уменьшение содержания никотина замечено при добавлении 10% растительного сырья. Наибольшее уменьшение содержания смолы замечено при добавлении 20% растительного сырья. Оптимальным содержанием расширенной жилки можно считать 10%, т. к. при этом показатели содержания никотина и смолы достаточно снижены.

Комплексное влияние расширенного табака с растительным сырьем на качественные показатели сигарет

В таблице 6 приведены данные комплексного влияния расширенного табака с растительным сырьем на качественные показатели сигарет.

Таблица 3.

Показатели химического состава табака и дыма сигарет с различным содержанием растительного сырья в расширенном табаке

Table 3.

Indicators of the chemical composition of tobacco and cigarette smoke with different content plant raw materials in expanded tobacco

Состав расширенной табачной мешки/ The composition of the expanded tobacco blend	Химический состав дыма сигарет на основе табачной мешки, полученной смешиванием резаного табака и растительного сырья/ The chemical composition of the cigarette smoke on the basis of tobacco blend obtained by mixing shredded tobacco and plant raw materials			
	содержание никотина в табаке, %/ the nicotine content in tobacco, %	содержание пиролизата в табаке, %/ pyrolysate content in tobacco, %	содержание никотина в дыме, мг/сиг/ nicotine content in the smoke, mg / sig	содержание смолы в дыме, мг/сиг/ tar content in the smoke, mg/sig
Резаный табак без растительного сырья/ Shredded tobacco without plant raw materials	1,84	121	1,57	18,7
Резаный табак/ Shredded tobacco (95%) и растительное сырье/ plant raw materials (5%)	1,77	118	1,52	18,1
Резаный табак/ Shredded tobacco (90%) и растительное сырье/ plant raw materials (10%)	1,69	114	1,45	17,4
Резаный табак/ Shredded tobacco (85%) и растительное сырье/ plant raw materials (15%)	1,62	111	1,39	16,8
Резаный табак/ Shredded tobacco (80%) и растительное сырье/ plant raw materials (20%)	1,55	107	1,34	16,1

*Расчеты содержания никотина и смолы в табачном дыме произведены для сигарет длиной 80 мм, фильтром длиной 20 мм, с воздухопроницаемостью сигаретной бумаги 30 ед. CORESTA, удерживающей способностью 30%.

Таблица 4.

Изменение содержания смолы и никотина в мешках с различным содержанием растительного сырья в расширенном табаке

Table 4.

Changing the tar and nicotine content in blend with different content of plant raw materials in expanded tobacco

Состав расширенной табачной мешки/ The composition of the expanded tobacco blend	Содержание никотина/ Nicotine content		Содержание смолы/ Tar content	
	значение, мг/сиг/value, mg/sig	изменение, %/ change, %	значение, мг/сиг/ value, mg/sig	изменение, %/ change, %
Резаный табак без растительного сырья/ Shredded tobacco without plant raw materials	1,57	–	18,7	–
Резаный табак/ Shredded tobacco (95%) и растительное сырье/ plant raw materials (5%)	1,52	3,29	18,1	3,31
Резаный табак/ Shredded tobacco (90%) и растительное сырье/ plant raw materials (10%)	1,45	4,83	17,4	4,02
Резаный табак/ Shredded tobacco (85%) и растительное сырье/ plant raw materials (15%)	1,39	4,32	16,8	3,57
Резаный табак/ Shredded tobacco (80%) и растительное сырье/ plant raw materials (20%)	1,34	3,73	16,1	4,35

Таблица 5.

Дегустационная оценка образцов сигарет с различным содержанием растительного сырья в расширенном табаке

Table 5.

Tasting score of samples cigarettes with different content of plant raw materials in the expanded tobacco

Состав расширенной табачной мешки/ The composition of the expanded tobacco blend	Дегустационная оценка, балл/ Tasting score, points			
	аромат/ fragrance	вкус / полнота вкуса/ taste / taste fullness	крепость/ горючесть/ strength / combustibility	Общая оценка/ overall assessment
Резаный табак без растительного сырья/ Shredded tobacco without plant raw materials	18	40,0/10	9/10	77,0
Резаный табак/ Shredded tobacco (95%) и растительное сырье/ plant raw materials (5%)	17	39,6/10	9/10	75,6
Резаный табак/ Shredded tobacco (90%) и растительное сырье/ plant raw materials (10%)	16	35,4/9,0	9/10	70,4
Резаный табак/ Shredded tobacco (85%) и растительное сырье/ plant raw materials (15%)	15	32,7/7,8	14/10	71,7
Резаный табак/ Shredded tobacco (80%) и растительное сырье/ plant raw materials (20%)	14	29,1/6,0	14/10	67,1

Таблица 6.

Показатели качества расширенной табачной мешки, полученной смешиванием резаного табака и растительного сырья

Table 6.

Quality parameters of the expanded tobacco blend obtained by mixing shredded tobacco and plant raw materials

Состав расширенной табачной мешки/ The composition of the expanded tobacco blend	Добавляемо растительное сырье/ added plant raw materials	Показатели качества расширенной табачной мешки, полученной смешиванием резаного табака и растительного сырья/ Quality parameters of the expanded tobacco blend obtained by mixing shredded tobacco and plant raw materials			
		заполняющая способность, $см^3/г$/ fill value, cm^3/g	содержание никотина, мг/сиг./ nicotine content, mg/sig.	содержание смолы, мг/сиг. tar content, mg/sig.	дегустационная оценка, балл/ tasting score, points
Резаный табак (100%)/ Shredded tobacco (100%)		4,338	1,57	18,7	77,0
Резаный табак/ Shredded tobacco (95%) и растительное сырье/ plant raw materials (5%)	Анис/ anise	4,452	1,52	18,1	75,6
	Фенхель/ fennel	4,451			76,5
Резаный табак/ Shredded tobacco (90%) и растительное сырье/ plant raw materials (10%)	Мелисса/ lemon balm	4,439			72,2
Резаный табак/ Shredded tobacco (85%) и растительное сырье/ plant raw materials (15%)	Зубровка/ sweet grass	4,369			74,9

Состав расширенной табачной мешки/ The composition of the expanded tobacco blend	Добавляемо растительное сырье/ added plant raw materials	Показатели качества расширенной табачной мешки, полученной смешиванием резаного табака и растительного сырья/ Quality parameters of the expanded tobacco blend obtained by mixing shredded tobacco and plant raw materials			
		заполняющая способность, $см^3/г$/ fill value, cm^3/g	содержание никотина, мг/сиг./ nicotine content, mg/sig.	содержание смолы, мг/сиг. tar content, mg/sig.	дегустационная оценка, балл/ tasting score, points
Резаный табак без растительного сырья/ Shredded tobacco without plant raw materials	Анис/ anise	4,558	1,45	17,4	70,4
Резаный табак/ Shredded tobacco (95%) и растительное сырье/ plant raw materials (5%)	Фенхель/ fennel	4,677			70,5
	Мелисса/ lemon balm	4,752			71,4
Резаный табак/ Shredded tobacco (90%) и растительное сырье/ plant raw materials (10%)	Зубровка/ sweet grass	4,701			72,1
Резаный табак/ Shredded tobacco (85%) и растительное сырье/ plant raw materials (15%)					
Резаный табак/ Shredded tobacco (80%) и растительное сырье/ plant raw materials (20%)	Анис/ anise	4,708	1,39	16,8	71,7
Резаный табак без растительного сырья/ Shredded tobacco without plant raw materials	Фенхель/ fennel	4,844			69,3
Резаный табак/ Shredded tobacco (95%) и растительное сырье/ plant raw materials (5%)	Мелисса/ lemon balm	4,649			68,9
Резаный табак/ Shredded tobacco (90%) и растительное сырье/ plant raw materials (10%)	Зубровка/ sweet grass	4,681			67,4
Резаный табак/ Shredded tobacco (85%) и растительное сырье/ plant raw materials (15%)	Анис/ anise	4,733	1,34	16,1	67,1
	Фенхель/ fennel	4,736			67,8
	Мелисса/ lemon balm	4,804			66,1
	Зубровка/ sweet grass	4,738			66,8

ЛИТЕРАТУРА

1 Алтуньян Ю.В., Татарченко И.И., Богдан Г.А. Влияние способа сушки на качество резаного табака // Изв. вузов. Пищевая технология. 2007. № 4. С. 7–8.

2 Алтуньян Ю.В., Татарченко И.И., Кутуков С.А. Быстрая сушка для подготовки резаного табака // Пищевая промышленность. 2007. № 8. С. 22–24.

3 Кутуков С.А., Татарченко И.И. Ароматизация кретека путем использования CO2 экстрактов // Изв. вузов. Пищевая технология 2009. № 1.С. 123–124.

4 Миргородская А.Г., Шкидюк М.В. Способы снижения токсичности табачных изделий // Тенденции и инновации современной науки: матер. VII Междунар. Науч.-практ. конф. (тезисы докладов): сб. науч. трудов (16.04.2013 г.). Краснодар: НИЦ Априори, 2013. С. 95.

REFERENCES

1 Altunyan Yu.V., Tatarchenko I.I., Bogdan G.A. Drying method effects on the quality of cut tobacco. *Izvestiya vuzov. Pishchevaya promyshlennost'* [News of universities. Food technology] 2007, no. 4, pp. 7–8. (in Russian).

2 Altunyan Yu.V., Tatarchenko I.I., Kutukov S.A. Fast drying for the cut tobacco preparations. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food Industry] 2007, no. 8, pp. 22–24. (in Russian)

3 Kutukov S.A., Tatarchenko I.I. Kretek aromatization by using CO2-extracts *Izvestiya vuzov. Pishchevaya promyshlennost'* [News of universities. Food technology] 2009, no. 1, pp. 123–124.

4 Mirgorodska A.G., Shkidyuk M.V. Ways of tobacco products' toxicity reduction. Tendentsii i innovatsii sovremennoi nauki [Trends and innovations of modern science: mater. VII Intern. Scientific-practical. Conf. (Abstracts): coll. scientific. Works (16.04.2013)] 2013, p. 95. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Алла Г. Миргородская к. т. н., заведующая лабораторией технологии производства табачных изделий «Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий», ул. Московская, 42, г. Краснодар, 350072, Россия

Ирина И. Татарченко д. т. н., главный научный сотрудник лаборатории технологии производства табачных изделий «Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий», ул. Московская, 42, г. Краснодар, 350072, Россия

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Alla G. Mirgorodskaya candidate of technical sciences, head of tobacco goods production laboratory "Russian scientific research institute of tobacco, makhorka, tobacco products", Moskovskaya str., 42, Krasnodar, 350072, Russia

Irina I. Tatarchenko doctor of technical sciences, chief researcher of tobacco goods production laboratory "Russian scientific research institute of tobacco, makhorka, tobacco products", Moskovskaya str., 42, Krasnodar, 350072, Russia

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Ирина И. Татарченко консультация в ходе исследования
Алла Г. Миргородская написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

CONTRIBUTION

Irina I. Tatarchenko consultation during the study
Alla G. Mirgorodskaya 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 15.07.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 23.08.2016

RECEIVED 7.15.2016

ACCEPTED 8.23.2016

Оригинальная статья/Original article

УДК 664.681

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-178-183

Влияние природных антиокислителей на интенсивность накопления продуктов окисления в жировой фазе сливочного крема

Марианна С. Воронина [1] marianna419@rambler.ru
Надежда В. Макарова [1] fpp@samgtu.ru

[1] кафедра технологии и организации общественного питания, Самарский государственный технический университет, ул. Молодогвардейская, 244, г. Самара, 443100, Россия

Реферат. В статье описан основной отделочный полуфабрикат пирожных и тортов – крем. Исследован ассортимент сливочного крема в зависимости от входящих в него фруктовых компонентов и способа производства. Цель работы: исследование степени окисления крема с применением натуральных антиокислителей из продуктов переработки плодов и ягод, а именно в виде концентрированного сока плодов и ягод. Изложен процесс окисления липидов, один из основных процессов потери качества пищевыми продуктами. Описано действие антиоксидантов как антиокислителей на интенсивность накопления концентрации первичных и вторичных продуктов окисления, делающих готовый продукт непригодным для потребителя и ограничивающих его срок хранения. Представлены результаты исследования содержания первичных и вторичных продуктов окисления в сливочном креме сразу после приготовления, а также образцы, хранившиеся в течение пяти суток с добавлением антиокислителей в виде концентрированного сока плодов и ягод в количестве 2-7% от массы сливочного крема. В качестве контрольного образца был использован сливочный крем без добавок. Показатели качества, характеризующие степень окисленности продукта: кислотное, перекисное, анизидиновое и тиобурбитуровое число. По результатам исследования обнаружено, что добавление концентрированного сока плодов и ягод в качестве антиокислителя в рецептуру сливочного крема снижает скорость роста концентрации свободных жирных кислот на пятые сутки по сравнению с контрольным образцом. Добавление концентрированного сока плодов и ягод замедляет процесс распада жировой молекулы в жировой фракции крема с образованием свободных жирных кислот; интенсивность реакции распада пероксидов и гидроксидов замедляется, а, следовательно, снижается образование альдегидов, ухудшающих вкус и запах крема; количественно уменьшается скорость образования малондиальдегида.

Ключевые слова: жировая фракция изделий, крем, кондитерское производство, окисления липидов, антиоксиданты, продукты окисления

The effect of natural antioxidants on the rate of accumulation of oxidation products in the fat phase of butter cream

Marianna S. Voronina [1] marianna419@rambler.ru
Nadezhda V. Makarova [1] fpp@samgtu.ru

[1] technology and catering department, Samara state technical university, Molodogvardeiskaya St., 244, Samara, 443100, Russia

Summary. Describes the main finishing prefabricated pastries and cakes-cream. Researched range of cream depending on the fruit components and method of production. Aim: to study the degree of oxidation cream with natural antioxidants from fruits and berries processing products, namely in the form of concentrated juice of fruits and berries. Outlines the process of oxidation of lipids, one of the fundamental processes of loss of quality food products. Describes the action of antioxidants as antioxidants on accumulation intensity concentrations of primary and secondary oxidation products, making the final product unsuitable for the consumer and the bounding its shelf life. Presents the results of a study of the contents of primary and secondary oxidation products in butter cream immediately after cooking, as well as samples, stored for five days with the addition of antioxidants in the form of concentrated juice of fruits and berries in the amount of 2–7% by weight of cream. As a control sample has been used cream with no additives. Quality indicators to characterize the degree of oxidation of the product: acid, peroxide, anizidin and tioburbit number. The study found that adding a concentrated juice of fruits and berries as antioxidant in recipe cream reduces the growth rate of the concentration of free fatty acids on the fifth day, as compared with the reference sample. Adding concentrated juice of fruits and berries slows down the process of dissolution of the fat molecules in fat fraction of cream with the formation of free fatty acids; intensity decay reaction of peroxides and hydroxides slows down and, consequently, decreases the formation of aldehydes, deteriorating the taste and smell of the cream; quantitatively reduced the growth of education malondial′degida.

Keywords: fat fraction products, cream, confectionery, oxidation of lipids, antioxidants, oxidation products

Введение

Большинство кондитерских изделий отличаются высокой питательностью и усвояемостью. Указанные свойства присущи им благодаря использованию для их производства разнообразного по химическому составу и свойствам сырья. Исходная рецептурная смесь может представлять довольно сложную композицию разнообразных компонентов, что позволяет вырабатывать широкий ассортимент кондитерских изделий. Сливочные кремы приготавливаются на основе сливочного масла. Они используются не только для украшения поверхности изделий, но и для прослаивания и обмазывания пластов и заполнения полостей выпеченных полуфабрикатов. Все сливочные кремы необходимо использовать в течение 5 ч с момента изготовления. Одним из важнейших ингредиентов сливочного крема является сливочное масло (жир), участвующий в формировании характерной структуры, вкуса и аромата изделий [8].

Для цитирования

Воронина М. С., Макарова Н. В. Влияние природных антиокислителей на интенсивность накопления продуктов окисления в жировой фазе сливочного крема // Вестник ВГУИТ. 2016. № 3. С. 178–183. doi:10.20914/2310-1202-2016-3-178-183

For citation

Voronina M. S., Makarova N. V. The effect of natural antioxidants on the rate of accumulation of oxidation products in the fat phase of butter cream. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 3. pp. 178–183. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-3-178-183

Прогоркание – наиболее распространенный вид порчи жиров, который отражается на их органолептических свойствах – сообщает изделиям резкий жгучий вкус и неприятный запах. Первым продуктом самоокисления является гидроперекись. Затем образуются вторичные продукты: окисление эпигидрин – альдегид и его ацеталь, нониловый, гептиловый и другие альдегиды, низкомолекулярные кислоты, например азелаиновая, различные кетоны, оксикислоты и др.; многие из них участвуют в образовании запаха и вкуса прогорклых жиров [1–3, 7, 9].

1.1 Материалы и методы

Целью данного исследования является оценка влияния добавок в виде концентрированных соков ягод в креме на концентрацию первичных и вторичных продуктов окисления в течение всего срока хранения.

Объектом нашего исследования является сливочный крем, приготовленный по традиционной рецептуре, с добавлением концентрированного сока плодов и ягод. Исследования проводились с образцами крема, характеристики которых представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Характеристика объектов исследования

Table 1.

Characteristics of research objects

Добавка концентрированного сока Additive of concentrated juice	Характеристика объекта The characteristic of an object
Вишни Cherry	Крем 0 суток хранения / Cream 0 day storage
	Крем 1 сутки хранения / Cream 1 day storage
	Крем 2 суток хранения / Cream 2 day storage
	Крем 3 суток хранения / Cream 3 day storage
	Крем 4 суток хранения / Cream 4 day storage
	Крем после 5 суток хранения / After 5 days of storage
Черной смородины Black currant	Крем 0 суток хранения / Cream 0 day storage
	Крем 1 сутки хранения / Cream 1 day storage
	Крем 2 суток хранения / Cream 2 day storage
	Крем 3 суток хранения / Cream 3 day storage
	Крем 4 суток хранения / Cream 4 day storage
	Крем после 5 суток хранения / After 5 days of storage
Черноплодной рябины Aronia	Крем 0 суток хранения / Cream 0 day storage
	Крем 1 сутки хранения / Cream 1 day storage
	Крем 2 суток хранения / Cream 2 day storage
	Крем 3 суток хранения / Cream 3 day storage
	Крем 4 суток хранения / Cream 4 day storage
	Крем после 5 суток хранения / After 5 days of storage
Черники Blueberry	Крем 0 суток хранения / Cream 0 day storage
	Крем 1 сутки хранения / Cream 1 day storage
	Крем 2 суток хранения /Cream 2 day storage
	Крем 3 суток хранения / Cream 3 day storage
	Крем 4 суток хранения / Cream 4 day storage
	Крем после 5 суток хранения / After 5 days of storage

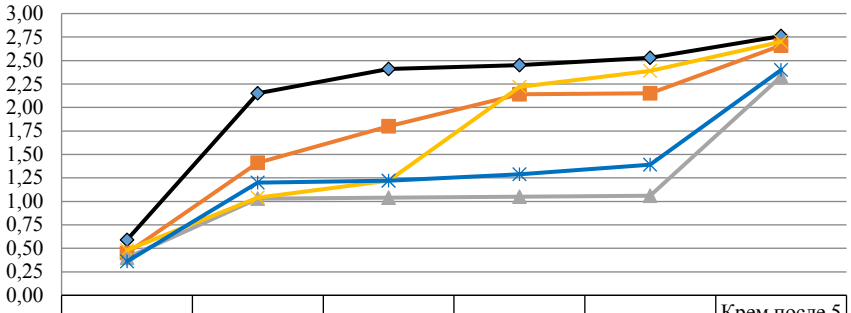
Для контроля содержания первичных и вторичных продуктов окисления использованы образцы крема сразу после приготовления, а также образцы, хранившиеся в течение пяти суток. В качестве контрольного образца был использован сливочный крем без добавок. Количество добавляемого концентрированного сока плодов и ягод 2–7% от массы готового крема (примерно 7–13 г.).

В качестве показателей измерения степени окисленности жировой фракции крема нами использованы: кислотное, перекисное, анизидиновое и тиобарбиртуровое числа [4–6, 9].

1.2 Экспериментальная часть

Результаты исследования отражены на рисунках 1–3 и в таблице 2.

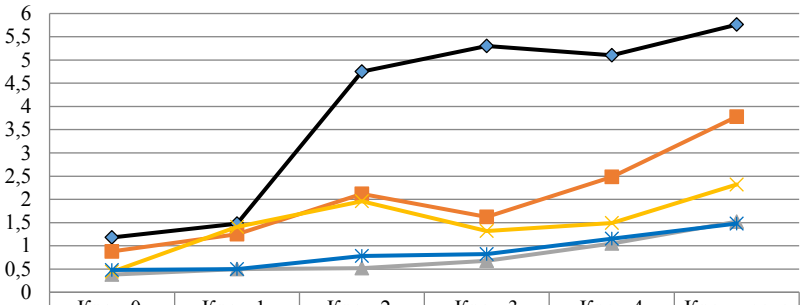
Как видно из результатов, приведенных на рисунке 1, добавление концентрированного сока ягод черной смородины и черники в крем значительно снижает интенсивность накопления свободных жирных кислот в креме после пяти суток хранения по сравнению с контрольным образцом на 16% и 13%, соответственно. Крем без добавок (контрольный объект) по результатам исследования предельно-допустимые значения показателя КЧ достигает через 18 ч хранения.



	Крем 0 суток хранения (Cream 0 day storage)	Крем 1 сутки хранения (Cream 1 day storage)	Крем 2 суток хранения (Cream 2 day storage)	Крем 3 суток хранения (Cream 3 day storage)	Крем 4 суток хранения (Cream 4 day storage)	Крем после 5 суток хранения (After 5 days of storage)
Контрольный объект (Controlling object)	0,59	2,15	2,41	2,45	2,53	2,76
Вишня (Cherry)	0,45	1,41	1,80	2,14	2,15	2,66
Черная смородина (Blackcurrant)	0,40	1,03	1,04	1,05	1,06	2,33
Черноплодная рябина (Aronia)	0,48	1,04	1,22	2,22	2,39	2,70
Черника (Blueberry)	0,36	1,20	1,22	1,29	1,39	2,40

Рисунок 1 Результаты определения кислотного числа для крема с добавлением концентрированного сока плодов и ягод, мг КОН/г

Figure 1. The results of determination of acid number for the cream with the addition of concentrated juice of fruit and berries, mg KOH/g

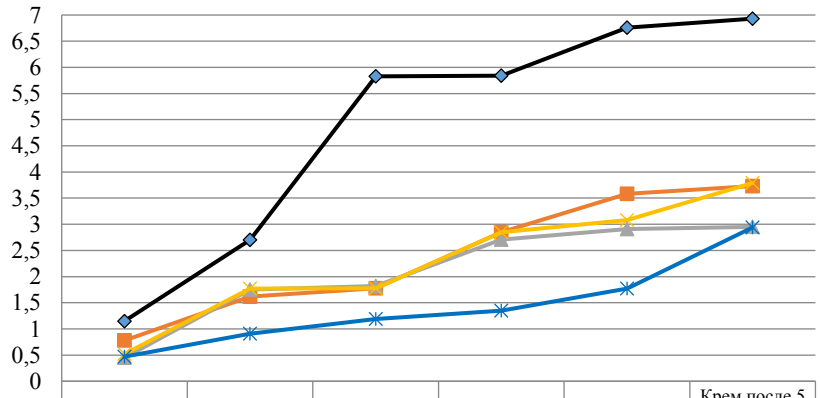


	Крем 0 суток хранения (Cream 0 day storage)	Крем 1 сутки хранения (Cream 1 day storage)	Крем 2 суток хранения (Cream 2 day storage)	Крем 3 суток хранения (Cream 3 day storage)	Крем 4 суток хранения (Cream 4 day storage)	Крем после 5 суток хранения (After 5 days of storage)
Контрольный объект (Controlling object)	1,18	1,48	4,75	5,3	5,1	5,76
Вишня (Cherry)	0,88	1,25	2,12	1,62	2,48	3,78
Черная смородина (Blackcurrant)	0,38	0,5	0,52	0,68	1,05	1,52
Черноплодная рябина (Aronia)	0,44	1,41	1,96	1,32	1,49	2,32
Черника (Blueberry)	0,48	0,5	0,78	0,82	1,15	1,48

Рисунок 2 Результаты определения перекисного числа для крема с добавлением концентрированного сока плодов и ягод, ммоль $\left(\frac{1}{2}O_2\right)$/кг

Figure 2 The results of determination of peroxide number for the cream with the addition of concentrated juice of fruit and berries, mmol $\left(\frac{1}{2}O_2\right)$/кг

По результатам анализа рисунка 2 можно сделать выводы, что в креме с добавкой концентрированного сока плодов и ягод такой показатель как перекисное число (ПЧ) ниже, чем в контрольном образце. Самые низкие ПЧ выявлены у крема с добавлением концентрированного сока черники и черной смородины (1,52 ммоль $\left(\frac{1}{2}O_2\right)$/кг и 1,48 ммоль $\left(\frac{1}{2}O_2\right)$/кг, соответственно). Рост содержания перекисей во времени хранения происходит с перепадами, что означает высокую скорость процесса перехода перекисей во вторичные продукты окисления. Такие невысокие показатели свидетельствуют о том, что в кремах с добавлением концентрированного сока плодов и ягод процесс образования перекисей идет с меньшей скоростью, чем в контрольном образце – креме без добавок.



	Крем 0 суток хранения (Cream 0 day storage)	Крем 1 сутки хранения (Cream 1 day storage)	Крем 2 суток хранения (Cream 2 day storage)	Крем 3 суток хранения (Cream 3 day storage)	Крем 4 суток хранения (Cream 4 day storage)	Крем после 5 суток хранения (After 5 days of storage)
Контрольный объект (Controlling object)	1,15	2,7	5,83	5,84	6,76	6,93
Вишня (Cherry)	0,78	1,62	1,78	2,85	3,58	3,73
Черная смородина (Blackcurrant)	0,45	1,75	1,82	2,71	2,91	2,95
Черноплодная рябина (Aronia)	0,52	1,77	1,78	2,85	3,08	3,79
Черника (Blueberry)	0,47	0,91	1,19	1,35	1,77	2,94

Рисунок 3. Значение анизидинового числа для крема с добавлением концентрированного сока плодов и ягод, ГОСТ 31756–2012

Figure 3. The meaning of anizidin number for the cream with the addition of concentrated juice of fruit and berries, State standard 31756–2012

При анализе рисунка 3 следует, что добавление в крем добавки в виде концентрированного сока плодов и ягод способствует низкой скорости преобразования перекисей в альдегиды, чем в контрольном образце. Самые низкие показатели анизидинового числа (АЧ) выявлены у крема с добавлением концентрированного сока ягод черной смородины и черники (2,95 и 2,94 соответственно). Из результатов исследования крема по показателю АЧ можно сделать вывод, что добавление концентрированного сока плодов и ягод в сливочный крем снижает интенсивность накопления альдегидов в креме. Концентрированный сок черной смородины и черники значительно снижает скорость накопления вторичных продуктов окисления на пятый день хранения, по сравнению с контрольным образцом. Введение антиоксидантов приводит к образованию новых радикалов, отличающихся значительно большей стабильностью, чем радикалы, образующиеся при распаде пероксидов и гидропероксидов, что приводит к замедлению реакции, а, в конечном итоге, при определенных условиях к резкому торможению роста концентрации альдегидов.

Таблица 2.

Результаты определения тиобарбитурового числа в исследуемых объектах, мг MDA/кг

Table 2.

Results of the tiobarbit number in the studied objects mg MDA/kg

Объекты Object	0-ой день хранения 0 day storage	1-ый день хранения 1 day storage	2-ой день хранения 2 day storage	3-ий день хранения 3 day storage	4-ый день хранения 4 day storage	5-ый день хранения 5 day storage
Контрольный объект Controlling object	0,18	0,22	0,36	0,69	0,74	0,92
Вишня Cherry	0,47	0,58	0,59	0,72	0,74	0,84
Черная смородина Blackcurrant	0,67	0,70	0,73	0,75	0,78	0,80
Черноплодная рябина Aronia	0,54	0,63	0,67	0,74	0,79	0,85
Черника Blueberry	0,63	0,65	0,66	0,67	0,69	0,75

Из результатов исследования можно сделать вывод, что для всех кремов с добавками в виде концентрированного сока плодов и ягод характерна прямая зависимость содержания диальдегидов и малондиальдегида от времени хранения, а также более низкие значения концентрации, по сравнению с контрольным образцом крема. Высокие значения содержания малодиальдегида в свежем креме с концентрированным соком плодов и ягод свидетельствует о реакции взаимодействия тиобарбитуровой кислоты с веществами, входящими в состав плодов и ягод и продуктов их переработки.

Заключение

По результатам исследования обнаружено, что добавление концентрированного сока плодов и ягод в сливочный крем снижает скорость роста концентрации свободных жирных кислот на пятые сутки по сравнению с контрольным образцом. В кремах с добавлением концентрированного сока вишни показатель «кислотное число» на пятые сутки меньше на 18%, черной смородины – на 52%, черники – на 42%. Однако, при добавлении в крем концентрированного сока черноплодной рябины на пятые сутки показатель «кислотное число» увеличивается по сравнению с контрольным образцом на 3,5%. Накопление перекисных соединений (перекисей и гидроперекисей) снижается на пятые сутки по сравнению с контрольным образцом у крема с добавлением концентрированного сока вишни – на 34%, черной смородины – на 93%, черноплодной рябины – на 58%, черники – на 48%. Концентрация альдегидов (вторичных продуктов окисления) снижается на пятые сутки по сравнению с контрольным образцом у крема с добавлением концентрированного сока вишни – на 19%, черной смородины – на 57%, черноплодной рябины – на 45%, черники – на 72%. А содержание диальдегидов и малондиальдегида (MDA) в кремах с добавлением концентрированного сока ягод увеличивается по времени хранении линейно и с меньшей скоростью, чем в контрольном образце. Добавление концентрированного сока плодов и ягод замедляет процесс распада жировой молекулы в жировой фракции крема с образованием свободных жирных кислот; интенсивность реакции распада пероксидов и гидроксидов замедляется, а, следовательно, снижается образование альдегидов, ухудшающих вкус и запах крема; количественно уменьшается скорость образования малондиальдегида.

ЛИТЕРАТУРА

1 Jyotsna R., Prabhasankar P., Indrani D., Rao G.V. Improvement of rheological and baking properties of cake batters with emulsifier gels // J. Food Sci. 2004. V. 69. № 1. P. 16–19

2 Peck M.C., Rough S.L., Barnes J., Wilson D.I. Roller extrusion of biscuit doughs // Food Eng. 2006. V. 74. № 4. P. 431–450

3 Saleem Q. Mechanical and fracture properties for predicting cracking in semi-sweet biscuits // Int. J. Food Sci. and Technol. 2005. V. 40. № 4. P. 361–368

4 ГОСТ Р 51487–99 Масла растительные и жиры животные. Метод определения перекисного числа.

5 ГОСТ Р 52110–2003 Масла растительные. Методы определения кислотного числа.

6 ГОСТ Р 53099–2008 Жиры и масла животные и растительные. Определение анизидинового числа.

7 Меньщикова Е.Б., Ланкин В.З. Окислительный стресс. Прооксиданты и антиоксиданты. М.: Фирма «Слово», 2006. 556 с.

8 Мэнли Д. Мучные кондитерские изделия с рецептурами. СПб.: Профессия, 2013. 768 с.

9 Стеле Р. Срок годности пищевых продуктов: расчет и испытание. СПб: Профессия, 2008. 480 с.

REFERENCES

1 Jyotsna R., Prabhasankar P., Indrani D., Rao G.V. Improvement of rheological and baking properties of cake batters with emulsifier gels. J. Food Sci., 2004, vol. 69, no. 1, pp. 16–19.

2 Peck M.C., Rough S.L., Barnes J., Wilson D.I. Roller extrusion of biscuit dough. Food Eng., 2006, vol. 74, no. 4, pp. 431–450

3 Saleem Q. Mechanical and fracture properties for predicring cracking in semi-sweet biscuits. Int. J. Food Sci. and Technol., 2005, vol. 40, no. 4, pp. 361–368

4 GOST R 52110–2003 Masla rastitel'nye i zhiry zhivotnye. Metod opredeleniya perekisnogo chisla [State standard52110–2003. Vegetable oils. Methods for determination of acid number] (in Russian)

5 GOST R 51487–99 Masla rastitel'nye i zhiry zhivotnye. Metody opredeleniya kislotnogo chisla [State standard 51487–99 Vegetable oils and animal fats. Method for the determination of peroxide number]. (in Russian)

6 GOST R 53099–2008 Zhiry i masla rastitel'nye i zhivotnye. Opredelenie anizidinovogo chisla [State standard53099–2008 Fats and animal and vegetable oils. identifying anizidin number] (in Russian)

7 Men'shchikova E.B., Lankin V.Z. Okislitel'nyi stress. Prooksidanty i antioksidanty [Oxidative stress. Prooxidants and antioxidants] Moscow, Slovo, 2006. 556 p. (in Russian)

8 Manley D. Muchnye konditerskie izdeliya s retsepturemi [Pastry with recipes] Saint-Petersburg, Professiya, 2013. 768 p. (in Russian)

9 Stelle R. Srok godnosti pishchevykh produktov [Shelf life of food products: calculation and testing] Saint-Petersburg, Professiya, 2008. 480 p. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Марианна С. Воронина аспирант, кафедра технологии и организации общественного питания, Самарский государственный технический университет, ул. Молодогвардейская, 244, г. Самара, 443100, Россия, marianna419@rambler.ru
Надежда В. Макарова д. х. н., профессор, зав. кафедра технологии и организации общественного питания, Самарский государственный технический университет, ул. Молодогвардейская, 244, г. Самара, 443100, Россия, fpp@samgtu.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Marianna S. Voronina graduate student, technology and catering department, Samara state technical university, Molodogvardeiskaya St., 244, Samara, 443100, Russia, marianna419@rambler.ru
Nadezhda V. Makarova doctor of chemical sciences, professor, head of technology and catering department, Samara state technical university, Molodogvardeiskaya St., 244, Samara, 443100, Russia, fpp@samgtu.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Надежда В. Макарова консультация в ходе исследования
Марианна С. Воронина написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

CONTRIBUTION

Marianna S. Voronina consultation during the study
Nadezhda V. Makarova 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 02.08.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 22.08.2016

RECEIVED 8.2.2016

ACCEPTED 8.22.2016

Оригинальная статья/Original article

УДК 663.97.0048

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-184-188

Перспективы использования вторичных сырьевых ресурсов при изготовлении табачных изделий

Тамара А. Дон, [1] tabak.technolog@rambler.ru
Алла Г. Миргородская, [1] mirgorodskaya-alla@mail.ru
Ольга К. Бедрицкая, [1] tabak.technolog@rambler.ru

[1] лаборатория технологии производства табачных изделий, Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий, ул. Московская, 42, г. Краснодар, 350072, Россия

Реферат. Образование отходов – один из наиболее серьезных вопросов, стоящих перед табачной отраслью. Отходы подразделяются на возвратные – те, что можно вернуть в основное производства без специальной обработки, и невозвратные, использование которых сопряжено с определенными трудностями. Возвратные отходы – обрывки табачных листьев и крупная (кондиционная) фарматура, которую предварительно очищают от пыли и примесей и возвращают полностью в основное производство. Невозвратные отходы – некондиционная (мелкая) фарматура, пригодная для изготовления восстановленного табака и срезы главной жилки, которые используют для изготовления расширенной жилки и добавляют в сигаретную мешку с целью снижения содержания никотина. Табачная мелочь, образующаяся при производстве сигарет, нигде не использовалась и подлежала утилизации. В лаборатории технологии производства табачных изделий исследована возможность использования табачной мелочи при изготовлении новых видов табачных изделий: кальянных смесей и некурительных табаков. Определен фракционный состав отходов сигаретного производства в виде мелочи. Изготовлены опытные образцы кальянных смесей и некурительных табаков. Контролем служили образцы новых видов табачных изделий, изготовленных из табачных листьев Берлея. Проведена сравнительная оценка опытных и контрольных образцов методом дегустации по методикам, разработанным в лаборатории. В результате установлено, что опытные образцы не уступают по качеству контрольным, у них выше общая дегустационная оценка за счет богатого вкуса и табачного аромата. Замена дорогостоящего листового табака на отходы, стоимость которых много ниже, значительно снизила стоимость готовых продуктов. В результате проведенных исследований установлена возможность и целесообразность использования отходов сигаретного производства при изготовлении кальянных смесей и некурительных табаков.

Ключевые слова: вторичные сырьевые ресурсы, отходы, кальянные смеси, некурительные табаки, качество продукции

Recycling of tobacco wastes after tobacco products manufacturing

Tamara A. Don, [1] tabak.technolog@rambler.ru
Alla G. Mirgorodskaya, [1] mirgorodskaya-alla@mail.ru
Olga K. Bedritskaya [1] tabak.technolog@rambler.ru

[1] laboratory of technologies for manufacturing tobacco products All-Russian research institute of tobacco, makhorka and tobacco products, Moskovskaya St., 42, Krasnodar, 350072, Russia

Summary. Utilizing tobacco wastes is one of the important problems for tobacco industry. They can be divided into easy recycled which can be returned into technological process without special treatment, and irretrievable which can be recycled only after special treatment. Easy recycled wastes consist of leaf parts and large tobacco scraps, which are cleaned from the dust and then returned into manufacturing process. Irretrievable wastes consist of small tobacco scraps which use for reconstituted tobacco production and midrib parts which used for expanded stem manufacturing and added into cigarette for nicotine decreasing. Little tobacco scraps is not used for recycling and thus utilized. In the laboratory of technologies for tobacco products manufacturing possibility for utilizing little tobacco scraps for manufacturing new tobacco products: hookah blends and non-smoking products has been studied. Fractional composition of little tobacco scraps from cigarette industry has been defined. Samples of hookah blends and non-smoking products have been manufactured. New tobacco products manufactured from burley leaves were used as comparison. Tasting of these products has been done, utilizing methods developed in the laboratory. As the result, it has been found that samples made of wastes have better tasting score because of rich taste and tobacco aroma. Utilizing wastes instead of expensive leaf tobacco greatly decreases final cost of the product. As the result possibility and expediency of utilizing cigarette's manufacturing wastes for hookah blends and non-smoking products manufacturing has been proved.

Keywords: recyclable resources, wastes, hookah blends, non-smoking tobacco products, quality of products

Введение

Технологический процесс производства табачной продукции неизбежно связан с образованием отходов, которые по своим технологическим показателям не могут быть использованы в курительных изделиях. Количество отходов зависит от многих факторов: применяемой технологии, используемого оборудования, свойств сырья и материалов, условий хранения и параметров окружающего воздуха. Ежегодно на табачных фабриках, действующих на территории России, образуется порядка 15 000 тонн отходов табачного сырья, частично или полностью утратившего технологические свойства [1]. В связи с чем перед отраслью достаточно остро стоят вопросы утилизации или возможности использования их в основном производстве.

Решение этих вопросов можно сформулировать следующим образом:

– разработка методов уменьшения общего количества отходов;

– эффективное вовлечение отходов в хозяйственный оборот.

Для цитирования

Дон Т.А., Миргородская А.Г., Бедрицкая О.К. Перспективы использования вторичных сырьевых ресурсов при изготовлении табачных изделий // Вестник ВГУИТ. 2016. № 3. С. 184–188. doi:10.20914/2310-1202-2016-3-184-188

For citation

Don T.A., Mirgorodskaya A.G., Bedritskaya O.K. Recycling of tobacco wastes after tobacco products manufacturing. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 3. pp. 184–188. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-3-184-188

Отходы подразделяются на возвратные и невозвратные.

Возвратные отходы – это отходы, которые могут быть возвращены в производство без дополнительной обработки. К ним относят:

– обрывки табачных листьев размером более 20 $см^2$;

– кондиционную (крупную) фарматуру (обрывки листьев размером менее 20 $см^2$, не проходящие через сито с пробивными круглыми отверстиями диаметром 5 мм). Эти отходы очищают от пыли, посторонних примесей, и возвращают в основное производство [2];

– волокно после переработки брака сигарет и штранга увлажняется и возвращается в резаный табак.

Невозвратные отходы – это отходы, требующие дополнительной переработки перед использованием, или утилизации.

К ним относят:

– некондиционную фарматуру – более мелкие обрывки листьев, проходящие через сито с отверстиями диаметром 5 мм и состоящие из 50% табачной мелочи, 20% черешков и 30% пыли используют в производстве восстановленного табака;

– срезы главных и боковых жилок табачного листа различной формы, которые отделяются от резаного табака в узлах сепарации сигаретных машин при формировании табачного жгута и используются при производстве расширенной жилки различного состава на предприятиях, специализирующихся на выпуске этой продукции. Добавление расширенной жилки в сигаретную машину – один из основных способов снижения никотина в табачных изделиях.

– табачная мелочь – мелкая фракция резаного табака, утратившая технологические свойства, образуется на сигаретных машинах.

– пыль – основная часть невозвратных отходов, имеющая в своем составе до 50% минеральных примесей, образуется на всех этапах технологического процесса производства табака и табачных изделий, собирается в индивидуальных и централизованных пылесборниках-циклонах.

И табачная мелочь, и пыль практически нигде не используются и подлежат утилизации путем захоронения на специальных полигонах ТБО (твердые бытовые отходы), приспособленных для размещения бытовых и промышленных отходов 3 и 4 классов опасности. К отходам производства предъявляются более жесткие требования, чем к бытовым: они должны быть переработаны до состояния нетоксичного отхода, а затем утилизированы, либо путем захоронения, либо другим способом.

Использование табачных отходов теоретически возможно для получения технически ценных продуктов, например, лимонной и яблочной кислот (для пищевой промышленности), никотина (для медицины), табачной смолы (для парфюмерии). Однако этот процесс дорогостоящий и вследствие этого малоприменимый [3].

Известно использование табачной пыли в качестве средств защиты сельскохозяйственных культур от вредителей.

Табачная пыль обладает выраженными инсектицидными свойствами и не представляет опасности для теплокровных и человека, что позволяет рассматривать использование табачной пыли в качестве инсектицида. При этом есть явные преимущества – кратность обработки может быть гораздо выше, а период ожидания гораздо короче, чем у химических препаратов.

Есть примеры использования табачной пыли для защиты растений на приусадебных участках, в личных подсобных хозяйствах.

Установлено, что однократная обработка инсектицидным водным экстрактом из табачной пыли способствует существенному (на 95%) снижению численности персиковой тли на табаке и на 85–100% – обыкновенного паутинного клеща на огурцах. Период защитного действия для испытуемого экстракта из табачной пыли составляет 14 суток. Отмечено ростостимулирующее влияние экстракта на рост и развитие растений. Установлено отсутствие действующего вещества экстракта никотина через 3-е суток после обработки растений [4].

В лаборатории технологии производства табачных изделий ФГБНУ ВНИИТТИ были проведены исследования возможности использования отходов в виде табачной мелочи для изготовления новых видов табачных изделий – сосательного, нюхательного табаков и кальянных смесей.

Табачная мелочь, образующаяся на линии упаковки сигарет, представляет собой смесь мелких кусочков резаного табака хорошего качества без посторонних примесей. Однако, в связи с низкими технологическими свойствами, использование ее в сигаретах нецелесообразно и экономически не выгодно.

Обычный способ изготовления кальянных смесей и некурительных табаков предполагает использование листового табачного сырья. Для этого листья увлажняют, сортируют, измельчают и смешивают с заданными ингредиентами целевого продукта.

Нами был предложен способ усовершенствования технологии изготовления новых видов табачной продукции путем замены дорогостоящего листового табака на табачную мелочь, содержащую в своем составе смесь подобранных в различных соотношений сортотипов табака.

В таблице 1 приведены результаты исследования химического состава табачной мелочи сигарет двух наименований. В качестве контроля был выбран листовой табак Берлей, выращенный на опытно-селекционном участке ФГБНУ ВНИИТТИ, в качестве контроля.

Анализ результатов, приведенных в таблице 1, свидетельствует о том, что табачная мелочь не уступает по химическому составу контрольным образцам и может быть использована при изготовлении некурительных и кальянных табаков.

Следующий этап исследований – определение фракционного состава табачной мелочи. Для этого использовали прибор Jel-200 с набором сит разного диаметра. Результаты приведены в таблице 2.

Фракцию более 5 мм использовали при изготовлении опытных образцов кальянных смесей. Фракцию менее 5 мм – для изготовления опытных образцов некурительных табаков. В основу контрольных образцов был положен листовой табак Берлей.

Качество некурительной продукции определяли органолептически по 100-бальной системе на основе дегустационной оценки, разработанной в лаборатории технологии производства табачных изделий [5, 6, 7]. Результаты дегустационной оценки приведены в таблице 3. Следует отметить приятный аромат образцов нюхательного табака.

Таблица 1.

Химический состав табачного сырья

Table 1.

Chemical composition of tobacco

Вариант Sample	Содержание компонентов химического состава (%) Composition of defined chemicals (%)			
	Никотин Nicotine	Углеводы Carbohydrates	Белки Proteins	Хлор Chlorine
Образец № 1 Sample 1	1,2	7,3	7,9	0,17
Образец № 2 Sample 2	1,8	7,4	5,5	0,06
Контроль (Берлей) Reference sample (Burley)	2,4	5,6	6,8	0,12

Таблица 2.

Фракционный состав табачной мелочи

Table 2.

Fractional composition of tobacco scrap

№ образца (мешка) Sample (blend)	Фракционный состав Fractional composition		
	≥ 5 mm	5÷1,0 mm	≤ 1 mm
1	22,3	76,8	0,9
2	21,7	77,9	0,4
3	20,8	78,6	0,6

Таблица 3.

Дегустационная оценка табачных изделий

Table 3.

Tasting of tobacco products

Наименование образца Sample name	Дегустационная оценка (баллы) Tasting score (points)	
	Контроль Control	Опыт Experimental
Нюхательный табак Snuff tobacco	76,8	79,2
Сосательный табак Tobacco for sucking	79,4	78,8
Смесь для кальяна Hookah blend	80,6	81,2

Результаты, приведенные в таблице 3, позволяют сделать вывод, что образцы некурительных табаков, изготовленные из мелочи, собираемой на сигаретных машинах, не уступают по качеству образцам, изготовленным из листового табака, обладают богатым вкусом и приятным, ярко выраженным табачным ароматом.

Заключение

Обобщая полученные результаты, можно сделать выводы:

– использование отходов сигаретного производства при изготовлении кальянных смесей и табачных изделий позволяет решить вопрос возврата в основное производство отходов, считавшихся невозвратными;

– продукция, изготовленная на основе табачной мелочи, позволяет получить продукт высокого качества, т. к. мелочь содержит в своем составе смесь табаков хорошего качества;

– имеет место значительное сокращение процесса производства за счет сокращения операции по очистке, увлажнению, сортировке и измельчению листьев табака;

– использование мелочи вместо дорогостоящего листового табака улучшает качество продукции за счет присутствия натурального табачного вкуса и аромата. Разница цены листового табака и отходов снижает себестоимость продукции на 90%.

ЛИТЕРАТУРА

1 Ларькина Н.И. Шураева Г.П., Гнучих Е.В. Решение актуальных проблем табачной отрасли при ее научном обеспечении // Итоги и перспективы научных исследований. 2016. № 3. С. 110 – 126.

2 Плотникова Т.В., Дон Т.А., Миргородская А.Г. Биологическая и экологическая эффективность использования отходов табачного производства в качества инсектицида // Современное состояние естественных и технических наук: матер. VI Междунар. науч.-практ. конф. (20.03.2012 г.). М.: «Спутник+», 2012. С. 127–130.

3 Плотникова Т.В., Миргородская А. Г. , Шураева Г.П., Дон Т.А. и др. Применение отходов табачного производства в качестве средств защиты сельскохозяйственный культур от вредителей // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2015. № 5(56). С. 153–158.

4 Жабенцова О.А., Шкидюк М.В., Бедрицкая О.К. Способы снижения токсичности кальянных смесей // Сборник Инновационные технологии в пищевой промышленности: наука, образование и производство. Международная научно-практическая конференция. 2013. С. 570–573.

5 Приходько Р.П., Моисеев И.В., Мойсяк М.Б., Моисеев Д.И. и др. Пути улучшения потребительских свойств кальянного табака // Сборник докладов V межведомственной научно-практической конференции «Товароведение и вопросы длительного хранения продовольственных товаров» 25–26 апреля 2013, ООО «Франтера». 2013. С. 156–159.

6 Rainey C.L., Conder P.A., Goodpasyer J.V. Chemical characterization of dissolvable tobacco products, promoted to reduce harm // Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2011. V.59. P. 2745–2751.

7 Tobacco Dust. URL: http:// www.compostsoil.co/za/tobaccodust.html.

REFERENCES

1 Larkina N.I., Shuraeva G.P., Gnuchih E.V. Solving actual problems of tobacco industry. *Itogi i perspektivy nauchnykh issledovanii* [Results and perspectives of researches] 2016, no. 3, pp. 110 – 126. (in Russian)

2 Plotnikova T.V., Don T.A., Mirgorodskaya A.G. Biological and ecological efficiency of utilizing tobacco industrial wastes as insecticide. Sovramennoe sostoyanie estestvennykh i tekhnichekikh nauk [Modern situation in natural and technical sciences: materials of VI International conference 20.03.2012, Moscow] 2012, pp. 127–130. (in Russian)

3 Plotnikova T.V., Mirgorodskaya A.G., Shuraeva G.P., Don T.A. et al. Utilizing industrial tobacco wastes for protection agricultural plants against pests. Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Works of Kuban State Agricultural University] 2015, no. 5(56), pp. 153–158. (in Russian)

4 Zhabencova O.A., Shkiduk M.V., Bedritskaya O.K. Methods for decreasing toxicity of hookah blends. Sbornik Innovatsionnye tekhnologii v pishchevoi promyshlennosti: nauka, obrazivanie i proizvodstvo [Innovative technologies in food industry: science, education and industry. International scientific conference] 2013, pp. 570–573. (in Russian)

5 Prihod'ko R.P., Moiseev I.V., Moisiak M.B., Moiseev D.I. et al. Methods for improving consumers' properties of hookah tobacco. Tovarovadanie i voprosy dlitel'nogo khraneniya prodovol'stvennykh tovarov [Reports of V interdepartmental conference "Commodities research and prolonged keeping of food goods" 25–26 April 2013 LLC "Frantera"] 2013, pp. 156–159. (in Russian)

6 Rainey C.L., Conder P.A., Goodpasyer J.V. Chemical characterization of dtssolvable tobacco products, promoted to reduce harm. Journal ot Agricultural and Food Chemistry, 2011, vol. 59, pp. 2745–2751.

7 Tobacco Dust. Available at: http://www.compostsoil.co/za/tobaccodust.html.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Тамара А. Дон научн. сотр., лаборатория технологии производства табачных изделий, Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий, ул. Московская, 42, г. Краснодар, 350072, Россия, tabak.technolog@rambler.ru
Алла Г. Миргородская к. т. н, зав. лаб., лаборатория технологии производства табачных изделий, Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий, ул. Московская, 42, г. Краснодар, 350072, Россия, mirgorodskaya-alla@mail.ru
Ольга К. Бедрицкая ст. научн. сотр., лаборатория технологии производства табачных изделий, Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий, ул. Московская, 42, г. Краснодар, 350072, Россия, tabak.technolog@rambler.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Tamara A. Don reseacher, laboratory of technologies for manufacturing tobacco products All-Russian research institute of tobacco, makhorka and tobacco products, Moskovskaya St., 42, Krasnodar, 350072, Russia

Alla G. Mirgorodskaya candidate of technical sciences, head of laboratory, laboratory of technologies for manufacturing tobacco products All-Russian research institute of tobacco, makhorka and tobacco products, Moskovskaya St., 42, Krasnodar, 350072, Russia
Olga K. Bedritskaya senior researcher, laboratory of technologies for manufacturing tobacco products All-Russian research institute of tobacco, makhorka and tobacco products, Moskovskaya St., 42, Krasnodar, 350072, Russia

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Тамара А. Дон обзор литературных источников по исследуемой проблеме
Алла Г. Миргородская консультация в ходе исследования
Ольга К. Бедрицкая написалА рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

CONTRIBUTION

Tamara A. Don review of the literature on an investigated problem
Alla G. Mirgorodskaya consultation during the study
Olga K. Bedritskaya 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 02.08.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 22.08.2016

RECEIVED 8.2.2016

ACCEPTED 8.22.2016

Оригинальная статья/Original article

УДК 664.692.7

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-189-194

Влияние ультразвукового способа сушки на качество макаронных изделий с печенью

Ольга И. Николюк [1] nikicarrera78@gmail.com.

кафедра Технологические

[1] машины и оборудование, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, пр-т Кронверкский, 49, г Санкт-Петербург, 197101, Россия

Реферат. Предложена новая линейка макаронных изделий с обогатительной добавкой (печенью говяжьей в виде тонкоизмельчённого фарша, частицами размером не более 325 мкм). Расчеты, выполненные программой для ЭВМ показали, что макаронные изделия (в соотношении 70% муки пшеничной высшего сорта и 30 % печени говяжьей), существенно дополняются нутриентами, особенно витамином А, для потребности организма человека в условиях Заполярья. Предложена высокотемпературная технология и техническое решение для выработки качественных и стойких макаронных изделий с обогатительной добавкой для хранения в особых условиях. Для проведения эксперимента разработана экспериментальная установка на базе модернизированного пароконвектомата, позволяющая автоматизировать контроль и регистрацию температурных и влажностных параметров сушильного агрегата и изделий. Изучено дозированное воздействие ультразвука и определена оптимальная интенсивность в 140 дБ при сушке отформованных макаронных изделий с добавлением печени говяжьей. В результате эксперимента установлено, что вибрации ультразвука усиливают процессы теплообмена и массообмена и более равномерно распределяют влагу в толще макаронных изделий, снижая деформационные напряжения при сушке. Время сушки изделий сократилось на 22-26 %, а прочность возросла на 19–22%. Доказано, что потеря сухих веществ при варке макаронных изделий с печенью говяжьей, высушенных в поле ультразвука, снизилась до 4,1%.

Ключевые слова: макаронные изделия, мясные добавки, печень говяжья, сушка, наложение ультразвука, варочные свойства, повышение прочности

Influence of ultrasonic drying method on the quality of pasta with liver

Olga I. Nikolyuk [1] nikicarrera78@gmail.com.

[1] production machines and equipment department, St. Petersburg national research university of information technologies, mechanics and optics, Kronverkskii av., 49, St. Petersburg, 197101, Russia

Summary.A new line of pasta with the addition of enrichment (beef liver in the form of minced meat sized less than 325 microns). Calculations performed by computer program showed that pasta (in a ratio of 70% grade wheat flour and 30% beef liver), significantly supplemented nutrients, especially vitamin A, for the human body needs in the Arctic. A high-technology and engineering solution for the production of high-quality and resistant pasta with the addition of enrichment for storing in special conditions. For the experiment, an experimental setup based on a modernized combi steamer, allowing to automate the monitoring and recording of temperature and humidity parameters of the dryer, and products was developed. A dosed effect of ultrasound and determined the optimal intensity 140 dB at drying the shaped pasta with the addition of beef liver was studied. The experiment revealed that ultrasonic vibration enhance heat and mass transfer processes, and more evenly distribute the moisture in the interior of the pasta by reducing the deformation stress during drying. The drying time of products decreased by 22-26% and strength increased by 19–22%. It is proved that the loss of solids during cooking pasta with beef liver, dried in the ultrasound field, dropped to 4,1%.

Keywords: pasta with beef liver, drying, application of ultrasound, cooking properties, increase strength

Введение

Важнейшим фактором профилактики и поддержания здоровья человека, особенно в экстремальных условиях Заполярья, является сбалансированное по белкам, жирам, углеводам и микронутриентам питание [7]. Не меньшее внимание должно быть также уделено расширению ассортимента продуктов и легкости их приготовления. Нами предложена новая линейка макаронных изделий, блюда из которых особенно будут востребованы в районах Крайнего Севера и Арктической зоне Российской Федерации. Особенностью таких продуктов является добавка в них (при замесе макаронного теста) печени говяжьей в количестве до 30%, что существенно обогащает приготовленное блюдо по пищевой ценности и нутриентами, особенно витамином А [2, 3, 9]. Печень говяжья относится к субпродуктам первой категории, которая в пищевом отношении более ценная не только из-за содержания полноценных белков, жиров и углеводов, но и по содержанию огромного количества жизненно важных для организма витаминов А, В6, В12, С, Е и минеральных веществ. Расчеты по разработанной нами программе для ЭВМ, по определению калорийности и содержанию нутриентов в макаронных изделиях с добавками показали, что макаронные изделия с обогатительной добавкой (печенью говяжьей в виде тонкоизмельчённого фарша, частицами размером не более 325 мкм) в соотношении 70% муки пшеничной высшего сорта и 30% печени говяжьей, существенно дополняются микронутриентами, в соответствии с таблицей 1 [11].

Для цитирования

Николюк О. И. Влияние ультразвукового способа сушки на качество макаронных изделий с печенью // Вестник ВГУИТ.2016. № 3. С. 189–194. doi:10.20914/2310-1202-2016-3-189-194

For citation

Nikolyuk O. I. Influence of ultrasonic drying method on the quality of pasta with liver.*Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET].2016. no. 3. pp. 189–194. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-3-189-194

Таблица 1

Расчетные данные пищевой ценности макаронных изделий с печенью говяжьей при влажности 11%

Table 1

Estimates of the nutritional value of pasta with beef liver with a moisture content of 11%

Вещество Substance	Пищевая ценность макаронных изделий Nutrition facts of pasta	
	из муки пшеничной высшего сорта с 30% печени говяжьей prime grade wheat flour with 30% beef liver	Из муки пшеничной высшего сорта prime grade wheat flour
Вода, г water	11	13
Белок, г protein	12,93	10,8
Жир, г fat	2,02	1,3
Насыщенные жирные кислоты, г saturated fatty acids	0,53	0,2
Калий, мг potassium	168,5	122
Углеводы, г carbohydrates	52,3	71,5
Фосфор, мг phosphorus	154,4	86
Аскорбиновая кислота мг ascorbic acid	9,9	0
Ретинол (витамин А), мг retinol	2,46	0
Каротин мкг carotene	0,3	0
Витамин Е vitamin E	3	0
Витамин В12, мг vitamin B12	18	0
Ниацин, мг niacin	3,54	1,2
Энергетическая ценность, Ккал energy value	271	334

Обзор литературных источников показывает, что прессование, а тем более сушка макаронных изделий с обогатительной добавкой в количестве до 15%, вызывает повышенные трудности и предъявляет специфические требования к оборудованию [2, 6, 10, 12]. Авторами экспериментально подтверждена работоспособность запатентованных технических решений в модернизированных макаронном прессе и пароконвектомате с применением ультразвуковых генераторов [4, 8]. Ультразвук, наложенный на фильеры прессующей матрицы при амплитуде около 20–30 мкм, качественно изменяет структуру макаронного теста с добавлением в него даже более 30% мясных добавок и уплотняет его на 15–17%. При этом происходит выдавливание кавитационными пузырьками воздуха несвязанной влаги на поверхность отформованного изделия, которая смазывает фильеры и исключает налипание теста. При этом в тонком пограничном слое, величина которого намного меньше толщины стенки макаронного изделия, с частотой 20000 Гц, периодически происходит деформация теста. В результате таких явлений как переход в высокопластичное состояние, разрушение надмолекулярной структуры и местное повышение температуры, меняются адгезионно-фрикционные свойства выпрессовываемого теста, вызывающие существенное снижение трения. При напорном течении это приводит к резкому увеличению объемного расхода. При этом производительность макаронного пресса возрастает на 20–25%, а затраты электроэнергии сокращаются [9]. Мелко измельченная печень говяжья в макаронном тесте дополнительно диспергируется и под действием механических высокочастотных колебаний распределяется между набухшей клейковиной и крахмалом, что наряду с предложенным ультразвуковым способом сушки повышает прочность готовых макаронных

изделий с печенью на 19–22% [9]. Высокая пластичность теста позволила прессовать макаронные изделия с толщиной стенки 0,6–0,7 мм.

1.1 Объекты и методы исследования

При проведении эксперимента использовали конвективный способ сушки макаронных изделий при высокотемпературном режиме и повышенной влажности воздуха: температура 95 °С и влажность 95% первые 2 минуты, затем 60 °С и влажность 70% до достижения макаронными изделиями влажности 11%. Интенсивность ультразвука 140 дБ. Затем проводили стабилизацию при температуре воздуха лаборатории около 27 °С и влажности 60% в течение не менее 4 часов.

Макаронное тесто влажностью 30% замешивали в лабораторной тестомесильной машине «KENWOOD» в течение 240 секунд, затем его подавали вручную в шнековую камеру макаронного пресса с встроенным ультразвуковым излучателем. Матрица под действием ультразвука вибрировала с частотой 20000 Гц и амплитудой 30 мкм, что дополнительно уплотняло структуру макаронных изделий с обогатительной добавкой.

Полученные сырые макаронные изделия с блестящей поверхностью диаметром 6 мм и длиной 180 мм, являлись объектом сушки.

В качестве сушильного аппарата использовали модернизированный пароконвектомат Angelo-Po. Несмотря на повышенную стоимость теплового аппарата, такое решение пока оправдано повышением точности эксперимента и удобством автоматизации управления технологическим режимом по разработанной компьютерной программе (скорость воздуха, интенсивность ультразвука, время сушки при ступенчатом изменении влажности и температуры). При большом количестве опытов в разных режимах сушки снижается риск внесения ошибок человеческого фактора, облегчается регистрация данных и их обработка. С этих позиций были подобраны и специально изготовлены в лаборатории «Акустические процессы и аппараты» Бийского технологического института ультразвуковые генераторы и пьезоэлектрические излучатели повышенной точности и необходимой мощности. Определенную трудность представляла установка излучателя ультразвука в стеклянной двери пароконвектомата, так как закаленное стекло разрушается под воздействием вибрации. Для сохранения целостности стекла нами было предложено техническое решение, направленное на фиксацию концентратора излучателя в стеклянной двери пароконвектомата. С этой целью в каркас двери была вварена пластина из нержавеющей стали с технологическим отверстием по диаметру концентратора излучателя. В стекле также вырезано отверстие с несколько большим чем диаметром. На рисунке 1 представлена модернизация пароконвектомата.

Замер максимальной интенсивности ультразвука в разных точках объема сушильной камеры при установленных 6 сетчатых поддонах показал, что она колеблется от 150 до 135 дБ.



Рисунок 1. Модернизация пароконвектомата типа Angelo-Po: 1 – панель управления; 2 –.провод питания ультразукового излучателя; 3 – пластина-держатель; 4 – стекло двери; 5 – ультразуковой излучатель

Figure 1. Upgrading of steamconvectmat Angelo-po type: 1 – control panel; 2 – power ultrasonic transducer; 3 – plate-holder; 4 – glass doors; 5 – ultrasonic transducer

Исследования говорят о существенном повышении коэффициента теплоотдачи от сушильного воздуха к обдуваемым изделиям. Это связано с утончением на порядок ламинарного слоя воздуха у поверхности и, как следствие, снижением термического сопротивления [13]. Вибрации ультразвука усиливают процессы массообмена и более равномерно распределяют влагу в толще макаронного изделия, снижая деформационные напряжения при сушке. Внесение в макаронное тесто печени говяжьей увеличивает содержание водо- и солерастворимых фракций белка в тесте и снижает долю адсорбционно-связанной влаги. Это может усиливать скорость сушки на 10%.

Ультразвук также в несколько раз может кратковременно снижать сцепление между частицами муки и мясных продуктов, производить более плотную укладку, что особенно заметно при интенсивных режимах сушки в виде исключения массового растрескивания и потери формы изделий. Явление снятия возникающих напряжений особенно заметно на конечной стадии сушки при влажности 13–11%. Причем, при достижении конечной влажности сушки и отключении нагрева циркулирующего воздуха необходимо выдержать еще 2–3 минуты в поле ультразвука,

для снижения градиента влажности и касательных напряжений в изделиях (релаксации), что уменьшает время стабилизации изделий до 3–4 часов. Во время стабилизации изделия охлаждали при температуре воздуха помещения (26–27 °С).

1.2 Результаты и обсуждение.

Динамика снижения влажности исследованных макаронных изделий при разных режимах сушки представлена таблице 2.

Таблица 2

Изменение влажности макаронных изделий с 30% печени говяжьей в процессе сушки, %

Table 2

Changing of humidity pasta with 30% beef liver during drying,%

Продолжительность сушки, мин. drying time, min.	0	10	20	30	40	50	60	70	80
без ультразвука without ultrasound	30	28	26	24	20	17	15	13	12
с ультразвуком интенсивностью 140 дБ и температуре 60 °С with ultrasound to 140 dB and a temperature of 60° C	30	27	25	20	16	14	12	11,5	11
с ультразвуком интенсивностью 140дБ и температуре 95 °С 2 мин., затем 60 °С до конца сушки в аппарате with ultrasound to 140 dB and temperature of 95° C 2 min., then 60° C until the end of the drying in the machine	30	24	17	13	11,5	11	11	11	11

Полученные экспериментальные данные позволяют определить текущую влажность макаронных изделий с печенью говяжьей в процессе сушки при постоянной скорости обдува 1 м/с.

Несмотря на повышенную влажность воздуха, высокая температура при наложенном поле ультразвука значительно сократили время процесса обезвоживания и снизили вероятность растрескивания изделий. При этом существенно ускорилась тепловая денатурация белка и частичная клейстеризация крахмала. Денатурация белков снижает энергию связи воды с белками теста и печени, легко отделяя воду. Эти процессы и ультразвук ускоряют упрочнение структуры макаронных изделий с печенью говяжьей. Нами доказано, что макаронные изделия, обработанные ультразвуком, на 19–22% более прочные. Большие изменения произошли в технологических характеристиках готовых изделий. Так как печень говяжья имеет кислотность pH = 6,4–6,6, это влияет на повышение pH готовых макаронных изделий до 4,7. Но на вкусе отварных макаронных изделий с печенью говяжьей это отразилось в лучшую сторону. Кроме того появился ярко выраженный приятный аромат и новый глубокий вкус отварной печени, которые не изменились и после 6 месяцев хранения в бумажной таре при комнатной температуре. Цвет макаронных изделий – светло-кофейный, соответствующий таким изделиям из пшеничной муки и прошедшей фактически термическую обработку свежей говяжьей печени. На обесцвечивание готовых изделий сильно влияет обработка их мощным ультразвуком при проведении технологического процесса прессования и сушки в поле ультразвука. Высокотемпературный режим сушки придает изделиям заметные белые оттенки и глянцевую поверхность. В отдельных готовых изделиях через 4–5 часов после сушки появились трещины (0,4%), что на порядок меньше, чем при сушке без ультразвука.

Потребительская ценность макаронных изделий с печенью говяжьей оценивалась также их варочными свойствами: время варки, прирост массы готовых изделий, потери в варочную воду, увеличение объема макарон в конце варки, слипаемость. Все эти показатели определялись по стандартным методикам [5]. Изготовленные макаронные изделия с печенью говяжьей сравнивались с полученными по этой же технологии из муки пшеничной высшего сорта без добавки. Сушка в ультразвуке и высокое количество животного белка повлияло на снижение количества сухих веществ, переходящих в варочную воду до 4,1%, время варки возросло на 12–15% при полном отсутствии слипания изделий. Коэффициент увеличения объема несколько уменьшился с 3,24 для макаронных изделий без добавок до 3,12, но находится в допустимом пределе, а увеличение массы макаронных изделий с печенью говяжьей при варке незначительно снизилось (выход 155%). Варочная вода практически прозрачная. Оценочный балл 96–97.

Выводы

Экспериментально обоснованы новые макаронные изделия с печенью говяжьей, позволяющие расширить ассортимент продовольствия для поставок в районы Заполярья. При этом предложена технология и уникальное оборудование для прессования и сушки макаронных изделий с обогатительными добавками в количестве более 15%, что ранее вызывало

повышенные трудности. В предложенной нами технологии перераспределение влаги от более влажных внутренних слоев к наружным (явление влагопроводности) происходит не только за счет разной влажности этих слоев, но и за счет звукокапиллярного эффекта. Ультразвук существенно увеличивает скорость влагопроводности к поверхности. Выявлена и подтверждена характерная особенность сушки макаронных изделий в ультразвуке – возможность снижать возникающие внутренние напряжения сдвига за счет кратковременного уменьшения сцепления между частицами теста и производить более плотную укладку, что особенно заметно при интенсивных режимах сушки в виде исключения массового растрескивания и потери формы изделий. Потребительская ценность макаронных изделий с печенью говяжьей возросла из-за возможности разнообразить пищу и усилить паек витамином А.

ЛИТЕРАТУРА

1 Верболоз Е.И., Кобыда Е.В., Вороненко Б.А. Поглощение ультразвука макаронным тестом при прессовании // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». 2014. № 1. С. 23–27.

2 Верболоз Е.И., Николюк О.И. О способах повышения пищевой ценности макаронных изделий // Материалы международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы образования и науки», 30 ноября, Тамбов. 2015. Ч. 6. С. 29.

3 Заявление о выдаче патента Российской Федерации на изобретение № 2016106525. Способ производства макаронных изделий / Николюк О.И., Верболоз Е.И., Романчиков С.А., Антуфьев В.Т. Заявл. 2016106525, 24.02.2016 г.

4 Заявление о выдаче патента Российской Федерации на полезную модель № 2016118929. Устройство для сушки макаронных изделий ускоренным способом / Николюк О.И., Верболоз Е.И., Романчиков С.А. Заявл. 2016123879, 16.05.2016 г.

5 Осипова Г.А., Корячкина С.Я., Волчков А.Н. Способы повышения биологической ценности макаронных изделий: монография. Орёл: ОрёлГТУ, 2010.

6 Осипова Г.А. Использование комплексной добавки в производстве макаронных изделий // Хлебопродукты. 2011. № 8. С. 47–49.

7 Панин Л.Е. Березовиков П.Д., Андронова Т.И. Норма потребности человека в пищевых веществах и энергии для районов Сибири и Азиатского Севера // Питание – основа первичной профилактики заболеваний на Севере. 1987. С. 29–42.

8 Пат. № 2530999, RU, C1A21C3 / 04 Макаронный пресс / Романчиков С.А., Верболоз Е.И, Антуфьев В.Т., Пахомов В.И., Кобыда Е.В. Заявл. 2013119015; Опубл. 20.10.2014, Бюлл. № 29.

9 Романчиков С.А. Исследование структурно-механических свойств макаронных изделий повышенной пищевой ценности в поле ультразвука // Материалы международной научно-практической конференции «Современные технологии продуктов питания», 3–5 декабря 2014 г. Курск. 2014. С. 180–183.

10 Росляков Ю.Ф., Шмалько Н.А., Сидоренко Е.О. Способы повышения биологической ценности макаронных изделий // Известия вузов. Пищевая технология. 2007. № 6–7. С. 8–10.

11 Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2014617950 Программа по расчету химического состава и энергетической ценности макаронных изделий с добавками / Романчиков С.А., Пахомов В.И. Опубл. 20.12.2014; Бюлл. № 9.

12 Мартиросян В.В. Жиркова Е.В., Малкина В.Д., Шмалько Н.А. и др. Сложнорецептурные обогащенные макаронные изделия // Известия вузов. Пищевая технология. 2008. № 4. С. 26–28.

13 Хмелев В.Н., Шалунов А.В., Барсуков Р.В., Цыганок С.Н. и др. Исследование эффективности ультразвуковой сушки // Техническая акустика. 2009. № 6.

REFERENCES

1 Verboloz E.I., Kobita E.V., Voronenko B.A. Absorption of ultrasound in pasta dough extrusion. *Protsesy i apparaty pishchevykh proizvodstv* [Scientific journal ITMO. A series of "Processes and devices of food manufactures"] 2014, no. 1, pp. 23-27. (in Russian)

2 Verboloz E. I., Nikolyuk O. I. Ways of increase of food value of pasta. Aktual'nye voprosy nauki i obrazovaniya [Proceedings of the international scientific-practical conference "Topical issues of science and education", November 30, Tambov] 2015, part 6, pp. 29. (in Russian)

3 Nikolyuk O. I., Verboloz E. I., Sex A. S., Antufiev V. T. Zayavlenie o vydache patenta "Sposob proizvodstva makaronnykh izdelii" [Application for grant of a patent of the Russian Federation for the invention № 2016106525. Method of production of pasta] no. 2016106525, 2016 (in Russian)

4 Nikolyuk O. I., Verboloz E. I., Romanchikov S. A. Zayavlenie o vydache patenta "Ustroistvo dlya sushki makaronykh izdelii uskorennym sposobom" [Application for grant of a patent of the Russian Federation for useful model № 2016118929. Device for drying pasta products in rapid fashion] no. 2016123879, 2016. (in Russian)

5 Osipova G. A., Koryachkina S.Ya., Volchkov A. N. sposobu povysheniya biologicheskoi tsennosti makaronnykh izdelii [Methods of increasing the biological value of pasta]. Orel, OrelGTU, 2010. (in Russian)

6 Osipova G. A. Use of complex additives in the production of pasta. *Kheboprodukty* [Bread products] 2011, no. 8, pp. 47-49. (in Russian)

7 Berezovikov L.E., Panin P. D., Andronova T. I. Normal human needs for nutrients and energy for areas of Siberia and North Asian. *Pitanie – osnova pervichnoi profilaktiki zabolevanii na severe* [Food – based primary disease prevention in the North] 1987, pp. 29-42. (in Russian)

8 Romanchikov, S. A., Verboloz E. I, Antufiev V. T., Pakhomov V. I. et al. Makaronnyi press [Macaroni press] Patent RF, no. 2530999, 2014. (in Russian)

9 Romanchikov S. A. Study of structural-mechanical properties of macaroni products of high nutritional value in the ultrasound field. Sovremennye tekhnologii produktov pitaniya [Materials of international scientific-practical conference "Modern technologies of food products", 3-5 December 2014, Kursk] 2014, pp. 180-183. (in Russian)

10 Roslyakov Yu. F., Shmalko N. A. Sidorenko E.O. Methods of increasing the biological value of pasta. *Pishchevaya tekhnologiya* [Proceedings of the universities. Food technology] 2007, no. 6-7, pp. 8-10. (in Russian)

11 Romanchikov, S. A., Pakhomov V. I. Svidetel'stvo o registretsii programmy dlya EVM "Programma po raschetu khimicheskogo sostava i energetisheskoi tsennosti makaronykh izdelii" [Certificate of registration of program for computer № 2014617950 Program for calculation of chemical composition and energy value of pasta with additives] no. 2014617950, 2014. (in Russian)

12 Martirosyan V. V., Zhirkova E. V., Malkina V. D., Shmalko N.A. et al. Bifficult-prescription enriched macaroni products *Pishchevaya tekhnologiya* [Proceedings of the universities. Food technology] 2008, no. 4, pp. 26-28. (in Russian)

13Khmelev V.N., Shalunov A.V., Barsukov R.V., Tsyganok S. N. et al. Study of the efficiency of ultrasonic drying. Tekhnicheskaya akustika [Technical acoustics] 2009, no. 6. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Ольга И. Николюк кафедра Технологические машины и оборудование, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, пр-т Кронверкский, 49, г Санкт-Петербург, 197101, Россия

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Olga I. Nikolyuk graduate student, Department of production machines and equipment, St. Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics, Kronverksky avenue, 49, St. Petersburg, 197101, Russia

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Ольга И. Николюк провела эксперимент, выполнила расчёты, написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат, обзор литературных источников по исследуемой проблеме.

CONTRIBUTION

Olga I. Nikolyuk conducted an experiment, performed computations, wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism, proposed review of the literature on an investigated problem.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

ПОСТУПИЛА 28.07.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 20.08.2016

RECEIVED 7.28.2016

ACCEPTED 8.20.2016

Обзорная статья/Review article

УДК 664.64.022.39

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-195-204

Тенденции развития технологии кондитерских изделий

Зося А. Канарская, [1] zosya_kanarskaya@mail.ru
Фарид К. Хузин, [2] huzinfk@yandex.ru
Алла Р. Ивлева, [2] alla1987-87@mail.ru;
Венера М. Гематдинова [2] venera.nas14@yandex.ru

[1] кафедра Пищевая биотехнология, Казанский национальный исследовательский технологический университет, ул. К. Маркса 68, г. Казань, 420015, Россия

[2] кафедра Пищевая инженерия малых предприятий, Казанский национальный исследовательский технологический университет, ул. К. Маркса 68, г. Казань, 420015, Россия,

Реферат. Питание является одним из главных факторов, который оказывает огромное влияние на здоровье, работоспособность, творческий потенциал, активность и продолжительность жизни людей, так как все необходимые человеку питательные вещества поступают в организм именно с пищей. Пищевые вещества в результате метаболизма преобразуются в структурные элементы клеток, обеспечивая человека необходимым пластическим материалом и энергией. Традиционным источником важных для организма человека пищевых веществ являются мучные кондитерские изделия, которые пользуются у нашего населения большой популярностью. Однако кондитерским изделиям присущ существенный недостаток. При чрезмерном потреблении мучных кондитерских изделий нарушается сбалансированность рационов питания по пищевым веществам и энергетической ценности. Это объясняется высоким содержанием жира, углеводов и достаточно низким, а в ряде случаев и полным отсутствием пищевых волокон, минеральных веществ и витаминов. В связи с формированием системы здорового питания населения необходима разработка технологии производства кондитерских изделий с введением в их состав функциональных ингредиентов, не изменяющих органолептических свойств продукта, однако способствующих снижению калорийности пищевого продукта. Цель настоящего обзора – определить тенденции развития технологии кондитерских изделий. В представленном обзоре показано, что в технологии производства кондитерских изделий для снижения калорийности и повышения биологической ценности наблюдается тенденция замены в рецептурах пшеничной муки на нутовую, льняную, тритикалиевую, сорговую, рисовую, ячменную, кукурузную, черемуховую. Отмечено, что в рецепты на кондитерские изделия вводят жмыхи из нетрадиционных видов сырья, содержащие пищевую клетчатку. Создаются безглютеновые лечебно-функциональные кондитерские изделия для людей с заболеванием целиакией.

Ключевые слова: пищевые ингредиенты, клетчатка, мука, кондитерские изделия

Trends in the development of confectionery technology

Zosya A. Kanarskaya, [1] zosya_kanarskaya@mail.ru
Farid K. Khuzin, [2] huzinfk@yandex.ru
Alla R. Ivleva, [2] alla1987-87@mail.ru;
Venera M. Gematdinova [2] venera.nas14@yandex.ru

[1] department of food biotechology, Kazan national research technological university deparment, K. Marks st., 68, Kazan, 420015, Russia

[2] department of food engineering in small enterprises deparment, Kazan national research technological university, K. Marks st., 68, Kazan, 420015, Russia

Summary. Nutrition is one of the main factors that have an enormous impact on the health, performance, creativity, activity and life expectancy, as all essential nutrients enter the body is food. Nutrients are transformed by metabolism in the structural elements of the cell, providing the necessary human plastic material and energy. The traditional source of important nutrients for the human body are the pastries, which are in our population is very popular. However, confectionery products is inherent drawback. Excessive consumption of flour confectionery goods violated balanced diets on nutrients and energy value. This is due to a high fat, carbohydrates, and low enough in some cases, complete absence of fiber, minerals and vitamins. In connection with the formation of the system of healthy nutrition of the population requires the development of production technology of confectionery products with the introduction in their structure of functional ingredients, do not change the organoleptic properties of the product, but can help reduce caloric properties of food and the taste of Tatar national. The purpose of this survey – to identify trends in the development of confectionery technology. This review shows that in confectionery production technology to reduce calories and increase the biological value of the replacement trend in the formulations of wheat flour on chickpeas, flax, triticale, sorghum, rice, barley, corn, bird cherry. It is noted that in the recipes for cakes confectionery introduced from non-traditional raw materials containing dietary fiber. It determined to be a gluten-free medical and functional confectionery products for people with celiac disease.

Keywords: food ingredients, cellulose, flour, pastry

Введение

Питание является одним из главных факторов, который оказывает огромное влияние на здоровье, работоспособность, творческий потенциал, активность и продолжительность жизни людей, так как все необходимые человеку питательные вещества поступают в организм именно с пищей. Пищевые вещества в результате метаболизма преобразуются в структурные элементы клеток, обеспечивая человека необходимым пластическим материалом и энергией.

Для цитирования

Канарская З. А., Хузин Ф. К., Ивлева А. Р., Гематдинова В. М. Тенденции развития технологии кондитерских изделий // Вестник ВГУИТ. 2016. № 3. С. 195–204. doi:10.20914/2310-1202-2016-3-195-204

For citation

Kanarkaya Z. A., Huzin F.K., Ivleva A R., Gematdinova V. M. Trends in the development of confectionery technology. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 3. pp. 195–204. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-3-195-204

Традиционным источником важных для организма человека пищевых веществ являются мучные кондитерские изделия, которые пользуются у нашего населения большой популярностью. Однако кондитерским изделиям присущ существенный недостаток. При чрезмерном потреблении мучных кондитерских изделий нарушается сбалансированность рационов питания по пищевым веществам и энергетической ценности. Это объясняется высоким содержанием жира, углеводов и достаточно низким содержанием, а в ряде случаев и полным отсутствием пищевых волокон, минеральных веществ и витаминов.

В связи с формированием системы здорового питания населения необходима разработка технологии производства кондитерских изделий с введением в их состав функциональных ингредиентов, не изменяющих органолептических свойств продукта, однако способствующих снижению калорийности пищевого продукта.

Цель настоящего обзора – определить тенденции развития технологии кондитерских изделий.

Применение нетрадиционного пищевого сырья в кондитерских изделиях

Исследования области диетологии показывают, что увеличению продолжительности жизни человека способствует замена части несбалансированных продуктов питания полноценными пищевыми продуктами на основе растительного сырья, в том числе и применением функциональных ингредиентов в производстве кондитерских изделий. При этом следует обращать внимание на источники получения функциональных ингредиентов и способов их применения в кондитерском производстве. Учитывая эти тенденции, разработана классификация функциональных ингредиентов, применяемых при производстве кондитерских изделий, таких как сахарозаменители, подсластители, пищевые волокна и т. п. [1].

В технологии производства кондитерских изделий предложено обогащать эти продукты питания белковыми нутовыми препаратами и витаминно-минеральными премиксами [2]. Рекомендации основаны на анализе использования различных видов обогатителей при производстве кондитерских изделий. Установлено, что наибольшее обогащение витаминами и минеральными веществами происходит при применении комбинированной нутовой белковой смеси. Для приготовления нутовой белковой смеси используют нутовое «молоко» и нутовую муку. Рекомендуется обращать внимание на аминокислотный скор белков нутовой смеси. Установлено, что при всех способах приготовления теста (дрожжевого безопарного и без дрожжей) достаточно высокая сохранность витаминов и минеральных веществ. При производстве мучных кондитерских изделий способ приготовления теста практически не оказывает влияния на сохранность витаминов, внесенных с нутовой белковой смесью, таких, как рибофлавин, ниацин. Для витамина B_2 этот показатель составил 86,4–85,5%, витамина РР – 95,6–98,1%. Значительные различия были получены для тиамина B_1 и фолиевой кислоты. Максимальное сохранение этих витаминов отмечалось при дрожжевом приготовлении теста: для витамина B_1 47,4% и фолиевой кислоты – 84,6%. Минимальное сохранение при приготовлении теста без дрожжей, соответственно – 37,2% и 42,3%. Полученные результаты авторы объясняют неустойчивостью этих витаминов в щелочной среде, так как при добавлении нутовых белковых препаратов pH среды теста увеличивается с 6,0 до 6,9 в дрожжевом тесте и с 8,0 до 8,5 в бездрожжевом тесте.

Перспективно применение в кондитерских изделиях ягод, в частности, предложено использовать крыжовник в качестве добавки, обогащающей мучные кондитерские изделия полезными веществами [3]. Разработана технология получения сахарного печенья на основе полуфабриката из крыжовника сорта «Конфетный» для увеличения ассортимента кондитерских изделий с повышенной пищевой ценностью. В рецептуре сахарного печенья использовался порошок из плодов крыжовника с дозировкой 5, 10, 15%. Показали, что изделие с 10%-й добавкой обладает наиболее высокими органолептическими свойствами. Использование полуфабриката крыжовника сорта «Конфетный" в мучных кондитерских изделиях оказывает положительное влияние на физико-химические показатели качества готовых изделий за счет большого содержания сухих веществ и уменьшения щелочности, а также на пористость печенья и цвет поверхности изделия.

Определена целесообразность применения сухого порошка голубики в мучных кондитерских изделиях [4]. При модификации рецептуры кекса порошок ягод голубики применялся в дозировке 3,5; 4,5; 5,5% к муке. Наилучшие органолептические и физико-химические показатели готовых изделий были при добавлении 3,5% порошка голубики. Кекс с использованием порошка голубики обладал более высокой пищевой ценностью, обогащался клетчаткой, органическими кислотами и витаминами.

Интересны предложения использования побочного продукта производства льняного масла – льняной муки [5]. Льняная мука обладает высокой пищевой ценностью, которая определяется комплексом макро- и микронутриентов,

это позволяет рассматривать возможность применения льняной муки в качестве добавки в кондитерском и хлебопекарном производстве для обогащения готовых изделий и придания им профилактических свойств.

Рассматривая льняную муку как биологически активную пищевую добавку, разработаны рецептуры бисквита. Льняной мукой заменяли крахмал и муку пшеничную в дозировках 1, 3, 5, 7, 9%. Результатами исследований показано, что с добавлением льняной муки взамен пшеничной муки в изделие снижается такие показатели, как удельный объем и пористость [6].

Представлена технология производства нового мучного кондитерского изделия «Татлытэш» приготовленного во фритюре [7]. В рецептуру изделия добавляют активированные хлебопекарные дрожжи с высоким содержанием белка, витаминов и минеральных веществ в оптимально сбалансированном сочетании. В результате повысилась пищевая ценность изделия «Татлытэш» и снизилась энергетическая ценность по сравнению с традиционным мучным кондитерским изделием «Чак-Чак». Предложенное изделие «Татлытэш» способствует решению проблем рационального питания человека, профилактики ожирения, сердечнососудистых и гипертонических заболеваний.

Рассматриваются причины, приведшие к необходимости создания мучных кондитерских изделий с повышенной пищевой ценностью [8]. В этой связи анализируется химический состав муки пшеничной и порошка тыквы, приготовленного из семян – источника ненасыщенных жирных кислот, растительного белка, пищевых волокон, минеральных веществ (натрия, калия, кальция, магния, фосфора, железа, цинка, меди), витаминов: B_1, B_2, PP, C. Показали, что кекс «Столичный» с добавлением 8% тыквенного порошка является более обогащенным минеральными веществами, витаминами, полиненасыщенными жирными кислотами, по содержанию пищевых волокон изделие является функциональным продуктом питания.

Разработана технология творожного крема с использованием добавки «Модифилан» в количестве до 2% к творожной массе. Полученный крем характеризуется улучшенным минеральным составом, а по содержанию йода этот крем можно отнести к функциональным продуктам. Одна порция крема удовлетворяет суточную потребность организма в йоде. Его использование в технологиях производства заварных изделий, позволяет расширить ассортимент продукции на предприятиях общественного питания [9].

Заменой пшеничной муки в рецептуре кекса «Столичный» на муку нутовую, рисовую и ячменную, разработано кондитерское изделие кекс «Ароматный» и кекс «Атлет» [10]. В результате получен продукт, который имеет высокие органолептические, физико-химические и структурно – механические показатели: привлекательный желтый цвет изделий в изломе, увеличение на 30–40% удельного объема, снижение щелочности. Применение нетрадиционных видов муки оказывало положительное влияние на формирование структурно-механических свойств и содержание ароматобразующих веществ готовых изделий при выпечке. Изменение рецептуры кексов привело к увеличению в среднем содержание белка на 40%, пищевых волокон – в 1,5–2,5 раза, содержание усвояемых углеводов уменьшилось на 15%. В 2–2,5 раза возросло содержание микронутриентов: калия, кальция, магния, фосфора, железа, йода, селена, витаминов группы В, РР. Биологическая ценность повысилась в среднем на 9% и снизилась энергетическая ценность данного вида изделий. Гликемический индекс разработанных кексов имеет средние значения 65–66%, более низкие по сравнению с традиционным изделием (80%). Рекомендовано включить изделие в рацион питания населения с целью обогащения его растительным белком, пищевыми волокнами, микронутриентами.

Инновационная технология производства мучных кондитерских изделий на основе использования мучных композитных смесей, продуктов переработки зерновых и технических культур доступного местного растительного сырья предложена в работе [11]. Наилучшие органолептические и физико-химические показатели качества имели печенья на основе мучных смесей, содержащих 40% пшеничной; 15% – сорговой; 15% – нутовой и 15% тритикалевой муки. Авторы показали, что использование мучных композитных смесей в производстве печенья позволяет регулировать химический состав печенья, повысить их пищевую ценность, расширить ассортимент новых видов изделий функционального назначения.

Исследование возможности использования пищевых жмыхов из нетрадиционных масличных культур для разработки новых наименований кондитерских изделий и оценка прогнозируемых изменений в их пищевой ценности решила задачу оптимизации соотношения муки и исследуемых масличных жмыхов по составу и соотношению незаменимых аминокислот [12]. Анализ химического состава, указанный выше в работе, жмыхов нетрадиционных масличных культур позволяет говорить о том, что они могут быть использованы в качестве ценного дополнительного сырья при разработке новых рецептур кондитерских изделий.

Результатом предложенных условий комбинирования сырья – компонентов рецептуры – является повышение пищевой ценности новых продуктов не только по составу белков, но и по составу жирных кислот, витаминов и минеральных элементов.

Совершенствуется рецептура булочек. Пищевая ценность этого изделия увеличивается с добавлением кукурузной муки. При приготовлении булочки «Домашней» кукурузную муку вносили при замесе теста в сухом виде в дозировке 4; 8; 12; 16% к массе муки. Результаты исследований показали, что по мере увеличения дозировки кукурузной муки наблюдается заметная тенденция к снижению показателей пористости, сжимаемости мякиша и удельного объема. Положительным эффектом применения кукурузной муки являлось замедление черствения булочки на 5–6 час [13].

Предложена рецептура песочного печенья с применением ягодных выжимок голубики [14]. В результате проведенных исследований авторы определили содержание биологически активных веществ в выжимках ягод голубики обыкновенной и количество ягодного порошка, обеспечивающее наилучшие органолептические показатели готового продукта (порошок с 5%). Использование ягодного порошка из выжимок голубики привело к повышению пищевой ценности продукта, обогатило биологически активными веществами, придало печенью индивидуальный вкус, решило проблему утилизации отходов.

Перспективна технология изделий из сдобного дрожжевого теста, в составе которого используют пюре (пасту) из топинамбура [15]. Показано, что оптимальной добавкой является 20% пюре с одновременным снижением закладки дрожжей на 30%. На основании проведенных исследований установлен срок хранения новых видов изделий – 20 ч., что превышает срок хранения традиционного (булочка «Дорожная») на 4 ч. Обоснована экономическая эффективность от внедрения вышеописанной технологии и рецептуры.

Разработано мучное кондитерское изделие «Уплетайка» с улучшенными реологическими свойствами теста, фруктовым вкусом и ароматом, обогащенное макроэлементами и аскорбиновой кислотой [16]. В рецептуру коржика «Молочный» рекомендуется вносить порошок боярышника в дозировке 1,5; 5 и 10% взамен пшеничной муки высшего сорта. На основании органолептических и физико-химических показаний был выявлен наилучший образец с содержанием сухого порошка боярышника 5%, в котором по вышеперечисленным методикам, авторы определили содержание макроэлементов и токсичных веществ. Содержание макроэлементов в продукте, содержащем боярышник, в два раза превысило содержание макроэлементов в контрольном образце продукта. При этом введение порошка боярышника придало изделию приятный вкус и аромат. Кроме того, содержание пектина в порошке боярышника улучшило реологические свойства теста (пористость). Добавление порошка боярышника при производстве коржика «Молочный» способствовало увеличению содержания кальция в 4 раза; калия и натрия – в 1,5 раза; магния – в 2,5 раза, тем самым повысилась минеральная ценность изделия.

Представлена технология и рецептура производства песочного печенья с порошком облепихи [17]. Песочное печенье с добавлением облепихового порошка приобретало золотисто-оранжевый цвет, приятный вкус и аромат облепихи, что улучшило потребительские свойства готового изделия. Результаты эксперимента свидетельствуют о том, что влажность и намокаемость печенья с облепиховым порошком незначительно увеличились. Показания находятся в пределах допустимых значений по требованиям ГОСТа. Плотность печенья уменьшилась, что указывает на мягкость и нежность продукта.

Введение в рецептуру кондитерских изделий функциональных ингредиентов приводит к необходимости контроля их содержания в продукте. Методика определения массовой доли фруктового сырья в кондитерских изделиях на основе соотношения органических кислот и макроэлементов позволяет оценить соответствие кондитерских изделий нормам государственных стандартов. В работе проведен [18] мониторинг образцов пастильных изделий из торговой сети по показателю «массовая доля яблочного пюре». Исследования авторов показали, что диапазон массовой доли яблочного пюре составил от 7 до 40%, что в ряде случаев не соответствует требованиям государственных стандартов. В исследуемых образцах диапазон содержания фруктового сырья составил от 0 до 48%, при этом для образцов мармелада массовая доля фруктового сырья, составляющая более 30%, подтверждает их соответствие наименованию фруктово-ягодного мармелада. Авторы показали, что образцы с содержанием менее 10% фруктового сырья можно классифицировать только как желейный мармелад.

Объектами исследования работы [19] выступали образцы натурального яблочного пюре-полуфабрикатов, изготовленные из сортов яблок «Ренет Симиренко», «Айдаред», «Грушовка московская» и смеси сортов. Авторы выявили специфические маркеры

микронутриентного состава пюре из яблок разных гомологических сортов, а также их смеси для дальнейшего установления идентификации состава готовых изделий. Эксперимент показал, что активная кислотность и титруемая кислотность в пересчете на яблочную кислоту не зависят от сорта яблок. Наибольшая студнеобразующая способность была зафиксирована в пюре сорта яблок «Ренет Симиренко», что обусловлено повышенным содержанием пектина. Важными критериями идентификации натуральности также являются содержание яблочной кислоты и соотношение яблочной и лимонной кислот в пюре. Содержание яблочной кислоты варьировало в среднем от 692 мг (пюре смеси сортов) до 770 мг (пюре сорта яблок «Ренет Симиренко»). Расчетное соотношение яблочной и лимонной кислот во всех образцах пюре, за исключением пюре сорта яблок «Грушовка московская», составило от 36,4 до 48,1%.

В работе [20] исследованы взаимосвязь между некоторыми химико-технологическими показателями ягод и хлебцев «Докторских», сохранность в этом продукте витаминного и минерального состава. При расчете химического состава и энергетической ценности хлебцев «Докторских» и с добавлением ягоды малины, смородины черной и земляники определили незначительное повышение энергетической ценности опытных образцов хлебцев. При расчете химического состава в образцах хлебцев установлено значительное обогащение их витаминами и минеральными веществами, что ярче всего наблюдалось с добавлением земляники, менее выраженный эффект был при добавлении смородины черной и меньше всего – малины. Авторы провели сравнительный анализ влияния ягод малины, смородины черной и земляники на качество и пищевую ценность хлебцев «Докторских», который позволил заключить им, что введение земляники в хлебцы является самой полноценной добавкой, так как содержание белков, жиров, углеводов, минеральных веществ, витаминов оказалось значительно больше, чем в других исследуемых образцах.

Рациональное использование новых видов сырья и пищевых добавок сопряжено со знанием их функционально-технологических свойств (ФТС), которое позволяет прогнозировать поведение порошкообразного сырья и пищевых добавок в кондитерских массах при технологической обработке и хранении готовых изделий. В работе [21] приведена сравнительная характеристика ФТС традиционных и новых видов порошкообразного сырья и пищевых добавок, используемых в производстве кондитерских изделий. Представлены результаты исследований водоудерживающей, жироудерживающей, жироэмульгирующей способностей, набухаемости, стабильности эмульсий и вязкости суспензий сырья и пищевых добавок, которые необходимо учитывать при разработке новых рецептур и технологий с их использованием.

Эффективно применение в кондитерских изделиях пищевой БАД «Ягель порошкообразный ультрадисперсный», который представляет собой высокодисперсный порошок, полученный из слоевищ лишайников рода *Cladonia*. Авторы работы [22] установили положительное влияние этого БАД на сохранение свежести изделий при хранении и повышении пищевой ценности кондитерских изделий. Экспериментально установлена оптимальная дозировка добавки от 0,2 до 0,3% к массе муки.

Проблеме повышения пищевой ценности мучных кулинарных изделий посвящена работа [21]. Автором рассмотрены причины, приведшие к необходимости создания изделий из дрожжевого теста с повышенной пищевой ценностью. Проанализирован химический состав яблочного порошка – источника пищевых волокон, органических кислот, ряда витаминов, в том числе витамина С. Приведены и проанализированы органолептические, физико-химические показатели пончиков, приготовленных с частичной заменой муки пшеничной яблочным порошком. Доказана эффективность замены части муки пшеничной, идущей по рецептуре, яблочным порошком. Проведенные исследования показали, что количество пищевых волокон в пончиках, приготовленных с добавлением яблочного порошка в объеме 7% от массы муки, повысилось на 3,24%, количество золы – на 4,1%, витамина С – на 231%.

Функциональные свойства цветочной пыльцы (обножки) изучены в работе [23]. Проведена сравнительная оценка способов внесения цветочной пыльцы (обножки) на разных фазах приготовления бисквита. По данным органолептической оценки наилучшими образцами были пробы, полученные путем добавления нативной и измельченной ЦП(О) в мучную смесь. Тесто имело хороший объем и светло-кремовый оттенок с равномерным распределением ЦП(О) в виде включений зерен по всей массе теста. Пробы теста, полученные путем сбивания с нативной и измельченной ЦП(О), имели низкий объем, насыщенный желтый цвет. В результате в 100 г. бисквита, содержащего 6% ЦП(О), содержание белка по сравнению с контролем увеличилось на 12%, жира – на 8%, углеводов – на 24%, энергетическая ценность – на 12%, витаминов: B_1 – на 77%, B_2 – на 37%, РР – на 96%, Fe – на 24%, Ca – на 67%. Установлено, что в бисквите с ЦП(О) увеличено содержание β-каротина на 180%, К – на 42%.

Показана целесообразность технологического использования продуктов переработки семян тыквы – тыквенного жмыха (ТЖ) и белково-липидной тыквенной пасты (БЛТП) в хлебопечении [24]. ТЖ и БЛТП, полученные из семян тыквы экструзионным способом, позволяют улучшить хлебопекарные свойства пшеничной муки, структурно-механические свойства теста и качество готовых хлебобулочных изделий. Экспериментально оптимизированы рекомендуемые дозировки ТЖ и БЛТП и способы приготовления теста с использованием этих добавок. Разработаны технологические решения направленного регулирования качества, пищевой и биологической ценности хлебобулочных изделий, обогащенных ТЖ и БЛТП.

Изучен химический состав свежих плодов черемухи [25], в том числе минеральный состав, для обоснования безопасности сырья и возможности его дальнейшего использования в пищевых целях. На основании результатов проведенной работы по получению муки и пюре, расширению ассортимента и совершенствованию технологий производства кондитерских изделий с использованием ягод черемухи авторы установили, что в состав ягод входят: органические кислоты (яблочная, лимонная, фенилкарболовая), пектины и дубильные вещества, флавоноиды, аскорбиновая кислота, сахара, смолы, камедь, эфирное масло и фитонциды. Гликозид амигдалин, который содержится во всех частях черемухи, при попадании в организм способен расщепляться до синильной кислоты, что при чрезмерном употреблении чревато отравлением. Из минеральных солей в черемухе также представлено немало нужных и полезных веществ: цинк, медь, марганец, железо, кобальт, магний. Полуфабрикаты из плодов черемухи были использованы в производстве кексов и пастилы. Пюре из ягод черемухи практически не потребляется в производстве. Оптимальными по органолептическим и физико-химическим показателям являются изделия: кекс с добавлением 7% муки черемуховой и кекс с 9%-м добавлением пюре. Изделия с добавлением полуфабрикатов имеют повышенную пищевую ценность, причем изделия с добавлением пюре – более высокую пищевую ценность.

Совершенствуется технология получения муки для кондитерских изделий. В частности, при производстве муки с добавлением белково-витаминного обогатителя из растительного сырья – амаранта, установлено повышение эластичности оболочки зерна перед помолом, снижение образования сводов муки и улучшение условий помола. Такой способ помола расширил технологические возможности и упростил технологию приготовления мучных изделий с амарантовым обогатителем [26].

Ведутся поиски способов снижения окисления жиров мучных кондитерских изделий, позволяющих улучшить органолептические показатели качества, увеличить срок годности мучных кондитерских изделий. Рассматривается два способа увеличения срока годности мучных кондитерских изделий. При производстве печенья с добавлением овсяной муки используют предварительно растворенный в воде витаминный премикс RUS 28174 и предварительно растворенный в расплавленном маргарине селексен, содержащий органический селен. Второй способ увеличения срока годности мучных кондитерских изделий предусматривает внесение обогащающей добавки на стадии замеса теста. При производстве заварных пряников используют предварительно растворенный в воде витаминный премикс RUS 991/9 и предварительно растворенный в расплавленном маргарине селексен. Срок годности печенья с добавлением овсяной муки увеличивается на 5 суток, заварных пряников – на 11 суток [27].

Разработан состав для приготовления мягких вафель, обладающих функциональными свойствами, а также для ассортимента мучных кондитерских изделий подобного назначения. В рецептуре изделия повышенное содержание белка и пониженное содержание сахара и общей калорийности изделий. Использование функциональных ингредиентов при производстве мягких вафель позволяет получать продукты, оказывающие положительное влияние на физиологические функции организма человека и снижать энергетическую ценность готового продукта [28].

Идет поиск способов приготовления мучных кондитерских изделий, которые позволяют повысить качество продукции, увеличить биологическую ценность сахарного печенья, повысить содержание витаминов и минеральных веществ, расширить ассортимент изделий улучшенного состава и профилактической направленности предложен авторами. В частности, в технологии производства сахарного печенья предлагается заменить пшеничную муку тритикалевой в разных дозировках. При замене пшеничной муки трикалевой, происходит увеличение биологической ценности изделий. Максимальным значением биологической ценности и высокими органолептическими показателями характеризуются изделия с полной заменой (100%) пшеничной муки тритикалевой. Печенье, приготовленное по предложенному способу [29], обладает наилучшими органолептическими показателями и повышенной пищевой ценностью по сравнению с контрольным образцом. Введение в состав рецептурных компонентов муки тритикалевой сорта «Укро» позволяет обогатить печенье белками, витаминами, минеральными веществами, пищевыми волокнами.

Предложен способ, который позволяет путем 2-х стадийной обезвоживающей трансформации состава и свойств окары получить продукт (тесто, хлебобулочные и кондитерские изделия), содержащий физиологически ценный комплекс ингредиентов в виде пищевых волокон и витамина Е, с улучшенными вкусом, запахом и цветом. Проведенные исследования показали, что продукты с мукой на основе вторичного соевого сырья, получаемого в результате производства соевого молока, по витамину Е удовлетворяют суточную физиологическую потребность человека на 29,1% [30].

Профилактические кондитерские изделия

Основную долю на рынке безглютеновых продуктов питания в РФ занимают продукты импортного производства, которые значительно дороже аналогичных мучных изделий из пшеничной муки. Поэтому в ряде областей РФ предусмотрены меры социальной поддержки людей, страдающих целиакией. Это диктует необходимость обеспечения людей, больных целиакией, качественными и недорогими специализированными продуктами российского производства.

В настоящее время определены основные группы безглютенового сырья для разработки новых рецептур и технологий производства мучных изделий и рассмотрены их свойства. Показано, что мука овсяная из цельного зерна и амарантовая перспективны для получения безглютеновых продуктов питания.

Производство безглютенового сдобного печенья на основе смеси сухих рецептурных компонентов с кукурузной мукой и жидким растительным маслом рассмотрено в работе [31]. Авторы провели сравнительный расчет затрат на сырье для контрольного образца печенья из пшеничной муки высшего сорта и печенья из смеси сухих компонентов на основе кукурузной муки с использованием растительного масла. Анализ себестоимости продукции показал, что применение кукурузной муки приводит к снижению себестоимости безглютенового сдобного печенья. Внедрение в производство разработанной рецептуры и технологии безглютенового печенья позволит удовлетворить потребности в доступных мучных продуктах для специализированного питания больных целиакией, а также расширить ассортимент мучных кондитерских изделий повышенной пищевой ценности для лечебно-профилактического питания.

Роль пищевых волокон в питании, возможность использования продуктов переработки овса и ягодных порошков инфракрасной сушки в качестве функциональных добавок рассматривается авторами работы [32], которые утверждают, что введение этих добавок в изделия способствует повышению содержания в них белка и снижению количества углеводов. Согласно расчётам, калорийность образцов с добавками ниже, чем контрольных за счёт уменьшения закладки муки пшеничной.

По мнению авторов [32], использование овсяной муки, овсяных хлопьев и отрубей оказывает положительное влияние на органолептические показатели качества мучных кондитерских изделий и позволяет обогатить их пищевыми волокнами, а добавление ягодных порошков – ещё и β-каротином, витаминами С, Е, ненасыщенными жирными кислотами, что открывает возможность использования данных изделий в функциональном питании.

Рецептуру заварных безглютеновых пряников повышенной пищевой и биологической ценности предлагают в работе [30]. В состав рецептуры пряников входит до 50% амарантовой муки и 15% картофельного крахмала. По биологической ценности амарантовая мука превосходит рисовую муку на 17,3%, кукурузную – на 33,7%. Заварные безглютеновые пряники, изготовленные по такой рецептуре, имеют повышенную пищевую ценность: содержание белков увеличивается на 42%, клетчатки – в 3 раза, кальция – в 1,8 раза, железа – в 22 раза, витамина B_1 – в 1,5 раза, витамина B_2 – в 2 раза, РР – в 1,5 раза, при этом содержание жиров уменьшается на 43% по сравнению с прототипом. Выбранные дозировки и соотношение амарантовой муки и картофельного крахмала обеспечивают реологические свойства теста, способствующие получению продукции хорошего качества с высокой пищевой ценностью.

Потребность безглютеновых мучных изделий на рынке незначительна, однако необходимо обеспечивать категорию людей с заболеванием целиакией специальными лечебно профилактическими продуктами питания постоянно.

Выводы

— В технологии производства кондитерских изделий для снижения калорийности и повышения биологической ценности наблюдается тенденция замены в рецептурах пшеничной муки на нутовую, льняную, тритикалиевую, сорговую, рисовую, ячменную, кукурузную, черемуховую.

— В рецептах кондитерских изделий вводят жмыхи из нетрадиционных видов сырья, содержащие пищевую клетчатку.

— Создаются безглютеновые лечебно-функциональные кондитерские изделия для людей с заболеванием целиакией.

ЛИТЕРАТУРА

1 Kurakina A.N. et. al. Functional ingredients in the production of confectionery // Modern problems of science and education. 2015. № 6. P. 468–472.

2 Аникеева Н.В. Разработка технологий кондитерских изделий функционального значения // Пищевая индустрия. 2012. № 13. С. 16–18.

3 Типсина Н.Н. Использование крыжовника в мучных кондитерских изделиях // Вестник КрасГАУ. 2015. № 4. С. 41–44.

4 Типсина Н.Н. Использование порошка голубики в мучных кондитерских изделиях // Вестник КрасГАУ. 2015. № 11. С. 150–154.

5 Alexeev G.V. et. al. Use of flaxseeds in the flour confectionery // International Food Research Journal. 2015. № 3. P. 1156–1162.

6 Ankit G. et.al. Flax and flaxseed oil: an ancient medicine& modern functional food // J. Food Sci. Technol. 2014. № 9. P. 1633–1653.

7 Старовойтова О.В. Новое мучное кондитерское изделие «Татлытэш» // Вестник Казанского технологического университета. 2012. № 4. С. 193–195.

8 Щербакова Е.И. Обоснование использования нетрадиционного сырья в производстве мучных кондитерских // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». 2014. № 3. С. 94–99.

9 Коршунова А.Ф. Обоснование технологии функциональных изделий на основе творога // Евразийский Союз Ученых. 2015. № 11. С. 69–72.

10 Боташева Х.Ю. Повышение биотехнологического потенциала мучных кондитерских изделий // Фундаментальные исследования. 2015. № 11. С. 32–36.

11 Абуова А.Б. Применение инновационных технологий в производстве мучных кондитерских изделий // Евразийский Союз Ученых. 2015. № 11. С. 31–34.

12 Izembayeva A.K. et. al. Non-Traditional Raw Materials in Production of Sugar Cookies // American-Eurasian J. Agric. & Environ. 2014. № 4. P. 358–362.

13 Гайфуллина Д.Т. Разработка рецептуры булочки повышенной пищевой ценности с добавлением кукурузной муки и имбиря //ScienceTime. 2015. № 6. С. 119–125.

14 Величко Н.А. Выжимки голубики обыкновенной как ингредиент мучных кондитерских изделий // Вестник КрасГАУ. 2015. № 4. С. 59–62.

15 Филиппова Е.В. Разработка жировой начинки для мучных кондитерских изделий с использованием пребиотиков // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1. С. 36–42.

16 Egorova, E. Ju. et. al. Development of new confectionery using non-traditional raw materials // Food Processing: Techniques & Technology. 2014. № 34. P. 31–33.

17 Типсина Н.Н. Использование порошка облепихи в производстве кондитерских изделий // Вестник КрасГАУ. 2013. № 5. С. 223–228.

18 Кондратьев Н.Б. Определение массовой доли яблочного пюре в кондитерских изделиях с использованием комплекса критериев идентификации // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК продукты здорового питания. 2014. № 3. С. 28–31.

19 Табаторович А.И. Особенности химического состава яблочного пюре как основа идентификации // Техника и технология пищевых производств. 2015. № 3. С. 153–160.

20 Фефелова И.А. Оценка пищевой и витаминной ценности ягод в хлебобулочных изделиях // Вестник КрасГАУ. 2011. № 8. С. 237–240.

21 Щербакова Е.И. Использование растительной добавки с целью повышения пищевой ценности мучных кулинарных изделий // Вестник ЮУрГУ. 2014. № 1. С. 94–99.

22 Грибова Н.А. Применение новой пищевой добавки для приготовления кондитерских изделий // Сервис в России и за рубежом. 2014. № 2. С. 109–115.

23 Лоцманов А.С. Использование продуктов пчеловодства для повышения пищевой ценности тортов и пирожных // Техника и технология пищевых производств. 2011. № 3. С. 4–11.

24 Милованова Е.С. Разработка технологических решений по использованию продуктов переработки семян тыквы при производстве хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2012. № 4. С. 29.

25 Типсина Н.Н. Перспективы использования черемухи обыкновенной // Вестник КрасГАУ. 2013. № 10. С. 262–270.

26 Пат. № 2399208, RU. Способ производства муки / Кадыров С.В. № 2013113212/13; Заявл. 08.04.2013; Опубл. 20.09.2015, Бюлл. № 26.

27 Пат. № 2582987, RU. Способ увеличения срока годности мучных кондитерских изделий (варианты) / Наумова Н.Л. № 2015105411/13; Заявл. 17.02.2015; Опубл. 27.04.2016, Бюлл. № 12.

28 Пат. № 2583085, RU. Состав для приготовления мягких вафель / Никонович Ю.Н. № 2015103708/13; Заявл. 04.02.2015; Опубл. 10.05.2016, Бюлл. № 13.

29 Abbas K.A. et. al. Modified Starches and Their Usages in Selected Food Products: A Review Study // Journal of Agricultural Science 2010. № 2. P. 90–100.

30 Пат. № 2569019, RU. Способ производства заварных безглютеновых пряников / Жаркова И.М., Денисова Н.А. № 2014132677/13; Заявл. 07.08.2014; Опубл. 20.11.2015, Бюлл. № 32.

31 Рензяева Т.В., Тубольцева А.С., Артюшина С.И. Разработка рецептуры и технологии безглютенового печенья на основе природного растительного сырья // Техника и технология пищевых производств. 2015. № 4. С. 87–92.

32 Мацейчик, И.В., Ломоский И.О., Таюрова А.В. Применение продуктов переработки овса и порошков из местного растительного сырья в производстве мучных кондитерских изделий // Вестник КрасГАУ. 2014. № 11. С. 200–207.

REFERENCES

1 Kurakina A.N. et. al. Functional ingredients in the production of confectionery. Modern problems of science and education, 2015, no. 6, pp. 468–472.

2 Anikeeva N.V. Development of technologies of functional confectionery values. *Pichevaya industria* [Food Industry]. 2012, no. 13, pp. 16–18. (in Russian).

3 Tipsina N.N. Using gooseberry in pastry products. *Vestnik KrasGAU* [Proceedings of KrasSAU] 2015, no. 4, pp. 41–44. (in Russian).

4 Tipsina N.N. Using blueberry powder into flour confectionery. *Vestnik KrasGAU* [Proceedings of KrasSAU] 2015, no. 11, pp. 150–154. (in Russian).

5 Alexeev G.V. et. al. Use of flaxseeds in the flour confectionery. International Food Research Journal. 2015, no. 3, p. 1156–1162.

6 Ankit G. et.al. Flax and flaxseed oil: an ancient medicine& modern functional food. J. Food Sci. Technol. 2014, no. 9, pp. 1633–1653.

7 Starovoitova O.V. New flour confection "Tatlytesh". *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of Kazan Technological University]. 2012, no. 14, pp. 193–195. (in Russian).

8 Shcherbakova E.I. Justification is-the use of non-traditional raw materials in the manufacture of pastry. *Vestnik UYrGU* [Bulletin of UYrSU]. 2014, no. 3, pp. 94–99. (in Russian).

9 Korshunova A.F. Justification tech-nology functional products on the basis of cheese. *Evraziiskiy souz uchenih* [Eurasian Union of Scientists]. 2015, no. 11, pp. 69–72. (in Russian).

10 Botasheva H.Y. Increasing the biotechnological potential of flour confectionery products. *Fundamentalnye issltdovania* [Basic Research]. 2015, no. 11, pp. 32–36. (in Russian).

11 Abuova A.B. The application of innovation, precision manufacturing techniques in the production of flour confectionery products. *Evraziiskiy souz uchenih* [Eurasian Union of Scientists]. 2015, no. 11, pp. 31–34. (in Russian).

12 Izembayeva A.K. et. al. Non-Traditional Raw Materials in Production of Sugar Cookies. American-Eurasian J. Agric. & Environ. 2014, no. 4, pp. 358–362.

13 Gaifullina D.T. Development RECEP tours muffin increased nutritional value with the addition of corn flour and ginger. [Science Time]. 2015, no. 6, pp. 119–125. (in Russian).

14 Velichko N.A. Marc blueberry common as an ingredient of flour confectionery products. *Vestnik KrasGAU* [Proceedings of KrasSAU] 2015, no. 4, pp. 59–62. (in Russian).

15 Filippova E.V. The development of fatty toppings for flour confectionery products with prebiotics. *Sovremennie problem nayki i tehniki* [Modern problems of science and education]. 2015, no. 1, pp. 36–42. (in Russian).

16 Egorova, E. Ju. et. al. Development of new confectionery using non-traditional raw materials. Food Processing: Techniques & Technology. 2014, no. 34, pp. 31–33.

17 Tipsina N.N. The use of sea buckthorn powder in the manufacture of confectionery. *Vestnik KrasGAU* [Proceedings of KrasSAU] 2015, no. 5, pp. 223–228. (in Russian).

18 Kondratiev N.B. Determination of the mass fraction of apple puree in confectionery products using a set of criteria of identification *Technologii pichtvoi i pererabativauchei promichlennosti APK produkti zdorovogo pitania* [Technology of food processing industry agro-industrial complex of healthy food]. 2014, no. 3, pp. 28–31. (in Russian).

19 Tabatorovich A.I. Peculiarities of chemical composition of apple sauce as a basis for identifying. *Tehnika i tehnologia pichevih proizvodstv* [Machines and technology of food production]. 2015, no. 3, pp. 153–160. (in Russian).

20 Fefelova I.A. Assessment of nutritional and vitamin value of berries in baked goods. *Vestnik KrasGAU* [Proceedings of KrasSAU] 2011, no. 8, pp. 237–240. (in Russian).

21 Shcherbakova E.I. The use of herbal supplements in order to improve the nutritional value of flour culinary products. Vestnik UYrGU [Bulletin of UYrSU]. 2014, no. 1, pp. 94–99. (in Russian).

22 Gribova N.A. The use of a new food additive for the preparation of confectionery products. *Servis v Rossii i za rubezhom* [Service in Russia and abroad]. 2014, no. 2, pp. 109–115. (in Russian).

23 Lotsmanov A.S. The use of probee products to improve the nutritional value of cakes and pastries. *Tehnika i tehnologia pichevih proizvodstv* [Machines and technology of food production]. 2011, no. 3, pp. 4–11. (in Russian).

24 Milovanova E.S. Development of technological decisions on the use of products of processing pumpkin seeds with production bakery products increased nutritional value. *Izvestia vischih ychebnih zavedeniy. Pishevaya tehnologia* [Proceedings of the higher educational institutions. Food technology]. 2012, no. 4, pp. 29. (in Russian).

25 Tipsina N.N. Prospects for the use of bird cherry. *Vestnik UYrGU* [Bulletin of UYrSU]. 2013, no. 10, pp. 262–270. (in Russian).

26 Kadyrov S.V. Sposob proizvodstva muki [A method of producing flour] Patent RF, no. 2399208, 2015. (in Russian)

27 Naumova N.L. Sposob uvelicheniya sroka godnosti konditerskikh izdelii [A method for increasing the shelf life of confectionery (options)] Patent RF, no. 2582987, 2015. (in Russian)

28 Nikanovich Y.N. Sostav dlya proizvodstve myagkikh vafel' [Ingredients for the preparation of soft waffle] Patent RF, no. 2583085, 2016. (in Russian)

29 Abbas K.A. et. al. Modified Starches and Their Usages in Selected Food Products: A Review Study. Journal of Agricultural Science 2010, no. 2, pp. 90–100.

30 Zharkova I.M., Denisova N.A. Sposob proizvodstva zavarnykh bezglyutenovykh pryannikov [A method for producing gluten-free gingerbread custard] Patent RF, no. 2569019, 2015 (in Russian)

31 Renzyaeva T.V., Tuboltseva A.S., Ar-Tyushina S.I. Formulation and technology of gluten-free cookies on the basis of natural vegetable raw materials. *Tehnika i tehnologia pichevih proizvodstv* [Machines and technology of food production]. 2015, no. 4, pp. 87–92. (in Russian).

32 Matseychik I.V., Lomosky I.O. Tayurova A.V. The use of oat products processing and powders from the local vegetable raw materials in the manufacture of pastry products. *Vestnik KrasGAU* [Proceedings of KrasSAU] 2014, no. 11, pp. 200–207. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Зося А. Канарская к. т. н., кафедра пищевая биотехнология, Казанский национальный исследовательский технологический университет, ул. К. Маркса 68, г. Казань, 420015, Россия, zosya_kanarskaya@mail.ru
Фарид К. Хузин аспирант, кафедра пищевая инженерия малых предприятий, Казанский национальный исследовательский технологический университет, ул. К. Маркса 68, г. Казань, 420015, Россия, huzinfk@yandex.ru
Алла Р. Ивлева аспирант, кафедра пищевая инженерия малых предприятий, Казанский национальный исследовательский технологический университет, ул. К. Маркса 68, г. Казань, 420015, Россия, alla1987-87@mail.ru.
Венера М. Гематдинова аспирант, кафедра пищевая инженерия малых предприятий, Казанский национальный исследовательский технологический университет, ул. К. Маркса 68, г. Казань, 420015, Россия, venera.nas14@yandex.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Zosya A. Kanarskaya candidate of technical sciences, associate professor, food engineering in small enterprises department, Kazan national research technological university, K. Marks str. 68, Kazan, 420015, Russia, zosya_kanarskaya@mail.ru.
Farid K. Khuzin graduate student, food engineering in small enterprises department, Kazan national research technological university, K. Marks str. 68, Kazan, 420015, Russia, huzinfk@yandex.ru
Alla R. Ivleva graduate student, food engineering in small enterprises department, Kazan national research technological university, K. Marks str. 68, Kazan, 420015, Russia, alla1987-87@mail.ru
Venera M. Gematdinova graduate student, Department of Food engineering in small enterprises, Kazan National Research Technological University, K. Marks st. 68, Kazan, 420015, Russia,venera.nas14@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Зося А. Канарская написала рукопись.
Фарид К. Хузин обзор литературных источников по исследуемой проблеме.
Алла Р. Ивлева корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат.
Венера М. Гематдинова несёт ответственность за плагиат.

CONTRIBUTION

Zosya A. Kanarskaya wrote the manuscript.
Farid K. Huzin review of the literature on an investigated problem.
Alla R. Ivleva correct manuscript before filing in editing.

Venera M. Gematdinova is responsible for plagiarism.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

ПОСТУПИЛА 25.07.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 19.08.2016

RECEIVED 7.25.2016

ACCEPTED 8.19.2016

Оригинальная статья/Original article

УДК 39.138:338.439

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-205-209

О теоретическом выходе глюкозы из крахмала

Виктор В. Ананских, [1]
Любовь Д. Шлеина [1] vniik@arrisp.ru

[1] ВНИИК, ул.Некрасова, 11, п. Красково, Московская обл., 140051, Россия

Реферат. Сырьем для производства кристаллической пищевой глюкозы является крахмал. При ферментативном гидролизе крахмала высокой чистоты можно получить глюкозные сиропы с глюкозным эквивалентом ГЭ 98%, в которых глюкозы находится около 95%, а мальтозы и мальтотриозы – около 5%. Гидролиз крахмала осуществляется с приростом сухих веществ. Так, из 100 кг крахмала можно получить до 109,81 кг сухих веществ глюкозного сиропа. С учетом потерь по стадиям производства выход может снизиться до 105,61 кг. Очищенный глюкозный сироп концентрируют до 73–75% сухих веществ и направляют на кристаллизацию. Кристаллизацию глюкозы ведут в пересыщенном растворе в течение 56–70 часов при снижении температуры от 46–48 °С до 24–26 °С, в результате получается смесь кристаллов глюкозы и межкристального оттека, называемого утфелем. Процесс кристаллизации прекращают по достижении в утфеле 50% кристаллов. Выход глюкозы при этом составит 105,61/2 = 52,8%. Кристаллизацию ведут по одностадийной схеме, с частичным возвратом конечного продукта – гидрола в осахаренный сироп. После чего утфель направляют на центрифугирование для разделения кристаллов глюкозы и оттека, который частично возвращают в производство в исходный сироп для снижения ГЭ, а вторую часть оттека выводят на реализацию. Следует иметь в виду, что чем выше ГЭ глюкозного сиропа, направляемого на кристаллизацию, тем больше можно вернуть гидрола в осахаренный сироп. В результате этого выход кристаллов глюкозы увеличивается. На основании проведенных расчетов была составлена компьютерная программа, с помощью которой можно определить теоретический выход глюкозы и гидрола, меняя значения осахаренного сиропа. Чем выше значения ГЭ осахаренного сиропа, тем больше выход кристаллической глюкозы и меньше гидрола. Так, при ГЭ осахаренного сиропа 98% можно вернуть около 64,66 кг гидрола к 105,61 кг сиропа, и выход глюкозы увеличится до 85%, выход гидрола при этом составит (105,61 – 85) = 20,61%.

Ключевые слова: гидролиз, глюкозный эквивалент, пересыщение, кристаллизация, центрифугирование, глюкоза, гидрол, выход глюкозы

About a theoretical yield of glucose from starch

Viktor V. Ananskikh, [1]
Lyubov D. Shleina [1] vniik@arrisp.ru

[1] All-Russian Research Institute of Starch Products, Nekrasova str., 11, Kraskovo, Moscow Region, 140051, Russia

Summary. Starch is the raw materials for production of crystal food glucose. With at enzyme conversion of the high purity starch, it is possible to receive glucosic syrups of a glucose equivalent (GE) 98%, where there is about 95% glucose and maltose and maltotriose – of about 5%. Starch hydrolysis is carried out with a gain of solids. Thus, 100 kg of amylum is possible to give up to 109.81 kg of glucose syrup on dry basis. Taking in account the losses at manufacture steps a yield can decrease to 105.61 kg. The purified glucose syrup is concentrated up to 73–75% of dry matters and goes to a crystallization step. Crystallization of glucose is carried out in a supersaturated solution within 56–70 hours at reduced temperature from 46–48 °C to 24–26 °C, resulting a mixture of glucose crystals and an intercrystal run-off syrup called a massecuite. The crystallization process is stopped when a 50% of crystals content in massecuite is reached. At the same time glucose yield will be 105.61/2 = 52.8%. Crystallization is carried out according to the single-stage scheme, with partial return of the end product – hydrol into the hydrolised syrup. Then the massecuite is sent to a centrifugation step for dividing glucose crystals and a run-off syrup, which is partially returned to the initial syrup to reduce in GE. The second part of the run-off syrup goes to realization. It must be kept in mind: the higher GE of the glucose syrup sent to a crystallization step, the more quantity of a hydrol is possible to be returned to hydrolysed syrup. Therefore, it is in a resulted a higher yield of glucose crystals. On the basis of the carried-out calculations the computer program was made with which it is possible to define a theoretical glucose and a hydrol yield, while changing values of a hydrolysed syrup. The higher GE values of a hydrolysed syrup are the higher yield of crystal glucose and the lower one of hydrol are. So, at 98% GE of a hydrolysed syrup it is possible to return about 64.66 kg of a hydrol to 105.61 kg of syrup the glucose yield will increase up to 85%, and at the same time a hydrol yield will be (105,61 – 85) i.e. 20.61%.

Keywords: hydrolysis, glucose equivalent, supersaturation, crystallization, centrifugation, glucose, hydrol, glucose yield

Введение

Сырьем для производства кристаллической пищевой глюкозы является крахмал. Современная технология позволяет расщепить полисахаридную молекулу крахмала до глюкозы путем ферментативного гидролиза крахмала [1].

При расщеплении крахмала, состоящего из остатков глюкозы, к месту разрыва присоединяется молекула воды, за счет чего увеличивается молекулярная масса [2, 3]. Кроме этого, у последнего глюкозного остатка при первом углеродном атоме образуется гидроксильная группа (ОН), обладающая большой реакционной способностью. Эта группа обусловливает восстанавливающую, или редуцирующую способность моносахаридов. Отсюда степень расщепления молекулы крахмала характеризуется показателем редуцирующей способности, или содержанием редуцирующих веществ (РВ). Содержание РВ в глюкозном сиропе определяют методом Лейна–Эйнона в лабораторных условиях. Сущность метода заключается в определении количества закиси меди, образовавшейся в результате восстановления окиси меди в щелочной среде определенным

Для цитирования

Ананских В. В., Шлеина Л. Д. О теоретическом выходе глюкозы из крахмала // Вестник ВГУИТ. 2016. № 3. С. 205–209. doi:10.20914/2310-1202-2016-3-205-209

For citation

Ananskih V. V., Shleina L. D. About a theoretical yield of glucose from starch. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 3. pp. 205–209. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-3-205-209

количеством редуцирующих сахаров, содержащихся в продукте, в присутствии индикатора метиленового синего.

При полном расщеплении или гидролизе крахмала содержание редуцирующих веществ (РВ) (по международной терминологии – глюкозный эквивалент ГЭ) находится на уровне 98%. Этот показатель характеризует кроме содержания глюкозы и другие углеводы.

Содержание глюкозы в растворе можно также определить методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) на специальном хроматографе. Метод основан на хроматографическом разделении углеводов сиропа, при различии равновесного распределения его между двумя несмешивающимися фазами, одна из которых – мелкозернистый сорбент (неподвижная фаза), а другая – элюент (подвижная фаза), с последующим рефрактометрическим детектированием. При этом определяется углеводный состав, где содержание глюкозы в хорошо осахаренном сиропе должно составлять 95–96%, а содержание мальтозы и мальтотриозы: 4–5%.

Технологией производства глюкозы предусматривается ферментативный гидролиз сырого кукурузного крахмала до глюкозного сиропа. Полученный глюкозный сироп очищают, концентрируют и направляют на кристаллизацию. После получения глюкозного утфеля приступают к разделению кристаллов глюкозы и межкристального оттека (гидрола) на центрифугах, с последующим высушиванием сырой глюкозы на пневматической сушилке.

В технологии производства глюкозы важное значение имеет процесс ферментативного гидролиза, состоящего из двух стадий. Первая стадия – ферментативное разжижение, осуществляемое в присутствии разжижающего термостабильного ферментного препарата α-амилазы, например, «Liquozyme Supra 2,8 X». Разжижение необходимо для снижения вязкости клейстеризованного крахмала и подготовки его ко второй стадии. Вторая стадия – ферментативное осахаривание, осуществляемое в присутствии комплекса осахаривающих ферментных препаратов – глюкоамилазы и пуллуланазы. Осахаривание необходимо для разрыва 1–4 и 1–6 глюкозидных связей в разжиженном продукте.

С целью получения глюкозного сиропа с высоким ГЭ требуется направлять на переработку крахмал высокой чистоты, доброкачественностью не ниже 98,6%, 1,4% составят примеси крахмала. Таким образом, из 100% крахмала в процессе гидролиза участвует только 98,6%.

При гидролизе происходит прирост сухих веществ (СВ) за счет присоединения к молекуле крахмала молекулы воды. Прирост СВ за счет гидролиза можно определить по формуле:

$$П_{СВ} = \frac{Дб}{1-0,001\cdot ГЭ} - Дб = \\ = \frac{98,6}{1-0,001\cdot 98} - 98,6 = 10,71 \quad (1)$$

где $П_{СВ}$ – прирост СВ за счет гидролиза, %; $Дб$ = 98,6 – доброкачественность крахмала, %; $ГЭ$ = 98 – глюкозный эквивалент глюкозного сиропа, %.

Из вышеизложенного следует, что из 100 кг сухих веществ крахмала при гидролизе можно получить 110,71 кг сухих веществ глюкозы. Теоретический выход глюкозы в виде СВ глюкозного сиропа после ферментативного осахаривания включает и сухие вещества ферментных препаратов, которые вносятся в качестве катализатора для гидролиза.

Таким образом, теоретический выход глюкозы после ферментативного гидролиза составит:

$$T_{вос} = \frac{Дб}{1-0,001\cdot ГЭ} + П + Ф = \\ = \frac{98,6}{1-0,001\cdot 98} + 1,4 + 0,31 = 111,02\% \quad (2)$$

где $П$ = 1,4 – суммарные примеси крахмала, %; $Ф$ = 0,31 – количество ферментных препаратов, %.

После ферментативного гидролиза глюкозный сироп фильтруют, и от него отделяют примеси крахмала.

Теоретический выход сухих веществ глюкозного сиропа после фильтрования составит:

$$T_{вс} = \frac{Дб}{1-0,001\cdot ГЭ} + M + N = \\ = \frac{98,6}{1-0,001\cdot 98} + 0,35 + 0,15 = 109,81\% \quad (3)$$

где M = 0,35 – содержание золы в сиропе, %; N = 0,15 – содержание азотистых веществ, %.

Разность между теоретическим выходом глюкозы после осахаривания и фильтрования сиропа составляют потери примесей крахмала, не входящие в состав сиропа:

111,02 – 109,81 = 1,21%.

Теоретический выход СВ глюкозы из 100 кг крахмала составит 109,81 кг.

В производстве глюкозы образуются потери СВ по технологическим стадиям как обусловленные анализом, так и неучтенные. Общие потери могут составлять 3,5–4,5% СВ глюкозы.

Для расчетов принимаем общие потери 4,2%, или 4,2 кг СВ.

Практический выход СВ в глюкозном сиропе с учетом потерь составит:

109,81 – 4,2 = 105,61 кг

Это количество СВ глюкозы (100%) представлено в виде раствора с концентрацией 30–33% сухих веществ (количество продукта 352 кг).

Полученный глюкозный сироп очищают, концентрируют до содержания СВ 73–75% и направляют на кристаллизацию. В дальнейшем все расчеты производим только по сухим веществам.

Кристаллизация глюкозы возможна только в пересыщенных растворах. Пересыщенные растворы образуются в результате выпаривания воды из сиропа или охлаждения глюкозного сиропа. При производстве моногидрата глюкозы пересыщение создается путем охлаждения концентрированного глюкозного сиропа ниже 50 °С. Коэффициент пересыщения раствора глюкозы в начале кристаллизации должен составлять около 1,1, а в конце кристаллизации – около 1,2. Коэффициент пересыщения показывает, во сколько раз больше находится растворенной глюкозы в сиропе, чем в насыщенном растворе при той же температуре. Концентрация глюкозы в насыщенном растворе определяется в зависимости от растворимости глюкозы в воде при определенной температуре. Так, для чистых растворов при температуре 46 °С растворимость глюкозы составляет 66,71%, а при температуре 24 °С – 50,09%.

В пересыщенных растворах кристаллизация протекает в несколько этапов. Вначале создаются зародыши, являющиеся центрами кристаллизации, а затем происходит рост кристаллов.

Температуру продукта в течение 56–70 ч снижают с 46–48 °С до 24–26 °С. При этом скорость снижения температуры не должна превышать 1,5–2 °С за 8 ч, а после 50 ч скорость снижения температуры может быть увеличена до 4 ° за 8 ч. Снижение температуры утфеля необходимо проводить в соответствии со стандартной кривой, которая строится перед проведением процесса кристаллизации.

В результате кристаллизации образуется глюкозный утфель – гетерогенная смесь, состоящая из кристаллов глюкозы и межкристального оттека. Содержание сухих веществ в межкристальном оттеке (гидроле) и в кристаллах глюкозы должно находиться в соотношении 1:1 (по 50%). При выходе СВ глюкозного сиропа 105,61 кг выход кристаллической глюкозы составит 52,805 кг, таков же выход гидрола. С целью увеличения выхода кристаллической глюкозы часть гидрола можно возвратить в осахаренный глюкозный сироп и вести кристаллизацию по одностадийной технологической схеме.

Одностадийная схема является более рациональной в сравнении с двухпродуктовой схемой кристаллизации [4]. Технологическая схема одностадийной кристаллизации сиропа с ГЭ 90,5–91,0%, полученного смешиванием осахаренного сиропа (ГЭ 94,5%) с гидролом (ГЭ 78–79%), позволяет совместить кристаллизацию двух продуктов в одной стадии с получением одного продукта – глюкозы высокого качества при глубоком истощении сиропа. При этом для получения сиропа с ГЭ 91%, направляемого на кристаллизацию, требуется к осахаренному сиропу в количестве СВ 105 кг с ГЭ 94,5% добавить гидрол с ГЭ 80% в количестве СВ около 38 кг. На кристаллизацию направляется глюкозный сироп массой СВ 143 кг с ГЭ 91%. Выход СВ кристаллической глюкозы составит 71,5% без учета потерь при пробелке и сушке.

Новые современные ферментные препараты и технология их использования позволяют получить осахаренный глюкозный сироп из крахмала с ГЭ, близким к 98%. К такому сиропу можно добавить большее количество гидрола, полученного после кристаллизации и центрифугирования, и тем самым увеличить выход готовой глюкозы.

При истощении глюкозного сиропа важным является величина ГЭ гидрола. Значение ГЭ гидрола можно получить, преобразуя уравнение, определяющее содержание кристаллов в утфеле [5], показывающего выход безводной глюкозы по отношению к массе СВ глюкозного сиропа [3]. Как отмечалось выше, процесс кристаллизации глюкозы проводится до содержания кристаллов в утфеле 50%. Содержание кристаллов в утфеле определяется по формуле:

$$\frac{(ГЭ_1 - ГЭ_2)\cdot 100}{(ГЭ_3 - ГЭ_2)} = 50\,\% \qquad (4)$$

где: $ГЭ_1$ – содержание РВ в сиропе, направляемом на кристаллизацию, %; $ГЭ_2$ – содержание РВ межкристальном оттеке (гидроле), %; $ГЭ_3$ – содержание РВ в кристаллической глюкозе, %.

$ГЭ_1$ сиропа, направляемого на кристаллизацию, складывается из $ГЭ$ осахаренного сиропа (98%) и $ГЭ_2$ гидрола, которое нам неизвестно. $ГЭ_3$ кристаллов глюкозы равно 99,5–99,8%, принимаем для расчетов 100%. $ГЭ_1$ сиропа принимаем на 3–4% ниже ГЭ осахаренного сиропа. Так, если ГЭ осахаренного сиропа 98%, то ГЭ сиропа, направляемого на кристаллизацию, составит (98–3) = 95%. Из уравнения находим ГЭ2:

$$ГЭ_2 = 2\cdot ГЭ_1 – ГЭ_3 = 2\cdot 95 – 100 = 90\%$$

Если вернуть больше гидрола в осахаренный сироп и снизить его ГЭ до (98–4) = 94%, то $ГЭ_2$ будет равно 88%.

Однако следует иметь в виду, что чем выше ГЭ сиропа, направляемого на кристаллизацию, тем выше скорость кристаллизации, меньше длительность и, соответственно, требуется меньше кристаллизаторов для ведения процесса. Так, длительность кристаллизации сиропа с ГЭ 95% составляет 56–60 ч.

Количество сухих веществ гидрола, возвращаемого в жидкий сироп, определяется в соответствии с тем условием, что после смешения сироп, направляемый на кристаллизацию, должен иметь ГЭ = 98 – 3 = 95%:

$$95 = \frac{105,61 \cdot 98 + x \cdot 90}{105,61 + x}, \% \qquad (5)$$

где x – количество сухих веществ гидрола, возвращаемого в осахаренный сироп.

Количество сухих веществ гидрола, возвращаемого в глюкозный сироп, составит:

$$x = \frac{316,83}{5} = 63,37 \text{ кг}$$

При получении кристаллической глюкозы предусматривается пробелка сырых кристаллов глюкозы, находящихся в центрифуге, от гидрола на поверхности этих кристаллов при помощи распыления умягченной воды. Количество сухих веществ смываемого водой с поверхности кристаллов гидрола составляет около 7% от СВ всего гидрола. Следует иметь в виду, что при пробелке растворяется около 7% СВ кристаллов, из-за чего уменьшается выход глюкозы. Таким образом, в пробелку, или во второй оттек, переходит около 14% СВ гидрола и глюкозы, которая возвращается в глюкозный сироп.

Во второй оттек (пробелку) переходит 14% СВ сырой глюкозы и гидрола, что составит:

(105,61·14)/100 = 14,78 кг.

Половину этого количества (7,39 кг) составляют СВ гидрола с ГЭ 90%, а вторую половину – СВ кристаллической глюкозы с ГЭ 100%. На основании этого РВ второго оттека составляют 95%.

При сушке сырых кристаллов глюкозы возможны потери, которые образуются в циклонах в результате отделения глюкозы от отработанного воздуха, в виде глюкозной пыли [6]. Кроме этого, потери могут быть в виде крупки, полученной при рассеве готового продукта.

Количество глюкозной крупки из рассева и глюкозной пыли из циклонов сушилки составляет 1,4% к массе кристаллов глюкозы.

Количество глюкозной пыли и крупки с ГЭ 100% к безводной глюкозе составит:

$$\frac{(105,61 \cdot 0,5 - 7) \cdot 1,4}{100} = 0,64 \text{ кг}.$$

Собранную крупку и глюкозную пыль растворяют в воде и возвращают в глюкозный сироп.

Количество СВ глюкозного сиропа, направляемого на кристаллизацию, с учетом возврата составит:

G = 105,61 + 63,37 + 14,78 + 0,64 = 184,4 кг.

На основании этого выход СВ гидратной глюкозы составит:

$$\frac{50 \cdot 184,4}{100} = 92,2 \text{ кг}.$$

Будет получено такое же количество и СВ гидрола – 92,2 кг.

Уточненное количество второго оттека (пробелка 7% СВ сырой глюкозы и 7% СВ гидрола) к СВ глюкозного сиропа составит:

92,2 7/100 = 6,454 кг сырой глюкозы,

92,2 7/100 = 6,454 кг гидрола.

Масса второго оттека, или пробелки составит:

6,454 + 6,454 = 12,908 кг.

Уточненное количество глюкозной пыли и крупки с ГЭ 100% к СВ глюкозного сиропа:

(92,2· 1,4)/100 = 1,29 кг.

Уточненное количество гидрола, возвращаемого в производство с целью снижения ГЭ сиропа с 98% до 95%:

$$95 = 105,61 \cdot 98 + x \cdot 90 + 12,908 \cdot 95 + 1,29 \cdot 100 \times$$

$$\times (105,61 + x + 12,908 + 1,29)^{\frac{1}{2}}, \%,$$

$$x = \frac{323,28}{5} = 64,656 \text{ кг}.$$

Уточненное количество СВ сиропа, направляемого на кристаллизацию, с учетом возврата:

G = 105,61 + 64,656 + 12,908 + 1,29 = 184,464 кг.

Уточненный выход СВ глюкозы:

$$\frac{50 \cdot 184,464}{100} = 92,232 \text{ кг}.$$

Выход СВ готовой гидратной глюкозы с учетом отвода глюкозы при пробелке на центрифуге и высушивании составит:

92,232 – 6,454 – 1,29 = 84,488 кг.

Количество сухих веществ общего гидрола:

184,464 – 92,232 = 92,232 кг.

Количество сухих веществ гидрола, выводимое из производства на продажу:

92,232 – 64,656 – 6,454 = 21,122 кг.

При производстве кристаллической гидратной глюкозы получают два продукта: гидратная кристаллическая глюкоза и межкристальный оттек (гидрол).

Количество этих продуктов может изменяться в зависимости от ГЭ осахаренного сиропа, направляемого на кристаллизацию.

На основании вышеизложенного расчета была составлена компьютерная программа, с помощью которой можно определить теоретический выход глюкозы и гидрола, меняя значения ГЭ осахаренного сиропа. На рисунке 1 представлена зависимость выхода кристаллической глюкозы и гидрола от изменения ГЭ осахаренного глюкозного сиропа.

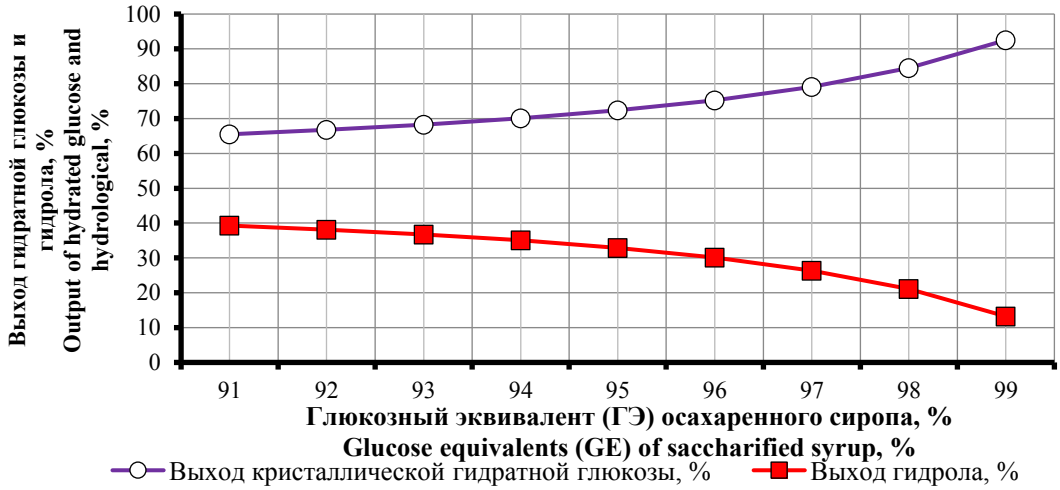


Рисунок 1. Зависимость выхода гидратной глюкозы кристаллической глюкозы и гидрола при изменении ГЭ осахаренного сиропа

Figure 1. Dependence of the hydrated crystalline glucose and glucose output at change hydrological ET saccharified syrup

Заключение

Полученная зависимость показывает выход кристаллической гидратной глюкозы и гидрола из 100% СВ крахмала. Установлено, что чем выше значения ГЭ осахаренного сиропа, тем больше выход глюкозы и меньше гидрола.

ЛИТЕРАТУРА

1 Bemiller J.N., Whistler R.L. et al. Starch: Chemistry and Technology. London: Academ Press Elsevier, 2009. P. 238–292

2 Андреев Н.Р., Хворова Л.С. Ангидридная глюкоза: технология производства и применение // Фармация. 2012. № 3. С. 43–45.

3 Пат. RU № 2521510 Способ получения кристаллической ангидридной глюкозы / Хворова Л.С., Селезнева О.Н., Лукин Н. Д. Опубл. 27.06.2014. Бюл. № 18

4 Хворова Л.С. Научно-практические основы получения кристаллической глюкозы. М.: Россельхозакадемия, 2013. 270 с.

5 Пат RU № 2480527 Способ получения затравочной суспензии для уваривания утфеля / Славянский А. А., Семенов Е. В., Карамзин А. В., Лебедева Н. Н., Опубл. 27.04.2013, Бюл. № 12

6 WO 2006125286 Process for the production of pyrogen-free anhydrous crystalline dextrose of high purity from sucrose. Published 30.11. 2006.

REFERENCES

1 Bemiller J.N., Whistler R.L. et al. Starch: Chemistry and Technology. London, Academ Press Elsevier, 2009, pp. 238–292

2 Andreev N.R., Khvorova L.S. Anhydrite glucose: the technology of production and application *Farmatsiya*. [Pharmacy] 2012, no. 3, pp. 43–45. (in Russian)

3 Khvorova L.S., Selezneva O.N., Lukin N.D. Sposob polucheniya kristallicheskoy angidridnoy glyukozy [A process for producing crystalline glucose anhydride] Patent RF, no. 2521510, 2014. (in Russian)

4 Khvorova L.S. Nauchno-prakticheskie osnovy polucheniya kristallicheskoy glyukozy [Scientific and practical bases of preparation of crystalline glucose] Moscow, Rossel'hozakademiya, 2013. 270 p. (in Russian)

5 Slavyanskii A.A., Semenov E.V., Karamzin A.V., Lebedeva N.N. Sposob polucheniya zatravochnoy suspenzii dlya uvarivaniya utfelya [A method for producing a seed suspension of boiling massecuite] Patent RF, no. 2480527, 2013 (in Russian)

6 WO 2006125286 Process for the production of pyrogen-free anhydrous crystalline dextrose of high purity from sucrose. Published 30.11.2006

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Виктор В. Анских к. т. н., зав. лаб., ВНИИК, ул.Некрасова, 11, п.Красково, Московская обл., 140051, Россия, vniik@arrisp.ru
Любовь Д. Шлеина ст. науч. сотр., ВНИИК, ул.Некрасова, 11, п.Красково, Московская обл., 140051, Россия, vniik@arrisp.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Viktor V. Ananskikh candidate of technical sciences, All-Russian research institute of starch products, Nekrasova str., 11, Kraskovo, Moscow Region, 140051, Russia, vniik@arrisp.ru
Lyubov D. Shleina senior researcher, All-Russian research institute of starch products, Nekrasova str., 11, Kraskovo, Moscow region, 140051, Russia, vniik@arrisp.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Виктор В. Анских консультация в ходе исследования
Любовь Д. Шлеина написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

CONTRIBUTION

Viktor V. Ananskikh consultation during the study
Lyubov D. Shleina 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 25.07.2016
ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 20.08.2016

RECEIVED 7.25.2016
ACCEPTED 8.20.2016

Выберите тип статьи.

УДК 663.81

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-210-217

Разработка технологии зернового сиропа из овса

Мария С. Чекина [1] msch18_25@mail.ru

Татьяна В. Меледина [1] tatiana.meledina@yandex.ru

[1] кафедра пищевой биотехнологии продуктов из растительного сырья, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, г. Санкт-Петербург, Россия

Реферат. Интерес к возделыванию и использованию овса без пленки значительно возрос в последние годы в большинстве стран мира. Это связано с диетическими и лечебно-профилактическими свойствами зерна и продуктов его переработки, например, сиропов. Технологическими этапами производства сиропа являются проращивание злака, приготовление сусла и его сгущение. В статье рассмотрен вопрос влияния температуры сгущения сусла на физико- химические показатели сиропа, представлены экспериментальные данные по содержанию в сиропах пищевых волокон и витаминов, приведен углеводный состав конечных продуктов. Установлено, что повышение температуры сгущения сусла с 40 о С до 70 о С сокращает время ведения процесса в 3,7 раза, а также приводит к уменьшению редуцирующих веществ с 53,9 % до 45,7 % и увеличению цветности сиропа с 61,7 ед. ЕВС до 68,5 ед. ЕВС. Для получения оптимальных физико- химических показателей сиропа и обеспечения минимального времени сгущения рекомендована температура ведения процесса 60 о С. Показано, что сироп, приготовленный из промышленного образца солода, содержит пентозанов в 2,2 раза больше по сравнению с сиропом из овса сорта Вятский. В свою очередь, сироп из овса сорта Вятский содержит в 2,5 раза больше β- глюкана- - наиболее важного физиологического компонента с точки зрения диетологии. Углеводный состав сиропов позволяет рекомендовать их для использования в продуктах функционального назначения, а высокое содержание пищевых волокон и витаминов делает перспективным их применения в пищевой промышленности.

Ключевые слова: солод из овса, овсяное сусло, овсяный сироп, зерновой сироп, вязкость, β-глюкан, витамины

Development of oats syrup technology

Maria S. Chekina [1] msch18_25@mail.ru

Tat'yana V. Meledina [1] tatiana.meledina@yandex.ru

[1] food biotechnology of herbal products department, Saint-Petersburg state university of information technologies, mechanics and optics, St. Petersburg, Russia

Summary. Interest in the cultivation and using of naked oats has increased significantly in recent years in the most of countries. This is due to dietary and curative properties of the grain and its derived products such as syrups. Technological stages of syrup production are germinating of cereal, preparation of wort and its concentration. The article reviews an issue concerning the impact of wort concentration temperature on the physico-chemical indicators of syrup, as well as, considers an experimental data on the content of dietary fiber and vitamins in syrups, and illustrates carbohydrate content of end-products. It is found that with increasing of wort concentration temperature from 40 ° C to 70 ° C the time of the process reduces 3.7 times, and further it leads to lessening of the reducing substances from 53.9% to 45.7% and increases the colour of syrup from 61.7 EBC units to 68.5 EBC units. For obtaining of optimal physico-chemical parameters of syrup and ensuring a minimum time of concentration recommended temperature of the process is 60 ° C. It is shown that the syrup produced from commercial malt contains 2.2 times more pentosans compared to the syrup produced from Vyatsky oat. In turn, syrup from Vyatsky oat contains 2.5 times more β-glucan - the most important physico-chemical component in a viewpoint of nutrition. The carbohydrate composition of syrups permits to recommend them for using in functional products as well as high content of dietary fiber and vitamins gives a perspective of their application in the food industry.

Keywords: oats malt, oat wort, oat syrup, grain syrup, viscosity, β-glucan, vitamins

Введение

Перспективным направлением пищевой промышленности в настоящее время является разработка сиропов на основе растительного сырья и дальнейшее их применение в продуктах питания в качестве дополнительного источника пищевых волокон, витаминов, макро и микроэлементов. Большой интерес с точки зрения переработки в зерновой сироп представляет овёс голозёрный. Выбор данного злака связан с его диетическими и лечебно-профилактическими свойствами, а также с рядом преимуществ по сравнению с сортами плёнчатыми [1]. Овёс голозёрный имеет более высокое процентное содержание белка (до 20,2% и более), жира (до 7% и более), аминокислот (лизина и аргинина) по сравнению с плёнчатыми формами [2]. Белок его имеет наибольшую биологическую ценность среди зерновых культур [3]. Кроме того, существует возможность получения овса, свободного от проламиновой фракции пшеницы – глиадина, что в свою очередь позволяет использовать продукты переработки данной культуры в питании людей, страдающих целиакией [4].

Для цитирования

Чекина М. С., Меледина Т. В. Разработка технологии зернового сиропа из овса // Вестник ВГУИТ. 2016. № 3. С. 210–217. doi:10.20914/2310-1202-2016-3-210-217

For citation

Chekina M. S., Meledina T. V. Development of oats syrup technology. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 3. pp. 210–217. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-3-210-217

Вопрос переработки зерна овса в сахаросодержащий гидролизат изучен Новиковой Т. Н. [5]. Однако данная работа посвящена биомодификации целого зерна овса с применением ферментных препаратов. Для получения же продукта с высоким содержанием полезных веществ, витаминов и собственных ферментов, нами была разработана энергоэффективная технология солода короткого ращения из овса [6]. Ранее такой солод в производстве сиропов не использовался. Далее для полученного солода был разработан режим затирания, позволяющий получить сусло с оптимальным углеводным составом и физико-химическими характеристиками [7].

Цель исследований – разработка технологии зернового сиропа из овсяного солода.

Задачи исследования – исследование влияния температуры сгущения сусла на физико-химические показатели сиропа.

Материалы и методы

Для приготовления сиропа использовали солод короткого ращения, приготовленный из овса голозёрного сорта Вятский, а также голозёрный овсяный солод Шато Оут, производства фирмы Castle Malting, Бельгия, с длительностью проращивания 5–6 суток. Физико-химические показатели солодов представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Физико-химические показатели солодов из овса

Table 1.

Physicochemical indicators of oat malts

Показатели / Indicators	Солод из зерна овса Вятский / Vyatsky oat malt	Промышленный солод фирмы Castle Malting / Commercial malt from Castle Malting company
Разница массовых долей экстракта солода тонкого и грубого помола, ΔЕ / The difference of mass fractions of extracts from fine and coarse malt grind, ΔЕ	-10,1*	-11,5*
Скорость фильтрования затора, мин. / Wort filtration rate, min	> 60	
Массовая доля белковых веществ солода,% / Mass fraction of protein, %	13,10	15,60
Растворимый азот, мг/дм^3 / Soluble nitrogen, mg / dm^3	532	505
Число Кольбаха, % / Kolbah number, %	28,0	21,5
Свободный аминный азот (FAN), мг/дм^3 / FAN, mg / dm^3	117	111
Число Хартонга, % / Hartong number, %	26,1	33,2
Цвет сусла до кипячения, ЕВС / Wort color before boiling, EBC	3,9	5,2
Массовая доля экстрактивных веществ в грубом помоле, % * / Mass fraction of extractives in coarse grind, % *	74,5	79,4
Продолжительность осахаривания, мин / The duration of saccharification, min	не осахаривается / not saccharifying	
Прочие показатели / The other indicators		
Массовая доля влаги,% / Moisture content, %	5,7	5,1
pH сусла / pH	5,8	5,4
Прозрачность сусла, (визуально) / Transparency wort, (visually)	опалесцирующее / opalescent	

*массовая доля экстракта тонкого помола меньше массовой доли экстракта грубого помола

* mass fraction of extract of fine grind less than mass fraction of extract of coarse grind

Для снижения вязкости заторов и повышения выхода сусла в процессе затирания использовали ферментный препарат компании Новозаймс – Церемикс Флекс, в количестве 2000 г./т, а также солод грубого помола со средним размером частиц 118,8 мкм [7].

Сгущение сусла производили на роторной вакуум-выпарной установке NE-1, WHEATON.

Определение массовой доли сухих веществ осуществляли рефрактометрическим способом по ГОСТ 6687.2-90 [8]. Определение активной кислотности (pH) и титруемой кислотности проводили потенциометрическим методом на pH-метре/иономере/титраторе 848 Titrino Plus фирмы «Metrohm» в диапазоне измерения от 2 ед. pH до 9 ед. pH по ГОСТ 31764-2012 [9]. Определение динамической вязкости (далее вязкости) сиропа производили ротационным реометром Rheotest RN 4. Углеводный состав сиропа определяли на жидкостном хроматографе Shimadzu LC-10AD vp. Определение редуцирующих сахаров проводили феррицианидным методом согласно ГОСТ 5903-89 [10]. Определение β-глюкана производили колориметрическим методом. Витамины B_1, B_2, B_3 определяли согласно ГОСТ 29138-91 [11], ГОСТ 29139-91 [12], ГОСТ 29140-91 [13] соответственно. Витамин Е определяли методом ГЖХ. Цветность и мутность сиропов определяли спектрофотометрическим методом. Пищевая и энергетическая ценности рассчитаны согласно ТР ТС 022/2011 [14].

Результаты и обсуждение

Для обоснования выбора концентрации массовой доли сухих веществ сиропа были рассмотрены государственные стандарты: ГОСТ 28499-2014 «Сиропы. Общие технические условия» [15] и ГОСТ Р 52060-2003 «Патока крахмальная. Общие технические условия» [16]. В данных стандартах регламентируется содержание сухих веществ 50 ± 1,0% и 78% соответственно. В производстве белого сахарного сиропа, применяемого в рецептурах безалкогольных напитков, концентрация массовой доли сухих веществ составляет 60–65%. В связи с тем, что сусло из овса содержит аминный азот, который является причиной меланоидинообразования при его сгущении, что приведёт к снижению органолептических свойств продукта, а также с необходимостью длительного хранения сиропа, целесообразно сгущать его до содержания сухих веществ 60–65%. Основным регулируемым параметром в процессе концентрации сусла является температура сгущения. Существует технология сгущения в испарителях, где кипение и испарение воды достигается уже при температуре около 45 °С. При данной температуре, по данным Чешской компании SLADOVNABRUNTAL, не происходит изменение мальтозы – основного компонента экстракта – в реакции Майяра [17]. Таким образом, при выборе температуры сгущения необходимо обратить внимание на протекание реакции меланоидинообразования. При высокой скорости данной реакции будет происходить снижение содержания аминокислот, белков, витаминов, а значит и пищевой ценности сиропа, что не позволит сохранить оптимальный углеводный состав продукта. Также вследствие образования меланоидинов будет наблюдаться увеличение цветности сиропов, что в свою очередь является нежелательным для конечного продукта.

Количество образования меланоидинов определяется как длительностью процесса сгущения, так и температурой. Время сгущения в свою очередь зависит от температуры ведения процесса. В связи с этим был изучен более широкий диапазон температур сгущения: от 40 °С до 70 °С.

В первой серии экспериментов исследование проводили путем сгущения сусла, приготовленного из промышленного образца овсяного солода фирмы Castle Malting, Бельгия (варианты 1–4, таблица 2). Объём сгущаемого сусла для всех образцов составлял 250 мл.

Установлена зависимость между температурой ведения процесса и временем сгущения. В качестве аппроксимирующей зависимости, описывающей массив опытных данных, выбрана степенная функция вида:

$$y = 72{,}78x^{-0{,}94}, \quad (1)$$

где y – время, мин.; x – температура, °С.

Результаты эксперимента и аппроксимирующая кривая представлены на рисунке 1. Из графика видно, что полученная зависимость с удовлетворительной точностью описывает данную стадию технологического процесса. Кроме того, обращает на себя внимание, что повышение температуры с 60 до 70 °С незначительно ускоряет процесс сгущения (на 5 мин) до требуемого содержания сухих веществ.

Физико-химические показатели сиропов при выбранных температурах сгущения представлены в таблице 2.

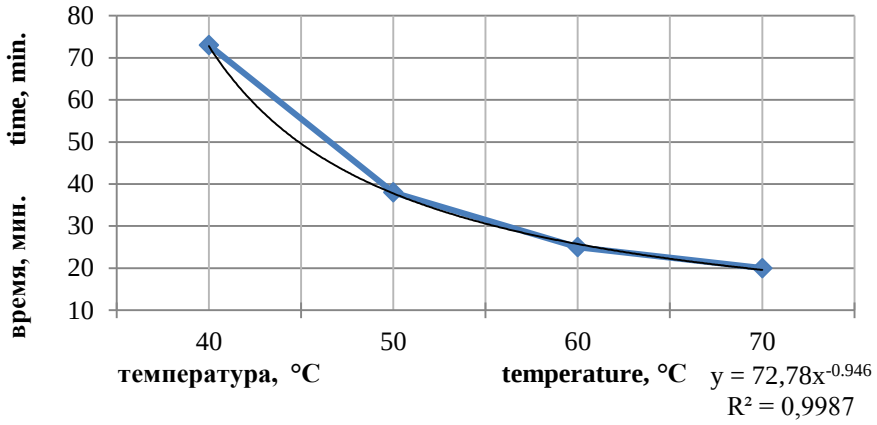


Рисунок 1. Зависимость длительности процесса сгущения сусла с 17% СВ до содержания СВ 66–67% от температуры ведения процесса

Figure 1. Dependence of wort concentration duration from 17% dry matter content up to 66–67% dry matter content on process temperature

Таблица 2

Физико-химические показатели сиропов, полученных при различных температурах сгущения (|p|≤0,10)

Table 2

Physicochemical indicators of syrups obtained at a different temperatures of concentration (| p | ≤ 0.10)

Образец / Sample	Образец солода из овса	Температура сгущения, °С / Temperature of concentration, °С	Вязкость Па·с / Viscosity, Pa·s	Массовая доля редуцирующих веществ, вес. % / Mass fraction of reducing substances, % by wt	Цветность, ед. ЕВС* / Colour, EBC units*
1	Шато Оут / Chateau oat	40	–	53,9	61,7
2		50	0,829	52,0	61,8
3		60	0,839	52,0	61,6
4		70	0,834	45,7	68,5
5	Вятский / Vyatsky	60	0,927	49,0	44,6

* при мутности образцов 0,18–0,23 ед. ЕВС; «–» данных нет

* under the samples turbidity 0,18–0,23 EBC units; «–» no data

Основными параметрами для выбора оптимальной температуры процесса явились цветность и время сгущения образцов. Кроме того, важным параметром для осуществления технологических процессов, в частности подбора оборудования, является вязкость сиропов. Полученные данные по вязкостным свойствам сиропов позволяют в последствии производить более точные расчёты гидродинамической обстановки внутри технологического оборудования в процессе производства продукта, а именно, в ёмкостях, транспортирующих трубопроводах, теплообменниках и т. п.

Как следует из рисунка 1, минимальным временем сгущения характеризуется четвёртый образец сиропа, однако именно в нем обнаружена высокая цветность, что свидетельствует о резком повышении интенсивности протекания реакции меланоидинообразования. Это подтверждается снижением редуцирующих веществ с 53,9 до 45,7%. Применение сиропов с высокой цветностью в хлебопекарной промышленности, в свою очередь, является нежелательным. При равных показателях массовой доли редуцирующих веществ, цветности и вязкости образцов № 1–3, был выбран режим сгущения сусла при температуре 60 °С, характеризующийся меньшим временем ведения процесса по сравнению с другими образцами. Отличий в показателях титруемой кислотности и значениях pH для образцов № 1–4 отмечено не было и составило 5,47 мл. ± 0,03 и 5,36 ± 0,02 соответственно.

Отмечено, что сироп, полученный из голозерного овса короткого ращения сорта Вятский,

содержит меньше редуцирующих веществ и имеет значительно меньшую цветность по сравнению с сиропом, произведенным при 60˚С из промышленного образца солода (таблица 2). Значительная разница в цветности сиропов в данном случае объясняется характеристиками исходного сырья. Установлено, что образец № 5 характеризуется более высоким значением вязкости по сравнению с образцами № 1–4, что свидетельствует о более высоком содержании некрахмалистых полисахаридов. Это важно в производстве карамели. Для сиропа из голозерного овса сорта Вятский титруемая кислотность составила 3,74 мл., значение pH 5,67.

В настоящее время при разработке новых продуктов питания большое внимание уделяется содержанию в них пищевых волокон. Они оказывают существенное влияние на многие физиологические процессы, способствуют профилактике и лечению многих болезней. Некрахмалистые полисахариды зерновых культур состоят из гомополисахаридов (гемицеллюлоз) и гетерополисахаридов (пентозаны). Наиболее распространённым представителем первой группы являются β-глюканы, второй группы – арабиноксиланы. Содержание и химический состав этих полисахаридов определяется генотипом зерновых, фенотипическими факторами и атакуемостью глюканов и пентозанов ферментами на стадии затирания, что в свою очередь изменяет как количественное содержание отдельных полисахаридов, так и соотношение между ними. В связи с этим, в полученных сиропах было определено содержание некрахмалистых полисахаридов. Установлено, что сироп, приготовленный из промышленного образца солода, содержит пентозанов в 2,2 раза больше по сравнению с сиропом из овса сорта Вятский (таблица 3). В свою очередь, сироп из овса Вятский характеризуется значительно большим количеством β-глюкана в нем. Это важно с точки зрения диетологии [18].

В сравнении с уже доказанной пользой β-глюкана для человека оздоровительный эффект арабиноксиланов изучен недостаточно, тем не менее, производство зерновых ингредиентов на основе данной группы ксиланов является перспективным. Важным структурным параметром является степень насыщения арабиноксилана, которая характеризуется отношением ксилоза/ арабиноза [19]. Как следует из таблицы 3, арабинозы больше в сиропе, произведенном из сорта овса Вятский. Следует отметить, что полученные сиропы идентичны по технологии приготовления, а значит различия по содержанию некрахмалистых полисахаридов, а также по их соотношению объясняется сортовыми особенностями зерна.

Углеводный состав конечных продуктов представлен в таблице 4.

Соотношение глюкоза: мальтоза: мальтотриоза: несбраживаемые углеводы для сиропа из солода сорта Вятский составило 1:5,6:0,7:1,8, для сиропа из солода Шато Оут 1:4,7:0,6:1,3. Сиропы имеют высокое содержание мальтозы и низкое глюкозы, а значит, имеют меньшую сладость и могут быть рекомендованы для производства продуктов специального назначения. Также высокое содержание мальтозы является предпочтительным в производстве карамели.

Для разработки технологической документации необходимо ввести параметры, характеризующие конечный продукт. Известно, что зерно овса богато органическими соединениями железа, кальция, фосфора, марганца, меди, молибдена и других микроэлементов, витаминами, особенно группы В [18]. По содержанию витаминов группы В овсяные продукты не уступают гречневой крупе и продовольственным бобовым культурам. Наиболее хорошо изучены такие витамины группы В, как тиамин, рибофлавин, ниацин (никотиновая кислота), пантотеновая кислота, в меньшей степени – холин, биотин, пиродоксин [18]. Содержание витаминов группы В и токоферола представлено в таблице 5.

Таблица 3.

Содержание некрахмалистых полисахаридов в сиропах из солода голозёрного овса сорта Вятский и промышленного образца солода сорта Шато Оут (вес. %) ($|p| \leq 0,10$)

Table 3.

Content of non-starch polysaccharides in syrups from Vyatsky naked oat malt and commercial malt varieties Chateau Out (% by wt) ($| P | \leq 0,10$)

Образцы сиропа / Syrups samples	Пентозаны / Pentosans	Соотношение ксилоза/арабиноза Ratio of xylose/arabinose	β-глюкан β-glucan
Сироп из сорта овса Вятский / Syrup from Vyatsky oat	1,99 ± 0,20	5:6	2,99 ± 0,15
Сироп из сорта овса Шато Оут / Syrup from Chateau Out	4,40 ± 0,44	7:4	1,20 ± 0,06

Таблица 4.

Углеводный состав сиропов из солода голозёрного овса сорта Вятский и промышленного образца солода сорта Шато Оут (|p|≤ 0,10)

Table 4.

Carbohydrate composition of syrups from Vyatsky naked oat malt and commercial malt varieties Chateau Out (% by wt) (| P | ≤ 0,10)

Образцы сиропа / Syrups samples	Концентрация углеводов в сиропе, % / The concentration of carbohydrate in syrup, %				
Сироп из сорта овса Вятский / Syrup from Vyatsky oat	Несбраживаемые сахара / Unfermented sugars	Мальтотриоза / Maltotriose	Мальтоза / Maltose	Глюкоза / Glucose	Фруктоза / Fructose
Сироп из сорта овса Шато Оут / Syrup from Chateau Out	19,963	7,330	61,165	10,929	0,613
Образцы сиропа / Syrups samples	16,476	7,367	62,127	13,086	0,944

Таблица 5.

Содержание витаминов в сиропах из солода голозёрного овса сорта Вятский и промышленного образца солода сорта Шато Оут (|p|≤ 0,10)

Table 5.

The vitamins content of the syrup from Vyatsky naked oat malt and commercial malt varieties Chateau Out (% by wt) (| P | ≤ 0,10)

Витамины / Vitamins B1 (тиамин) / B1 (thiamin)	Сироп из сорта овса Вятский / Syrup from Vyatsky oat		Сироп из сорта овса Шато Оут / Syrup from Chateau Out	
	мг/кг mg/kg	% от суточной нормы / % of the Daily Value	мг/кг mg/kg	% от суточной нормы / % of the Daily Value
B2(рибофлавин) / B2 (riboflavin)	5,0 ± 1,0	35,7	2,8 ± 0,6	20,0
B3 (PP) (ниацин) / B3 (PP) (niacin)	2,2 ± 0,8	13,8	1,3 ± 0,4	8,1
E (токоферол) / E (tocopherol)	менее 0,1	–	0,26 ± 0,05	0,14
Витамины /Vitamins	5,25 ± 0,79	5,25	2,55 ± 0,38	2,55

Согласно Техническому регламенту Таможенного союза «Пищевая продукция в части её маркировки» (ТР ТС 022/2011) был произведен расчёт процента от средней суточной потребности взрослого человека в витаминах. Согласно приложению 5 ТР ТС 022/2011, продукт является источником витаминов, в случае если они составляют 7,5% средней суточной потребности взрослого человека на 100 мл. Продукт характеризуется высоким содержанием витаминов, если они составляют не менее 30% средней суточной потребности взрослого человека на 100 мл. Таким образом, сироп из сорта овса Вятский (таблица 5) имеет высокое содержание витамина B_1 и является источником витамина B_2. Сироп, приготовленный из промышленного образца солода сорта Шато Оут является источником витаминов B_1 и B_2, и содержит их в меньшем количестве чем сироп из сорта овса Вятский. Следует отметить, что сироп из овса сорта Вятский содержит витамина Е в 2,1 раза больше чем сироп из промышленного образца солода. Различия в содержании витаминов в сиропах объяснятся сортовыми особенностями исходного зерна.

Важной характеристикой продуктов питания является показатели пищевой и энергетической ценности продукта. Значения этих показателей приведено в таблице 6.

Таблица 6.

Пищевая и энергетическая ценность овсяных сиропов

Table 6.

Food and energy value of oat syrups

8	Сироп из сорта овса Вятский / Syrup from Vyatsky oat	Сироп из сорта овса Шато Оут / Syrup from Chateau Out
	на 100 грамм продукта / for 100 grams of the product	
Белки, г / Proteins, g	9,2	11
Жиры, г / Fat, g	5,5	5,0
Углеводы, г / Carbohydrates, g	59,8	57,3
Энергетическая ценность, ккал/кДж / Energy value, kcal / kJ	326 / 1363	318/1332

Заключение

Разработана технология получения сиропов из голозёрных сортов овса. Установлено, что оптимальной температурой сгущения сиропа является 60 °С. Данная температура обеспечивает минимальное время ведения процесса вместе с получением оптимальных физико-химических показателей сиропа. Установлено, что сироп из голозерного овса сорта Вятский содержит по сравнению с сиропом из промышленного образца солода Шато Оут больше несбраживаемых углеводов и β-глюкана. Кроме того, он имеет высокое содержание витамина B_1 и является источником витамина B_2. Приготовленные сиропы являются сырьём для производства хлебобулочных изделий, карамели и напитков.

ЛИТЕРАТУРА

1 Баталова Г.А. Перспективы и результаты селекции голозерного овса // Зернобобовые и крупяные культуры. 2014. № 2 (10). С. 64–69.

2 Белкина Р.И., Марикова М.И. Технологические и биохимические свойства зерна овса в условиях северного Зауралья // Аграрный вестник Урала. 2009. № 5. С. 55–57.

3 Moudry J. The quality of naked oat // Cereals for human health and preventive nutrition. Session II. 1998. P. 91–95.

4 Чекина М.С., Меледина Т.В., Баталова Г.А. Перспективы использования овса в производстве продуктов специального назначения // Известия Санкт – Петербургского Государственного Аграрного Университета. 2016. № 43. С. 20–25.

5 Новикова Т.Н. Разработка технологии сахаросодержащего гидролизата из овса и его применение при производстве пшеничного хлеба. Автореф. дис. … канд. тех. наук (05.18.07). Орёл: ГОУ ВПО «Орловский государственный технический университет», 2009. 16 с.

6 Чекина М.С., Меледина Т.В., Сергачева Е.С. Влияние режима проращивания зерна на ферментативную активность солода из овса голозёрного Вятский // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2015. № 5 (48). С. 46–52.

7 Чекина М.С., Меледина Т.В., Хлыновский М.Д. Разработка технологии затирания солода из овса // Пиво и напитки. 2015. № 6. С. 44–48.

8 ГОСТ 6687.2–90. Продукция безалкогольной промышленности. Методы определения сухих веществ. М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. 13 с.

9 ГОСТ 31764–2012. Пиво. Метод определения pH. М.: Стандартинформ, 2013. 7 с.

10 ГОСТ 5903–89. Изделия кондитерские. Методы определения сахара. М.: Стандартинформ, 2012. 23 с.

11 ГОСТ 29138–91. Мука, хлеб и хлебобулочные изделия пшеничные витаминизированные. Метод определения витамина В1 (тиамина). М.: Стандартинформ, 2007. 6 с.

12 ГОСТ 29139–91. Мука, хлеб и хлебобулочные изделия пшеничные витаминизированные. Метод определения витамина В2 (рибофлавина). М.: Стандартинформ, 2007. 7 с.

13 ГОСТ 29140–91. Мука, хлеб и хлебобулочные изделия пшеничные витаминизированные. Метод определения витамина РР (никотиновой кислоты). М.: Стандартинформ, 2007. 7 с.

14 Технический регламент таможенного союза ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части её маркировки»: Утверждён Решением Комиссии Таможенного союза от 9.12.2011 г. № 881. 29 с.

15 ГОСТ 28499–2014 «Сиропы. Общие технические условия». М.: ИПК Издательство стандартов, 2015. 6 с.

16 ГОСТ Р 52060–2003 «Патока крахмальная. Общие технические условия». М.: Госстандарт России, 2003. 34 с.

17 Malt house Sladovna Bruntál - traditional supplier of malt. URL: http://sladovnabruntal.cz/en (дата обращения: 15.10.2016)

18 Баталова Г.А. Овес в Волго-Вятском регионе. Киров: ООО «Орма», 2013. 288 с.

19 Delcour J.A., Broekaert W.F., Courtin C.M., Goesaert H. Enzymes in the production of functional food ingredients – the arabinoxylan case // The Science of Gluten-free Food and Beverages. 2009. P. 129–140.

REFERENCES

1 Batalova G.A. Prospects and results of selection of naked oats. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury* [Legumes and cereals culture] 2014, no. 2 (10), pp. 64–69. (in Russian)

2 Belkina R.I., Marikova M.I. Technological and biochemical properties of oat grains under the conditions of the northern Trans-Urals. *Agrarnyi vestnik Urala* [Agricultural Gazette Urals] 2009, no. 5, pp. 55–57. (in Russian)

3 Moudry J. The quality of naked oat . Cereals for human health and preventive nutrition. Session II, 1998, pp. 91–95.

4 Chekina M.S., Meledina T.V., Batalova G.A. Prospects of using oats in production of special purpose products. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Proceedings of the St. Petersburg State Agrarian University] 2016, no. 43, pp. 20–25. (in Russian)

5 Novikova T.N. Razrabotka teknologii sakharosoderzhashchego gidrolizata iz ovsa i ego primenenie pri proizvodstve pshenichnogo khleba. Avtoref. dis. kand. tekh. nauk. [Development of technology of sugar-containing hydrolyzate from oats and its application in the production of wheat bread. Author's abstract on scientific degree of PhD in Technical Sciences] Orel, Orel State Technical University, 2009. 16 p. (in Russian)

6 Chekina M.S., Meledina T.V., Sergacheva E.S., Influence of grain germination mode on the enzymatic activity of the Vyatsky naked malt oat. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* [Agricultural science Euro-North-east] 2015, no. 5 (48), pp. 46–52. (in Russian)

7 Chekina M.S., Meledina T.V., Khlynovsky M.D., Development of oats mashing technology. *Pivo i napitki* [Beer and beverages] 2015, no. 6, pp. 44–48. (in Russian)

8 GOST 6687.2–90. Produktsiya bezalkogol'noi promyshlennosti [State standard 6687.2–90 Production of soft drinks industry. Methods of determination of dry matter] Moscow, Izdatel'stvo standartov, 2002. 13 p. (in Russian)

9 GOST 31764–2012. Pivo. Metod opredeleniya pH [State standard 31764–2012. Beer. pH determination method] Moscow, Standartinform, 2013. 7 p. (in Russian)

10 GOST 5903–89. Izdeliya konditerskie [State standard 5903–89 Confectionery. Methods of determination of sugar] Moscow, Standartinform, 2012. 23 p. (in Russian)

11 GOST 29138–91. Muka, khleb i khlebobulochnye izdeliya pshenichnye vataminizirovannye [State standard 29138–91 Flour, bread and bakery products fortified wheat. Method of determination of vitamin B1 (thiamine)] Moscow, Standartinform, 2007. 6 p. (in Russian)

12 GOST 29139–91. Muka, khleb i khlebobulochnye izdeliya pshenichnye vataminizirovannye [State standard 29139–91 Flour, bread and bakery products fortified wheat. Method of determination of vitamin B2 (riboflavin)] Moscow, Standartinform, 2007. 7 p. (in Russian)

13 GOST 29140–91. Muka, khleb i khlebobulochnye izdeliya pshenichnye vataminizirovannye [State standard 29140–91 Flour, bread and bakery products fortified wheat. Method of determination of vitamin PP (niacin)] Moscow, Standartinform, 2007. 7 p. (in Russian)

14 Tekhnicheskii reglament tamozhennogo soyuza TR TS 022/2011 "Pishchevaya produktsiya v chacti ee markirovki" [Technical regulations customs union TR CU 022/2011" Food products in a part of its labeling": Approved the decision of the Customs Union Commission from 9.12.2011, № 881] 2011, 29 p. (in Russian)

15 GOST 28499–2014 Siropy. Obshchie tekhnicheskie usloviya [State standard 28499–2014 Syrups. General specifications] Moscow, Izdatel'stvo standartov, 2015. 6 p. (in Russian)

16 GOST P 52060–2003 Patoka krakhmal'naya. Obchshie tekhnicheskie usloviya [State standard 52060–2003 Starch treacle. General specifications] Moscow, Gosstandart, 2003. 34 p. (in Russian)

17 Malt house Sladovna Bruntál - traditional supplier of malt. Available at: http://sladovna-bruntal.cz/en (accessed 10.15.2016)

18 Batalova G.A. Oves v Volgo-Vyatskom regione [Oats in the Volga-Vyatka region] Kirov, OOO "Orma", 2013. 288 p. (in Russian)

19 Delcour J.A., Broekaert W.F., Courtin C.M., Goesaert H., Enzymes in the production of functional food ingredients – the arabinoxylan case. The Science of Gluten-free Food and Beverages, 2009, pp. 129–140.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Мария С. Чекина аспирант, кафедра пищевой биотехнологии продуктов из растительного сырья, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, г. Санкт-Петербург, Россия, msch18_25@mail.ru

Татьяна В. Меледина д .т. н., инженер, кафедра пищевой биотехнологии продуктов из растительного сырья, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, г. Санкт-Петербург, Россия, tatiana.meledina@yandex.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Maria S. Chekina graduate student, food biotechnology of herbal products department, Saint-Petersburg state university of information technologies, mechanics and optics, St. Petersburg, Russia, msch18_25@mail.ru

Tat'yana V. Meledina doctor of technical sciences, professor, food biotechnology of herbal products department, Saint-Petersburg state university of information technologies, mechanics and optics, St. Petersburg, Russia, tatiana.meledina@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Мария С. Чекина написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат
Татьяна В. Меледина консультация в ходе исследования

CONTRIBUTION

Maria S. Chekina wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism
Tat'yana V. Meledina consultation during the study

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

ПОСТУПИЛА 29.07.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 23.08.2016

RECEIVED 7.29.2016

ACCEPTED 8.23.2016

Оригинальная статья/Original article
УДК 543.068.8
DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-218-222

Аналитическая значимость определения активности липазы для экспресс-анализа контаминации тяжелыми металлами семян подсолнечника

Юлия А. Дьяченко, [1] jesi-001@mail.ru
Аминет Д. Цикуниб [2] cikunib58@mail.ru

[1] НИИ Комплексных проблем, Адыгейский государственный университет, ул. Первомайская 208, г. Майкоп, 385000, Россия
[2] кафедра химии факультета естествознания, Адыгейский государственный университет, ул. Первомайская 208, г. Майкоп, 385000, Россия

Реферат. В последние десятилетия все более остро встаёт проблема химико-экологического мониторинга и производственного контроля содержания токсичных элементов в продовольственном сырье и пищевых продуктах. При этом существует необходимость в разработке экспресс-методов, информативных, интегральных, отражающих не только безопасность, но и экологическую чистоту продовольственного сырья. Предложен метод определения содержания токсичных элементов по активности собственной липазы in situ (АСЛ-метод) в семенах масличных культур, на примере подсолнечника. С этой целью была адаптирована система математической оценки аналитических критериев лабораторного теста, используемая в клинико-лабораторной диагностике. Объектом исследования послужили семена подсолнечника, в которых устанавливали содержание токсичных элементов: Cd, Pb, As, Hg, атомно-абсорбционным методом на приборе КВАНТ-Z.ЭТА. Далее пробы делили на чистые, в том числе высококачественные и экологически чистые, и загрязнённые – естественно содержащие токсичные элементы и искусственно контаминированные. Определение активности липазы семян проводили общепринятым титриметрическим методом. Снижение активности фермента связывали с содержанием токсичных элементов. Исходя из полученных результатов, рассчитывали аналитическую значимость (чувствительность, специфичность, информативность и предсказательную ценность положительных и отрицательных результатов) определения уровня содержания токсичных элементов в семенах подсолнечника по АСЛ-методу. Установленные значения аналитической специфичности метода и предсказательной ценности положительного результата на уровне 77,3% и 71,4% соответственно, не позволяют использовать предлагаемый метод для количественного анализа, однако, аналитическая чувствительность на уровне 86,2% и предсказательная ценность отрицательного результата на уровне 89,5%, позволяют рекомендовать АСЛ-метод для скрининговых программ химико-экологического мониторинга и технологического контроля контаминации семян подсолнечника токсичными элементами.

Ключевые слова: аналитическая чувствительность, аналитическая специфичность, липаза подсолнечника, АСЛ-метод

Analytical importance of determination of lipase activity for the express analysis of contamination by heavy metals of sunflower seeds

Yulia A. Dyachenko, [1] jesi-001@mail.ru
Aminet D. Tsikunib [2] cikunib58@mail.ru

[1] institute of complex problems, Adyghe state university, Pervomayskaya str., 208, Maikop, 385000, Russia
[2] chemistry department of natural sciences faculty, Adyghe state university, Pervomayskaya str., 208, Maikop, 385000, Russia

Summary.During the last decades becoming more sharply there is a problem of chemical and environmental monitoring and industrial inspection the content of toxic elements in food raw materials and foodstuff. At the same time there is a need to develop rapid methods, informative, integral, reflecting not only the safety but also the ecological purity of food raw materials. The method of determination of content of toxic elements on activity of its own lipase of in situ (AOL-method) in seeds of oil-bearing crops, on the example of sunflower is offered. The system of mathematical assessment of analytical criteria of laboratory test used in clinical laboratory diagnostics was for this purpose adapted. Sunflower seeds in which established the maintenance of toxiferous elements served as an object of a research: Cd, Pb, As, Hg, by atomic absorption method on the KVANT-Z.ETA device. Further tests divided on clear, including high-quality and pollution-free, and polluted - naturally containing toxiferous elements and which are artificially contaminated. Definition of activity of a lipase of seeds was carried out by the standard titrimetric method. Decrease of the activity of enzyme was connected with the maintenance of toxiferous elements. Proceeding from the received results counted an analytical significance (sensitivity, specificity, and predictive value of descriptiveness the positive and negative results) of determination of level of maintenance of toxiferous elements in sunflower seeds by the AOL-method. The set values of analytical specificity of a method and predictive value of a positive take at the level of 77.3% and 71.4% respectively, do not allow to use the offered method for the quantitative analysis, however, analytical sensitivity at the level of 86.2% and the predictive value of the negative result at the level of 89.5%, allow to recommend the AOL-method for screening programs of chemical environmental monitoring and technological monitoring of a contamination of seeds of sunflower toxiferous elements.

Keywords:analytical sensitivity, analytical specificity, sunflower lipase, AOL-method

Для цитирования
Дьяченко Ю. А., Цикуниб А. Д. Аналитическая значимость АСЛ-метода в скрининговых программах химико-экологического мониторинга и технологического контроля // Вестник ВГУИТ.2016. № 3. С. 218–222. doi:10.20914/2310-1202-2016-3-218-222

For citation
Dyachenko Yu. A., Tsikunib A. D. The analytical importance of determination of activity a lipase for the express analysis of contamination heavy metals of seeds of sunflower. *VestnikVSUET* [ProceedingsofVSUET]. 2016. no. 3.pp. 218–222. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-3-218-222

Введение

Проблема химико-экологического мониторинга и технологического контроля объектов окружающей среды в последние десятилетия становится все более актуальной из-за интенсивных и тревожных изменений в экологических системах, вызванных деятельностью человека [1]. Из большого числа вредных факторов наиболее опасным и распространённым, является загрязнение объектов окружающей среды, в том числе продовольственного сырья и пищевых продуктах, тяжёлыми металлами [2, 3]. Для определения токсичных элементов в различных объектах используются как физико-химические методы (атомно-абсорбционной (ААС), атомно-эмиссионной (АЭС), атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой (ИСП АЭС), атомно-флуорисцентный (АФС) и т. д.), так и энзиматические на основе иммобилизованных ферментов (протеаз, амилаз, дегидрогенеаз, пероксидаз, также ферментов липолитического действия как, например, липаза) [4]. Все эти методы являются высокочувствительными, но трудоёмкими и дорогостоящими: физико-химические методы требуют большого количества времени, соответствующего высокотехнологичного оборудования и обученного персонала, а энзиматические – трудоемкой процедуры извлечения и иммобилизации фермента с сохранением его функциональной активности на необходимом уровне, поскольку даже частичная инактивация фермента в процессе извлечения и хранения полученного препарата ведет к неизбежным потерям в аналитической чувствительности и значимости исследований [5]. Исходя из этого, целью исследования явилось установление аналитической значимости определения активности собственной липазы in situ, названное нами – АСЛ-метод, в системе химико-экологического мониторинга и технологического контроля содержания токсичных элементов в живой растительной клетке, в частности семенах масличных культур.

1.1 Материалы и методы

Оценка аналитической значимости АСЛ-метода определения содержания тяжёлых металлов базировалась на предварительном установлении содержания токсичных элементов, нормируемых в семенах подсолнечника, таких как Cd, Pb, As, Hg, атомно-абсорбционным методом на приборе КВАНТ-Z.ЭТА, и определении активности собственной липазы (АСЛ) общепринятым титриметрическим методом [6]. АСЛ определяли в условиях in situ при pH 4,7 в семенах с влажностью не менее 6,5 % и не более 8 %, кислотным числом не более 0,8 мл КОН. Исследовано всего 73 пробы, из них 29 проб «чистых» семян, высококачественных (ВКСП) и экологически чистых (ЭЧСП), выращенных на экологически чистой территории Ботанического сада АГУ, в которых содержание токсичных элементов не превышало 0,25 ПДК, а также 44 пробы, содержащие токсичные элементы на уровне от 0,5 ПДК до 1,0 ПДК, в том числе с естественным содержанием кадмия (n = 19), и контаминированных искусственно на уровне 1,0 ПДК солями свинца (n = 9), ртути (n = 8) и мышьяка (n = 8).

Количественные характеристики аналитической значимости АСЛ-метода определения содержания тяжёлых металлов в семенах подсолнечника устанавливали по следующим критериям: *аналитическая чувствительность* – доля (%) положительных результатов анализа АСЛ в пробах, не загрязнённых или содержащих токсичный элемент в концентрации менее 0,5 ПДК (**АЧ**), *аналитическая специфичность* – доля (%) отрицательных результатов АСЛ в пробах, содержащих 0,5 ПДК и более токсичных элементов (**АС**), *предсказательная ценность отрицательного результата теста* (**ПЦ-**) – вероятность того, что в пробе токсичный элемент содержится в концентрации 0,5 ПДК и более и активность фермента ниже установленной, т. е. отрицательный результат теста и *положительного результата* (**ПЦ+**) – вероятность того, что в пробе отсутствует токсичный элемент или содержится на уровне менее 0,5 ПДК и активность фермента соответствует референтному (оптимальному) значению, т. е. положительный результат теста. Для количественного определения значений перечисленных аналитических критериев использовали формулы, предложенные В.В. Меньшиковым [7]. Все полученные результаты (**Р**) распределяли на положительные (**Р+**) и отрицательные (**Р-**). В свою очередь, первые подразделяли на истинно положительные (**ИПР**) и ложноположительные (**ЛПР**), где

ИПР – это результаты анализа пробы, в которых тест показал положительную активность фермента на уровне максимальных значений референтной величины, при этом токсичные элементы в них отсутствуют или содержатся в концентрации менее 0,5 ПДК.

ЛПР – результаты анализа пробы, в которых активность фермента оказалась на высоком уровне, при содержании токсичных элементов более 0,5 ПДК. Отрицательные результаты анализа проб делили по тому же принципу – на истинно отрицательные (**ИОР**) и ложноотрицательные (**ЛОР**).

ИОР – характеризуются низкой активностью фермента при содержании токсичных элементов более 0,5 ПДК, а ЛОР – при такой же низкой активности фермента пробы не содержат токсичных элементов или содержат их менее 0,5 ПДК. Аналитическая чувствительность и аналитическая специфичность теста должны быть не менее 80 % [7].

Исследования опирались на комплекс научных идей, фундаментальных положений и методологических подходов аналитической химии, биохимии и биотехнологии, основанных на возможности использования иммобилизованных ферментов, в том числе ферментных электродов, в определении тяжёлых металлов в объектах окружающей среды [4, 8, 9]; денатурирующем действии тяжёлых металлов на активность SH-содержащих ферментов, к которым относится липаза [10, 11]; значении определения активности ферментов в аналитической практике диагностики состояния живых организмов [12]; методологии оценки диагностической значимости результатов аналитических лабораторных исследований в клинической биохимии [7, 13].

1.2 Результаты и их обсуждение

Определение активности липазы в семенах подсолнечника статуса ВКСП и ЭЧСП, в которых содержание токсичных элементов составило в среднем 0,02 ± 0,01 мг/кг (0,2 ПДК) для кадмия, 0,18 ± 0,02 мг/кг (0,18 ПДК) для свинца и менее чувствительности метода для ртути и мышьяка, позволило установить оптимальные (референтные) величины активности фермента (таблица 1).

Таблица 1

Результаты исследования активности липазы семян подсолнечника, с разным уровнем загрязнения токсичными элементами

Table 1

Results of research of activity of a lipase of seeds of sunflower, with the different level of pollution by toxic elements

Наименование пробы Name of test		Количество проб Number of tests	Активность липазы, $см^3$ КОН на 10 г. за 2 часа Activity of a lipase, cm^3 KOH the on 10 g in 2 hours	Доля положительных (P+) и отрицательных (P-) результатов Share positive (R+) and negative (R-) results			
				P + (R +)		P – (R +)	
				ИПР (TPR)	ЛПР (FPR)	ИОР (TNR)	ЛОР (FNR)
Чистые семена Pure seeds	ВКСП (HQSS)	29	21,6 ± 0,9	25	-	-	4
	ЭЧСП (EFSS)		23,2 ± 0,8				
Загрязненные семена подсолнечника The polluted sunflower seeds	Cd 0,5–1 ПДК (MPC)	44	13,5 ± 1,7*	-	10	34	-
	Pb1 ПДК (MPC)		8,01 ± 1,1*				
	As 1 ПДК (MPC)		6,9 ± 0,8*				
	Hg 1 ПДК (MPC)		4,32 ± 1,2*				
Всего In total		73		35		38	

Примечание: • достоверность различий с ВКСП и ЭЧСП $p \leq 0,05$
Note: • The validity of the discrepancies with HQSS and EFSS $p \leq 0,05$

Как видно из таблицы, в высококачественных и экологически чистых, т. е. «здоровых» семенах подсолнечника, активность липазы высокая и в тех условиях, в которых проводились исследования, была не менее 20 $см^3$ КОН на 10 г. за 2 часа. В присутствии Cd в естественных условиях в количестве 0,074 ± 0,016 мг/кг (0,74 ПДК), активность фермента достоверно (*$p \leq 0,05$) снижается на 37,5 % и 41,8 % в сравнении с ВКСП и ЭЧСП соответственно. Для семян искусственно контаминированых токсичными элементами на уровне 1,0 ПДК отмечается существенное снижение активности фермента по сравнению с ВКСП и ЭЧСП под действием свинца на 62,9 % и 65,5 %, мышьяка – 68 % и 70,3 % и ртути – 80 % и 81,4 % соответственно. При этом необходимо отметить большой разброс получаемых значений, что связано с разной величиной ингибирования металлов [14].

Как видно из полученных результатов, при исследовании семян подсолнечника, контаминированных токсичными элементами, ИПР и ЛОР не выявлено, а в результатах, полученных на чистых семенах, наоборот, отсутствуют ИОР и ЛПР. Используя полученные данные, рассчитана аналитическая значимость (чувствительность, специфичность, информативность и предсказательная ценность положительных и отрицательных результатов) определения уровня содержания токсичных элементов в семенах подсолнечника по АСЛ-методу.

Вероятность того, что в пробах, с содержанием токсичного элемента менее 0,5 ПДК, будет получен положительный результат теста (активность фермента на высоком уровне) свидетельствует аналитическая чувствительность, которая в нашем случае составила:

$$АЧ = \frac{ИПР}{ИПР + ЛОР} \times 100 = \frac{25}{25+4} \times 100 = 86,2\%. \quad (1)$$

Найденное значение АЧ показывает, что положительный результат исследования, выявленный в 86,2 % проб, говорящий об отсутствии токсичных элементов, можно считать значимым, так как предсказательная ценность отрицательного результата теста более 80 %:

$$(ПЦ-) = \frac{ИОР}{ИОР + ЛОР} \cdot 100 = \frac{34}{34+4} \times 100 = 89,5\% \quad (2)$$

Аналитическая специфичность, характеризующая вероятность того, что в пробах, загрязнённых токсичными элементами на уровне 0,5 ПДК и более, будет получен отрицательный результат теста (снижение активности фермента) составила:

$$АС = \frac{ИОР}{ИОР + ЛПР} \cdot 100 = \frac{34}{34+10} \times 100 = 77,3\%. \quad (3)$$

Предсказательная ценность положительного результата теста составила:

$$(ПЦ+) = \frac{ИПР}{ИПР + ЛПР} \cdot 100 = \frac{25}{25+10} \times 100 = 71,4\% \quad (4)$$

Полученные результаты показывают, что из 73 проб только 19,2 % дают недостоверный результат, при этом, предсказательная ценность положительного результата теста составляет 71,4 %, т. е. семена, исследуемые на содержание токсичных элементов с высокой долей вероятности, не содержат их, или содержат в концентрации менее 0,5 ПДК.

Тесты с высокой аналитической специфичностью и предсказательной ценностью положительного результата рекомендуется [7] использовать для количественного анализа, а тесты с высокой аналитической чувствительностью и предсказательной ценностью отрицательного результата – для выполнения скрининговых исследований. Сравнительный анализ показывает, что в нашем случае складывается вторая ситуация (рис. 1).

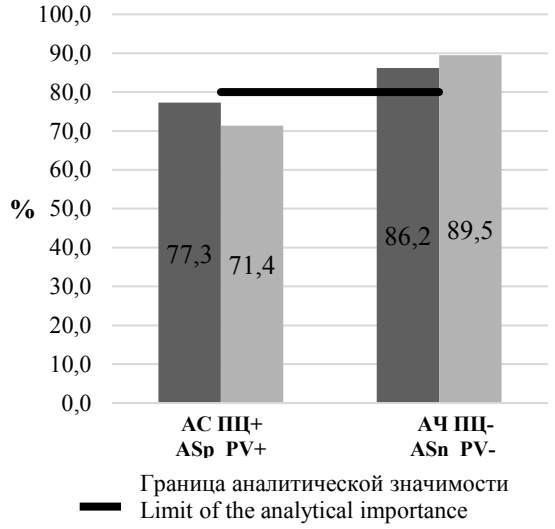


Рисунок 1. Сравнительная оценка аналитических критериев и предсказательной ценности АСЛ-метода

Figure 1. Comparative assessment of analytical criteria and predictive value of the AOL-method

Как видно из рисунка АСЛ-метод определения контаминации семян подсолнечника токсичными элементами, характеризуется высокими показателями АЧ и ПЦ – результата и более низкими значениями АС и ПЦ + результата, что позволяет, рекомендовать данный метод для скрининговых исследований большого количества образцов на возможность контаминации тяжёлыми металлами.

Выводы

Высокая аналитическая чувствительность на уровне 86,2 % и предсказательная ценность отрицательного результата на уровне 89,5 % позволяют рекомендовать предлагаемый АСЛ-метод для скрининговых программ химико-экологического мониторинга и технологического контроля контаминации масличных семян токсичными элементами.

ЛИТЕРАТУРА

1 Мыларщиков А.М. Систематизация методов оценки антропогенного воздействия на окружающую среду // Интернет-журнал Науковедение. 2012. № 3 (12). С. 8.

2 Теплая Г.А. Тяжелые металлы как фактор загрязнения окружающей среды (обзор литературы) // Астраханский вестник экологического образования. 2013. № 1 (23). С. 182–192.

3 Bortey-Sam N., Nakayama S.M.M., Akoto O. et al. Accumulation of Heavy Metals and Metalloid in Foodstuffs from Agricultural Soils around Tarkwa Area in Ghana, and Associated Human Health Risks // International Journal of Environmental Research and Public Health. 2015. № 12(8). P. 8811–8827.

4 Muginova S.V., Myasnikova D.A., Polyakov A.E., Shekhovtsova T.N. Immobilization of plant peroxidases in cellulose–ionic liquid films // Mendeleev Communications. 2013. V. 23. № 2. P.74–75.

5 Новиков Д.А Выделение и очистка продуктов биотехнолгии. Методическое пособие. Минск.: БГУ, 2014. 256 с.

6 Щербаков В.Г., Лобанов В.Г. Биохимия и товароведение масличного сырья. М.: КолосС, 2012. 392 с

7 Меньшиков В.В. Критерии оценки методик и результатов клинических лабораторных исследований: справочное пособие. М.: Лабора, 2011. 328 с.

8 Шеховцова Т.Н., Мугинова С.В., Веселова И.А. Развитие ферментативных методов // Химический анализ: на пути к совершенству. 2015. С. 245–257.

9 Smirnova D.V., Ugarova N.N. Bioanalytical sys-

tems based on bioluminesence resonance energy transfer using firefly luciferase // Combinatorial Chemistry and High Throughput Screening. 2015. V. 18. № 10. P. 946–951.

10 Маршалл В.Дж., Бангерт С.К. Клиническая биохимия: пер.с англ. М.: Бином, 2016. 408 с.

11 Северин Е.С. Биохимия. М.: МГУ, 2016. 768 с.

12 Коваленко Г.А., Беклемишев А.Б. Перминова Л.В, Чуенко Т.В. и др. Иммобилизация рекомбинантного штамма–продуцента термостабильной липазы из Thermomyces lanuginosus в наноуглерод-силикатные матрицы и свойства приготовленных биокатализаторов // Прикладная биохимия и микробиология. 2013. Т. 49. № 3. С. 1–11.

13 Дрыгин А.Н., Максимов Р.В. Диагностическая значимость показателей циклазной системы в лейкоцитах больных сахарным диабетом 1 и 2 типов // Клиническая больница. 2012. № 2–3 (2). С. 122–125.

14 Дьяченко Ю.А., Цикуниб А.Д Влияние тяжелых металлов на активность липаз семян подсолнечника in situ // Вестник ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2016. № 1. С. 64–68.

REFERENCES

1 Mylarshhikov A.M. Systematics of methods to assess human impacts on the environment. *Internetzhurnal Naukovedenie*. [Online magazine Science of science] 2012, no. 3 (12), pp.8. (in Russian).

2 Teplaja G.A. Heavy metals as a factor of oenvironmental pollution (review) *Astrahanskij vestnik jekologicheskogo obrazovanija*. [Astrakhan messenger of environmental education] 2013, no. 1 (23), pp. 182–192. (in Russian).

3 Bortey-Sam N., Nakayama S.M.M., Akoto O. et al. Accumulation of Heavy Metals and Metalloid in Foodstuffs from Agricultural Soils around Tarkwa Area in Ghana, and Associated Human Health Risks. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2015, no. 12(8), pp. 8811–8827.

4 Muginova S.V., Myasnikova D.A., Polyakov A.E., Shekhovtsova T.N. Immobilization of plant peroxidases in cellulose–ionic liquid films // Mendeleev Communications. 2013. V. 23. № 2. P.74–75.

5 Novikov D.A Vydelenie i ochistka produktov biotehnolgii. [Selection and cleaning of biotechnological products] Minsk, BGU, 2014. 256 p. (in Russian).

6 Shcherbakov V.G., Lobanov V.G. *Biokhimiya i tovarovedenie maslichnogo syr'ya* [Biochemistry and merchandizing of olive raw materials] Moscow, KolosS, 2012. 392 p. (in Russian).

7 Men'shikov V.V. Kriterii ocenki metodik i rezul'tatov klinicheskih laboratornyh issledovanij [Criteria for evaluating the methods and results of clinical laboratory tests] Moscow, Labora, 2011. 328 p. (in Russian)

8 Shekhovtsova T.N., Muginova S.V., Veselova I.A. Development of enzymatic methods *Khimicheskij analiz: na puti k sovershenstvu*. [Chemical analysis: on the way to perfection.] 2015, pp. 245–257. (in Russian).

9 Smirnova D.V., Ugarova N.N. Bioanalytical systems based on bioluminesence resonance energy transfer using firefly luciferase. Combinatorial Chemistry and High Throughput Screening, 2015, vol. 18, no. 10, pp. 946–951.

10 Marshall V. Dzh., Bangert S.K. Klinicheskaja biohimija. [Clinical biochemistry] Moscow, Binom, 2016. 408 p. (in Russian).

11 Severina E.S. Biokhimiya. [Biochemistry] Moscow, MGU, 2016, 768 p. (in Russian).

12 Kovalenko G.A., Beklemishev A.B. Perminova L.V, Chuenko T.V. et al. Recombinant strain producing thermostable lipase from Thermomyces lanuginosus immobilized into nanocarbon-in-silica matrices and properties of the prepared biocatalysts *Prikladnaja biohimija i mikrobiologija*. [Applied Biochemistry and Microbiolog] 2013, vol. 49, no. 3, pp. 1–11. (in Russian).

13 Drygin A.N., Maksimov R.V. Diagnostic significance of clinico-laboratory cyclase system indices in leukocytes of the patients suffering from diabetes mellitus type 1 and 2 *Klinicheskaja bol'nitsa*. [Clinical medicine] 2012, no. 2–3 (2), pp. 122–125. (in Russian).

14 D'yachenko Yu. A., Tsikunib A.D Effect of heavy metals on activity of lipase sunflower seeds in situ *Vestnik VGU Serija: Himija. Biologija. Farmacija*. [Bulletin of VSU Series: Chemistry. Biology. Pharmaceutics] 2016, no 1, pp. 64–68. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Юлия А. Дьяченко аспирант, кафедра химии, НИИ Комплексных проблем, Адыгейский государственного университета, ул. Первомайская 208, г. Майкоп, 385000, Россия, jesi-001@mail.ru

Аминет Д. Цикуниб д. б. н, профессор, зав. каф. химии факультета естествознания, Адыгейского государственного университета, ул. Первомайская 208, г. Майкоп, 385000, Россия, cikunib58@mail.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Yulia A. Dyachenko graduate student, chemistry department, institute for complex problems, Adyghe state university, Pervomayskaya str., 208, Maikop, 385000, Russia, jesi-001@mail.ru

Aminat D. Tsikunib doctor of biological science, professor, head of the chemistry department, Adyghe state university, Pervomayskaya str., 208, Maikop, 385000, Russia, cikunib58@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Юлия А. Дьяченко провела обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперимент, выполнила расчёты, написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат.

Аминет Д. Цикуниб адаптировала систему математической оценки аналитических критериев лабораторного теста, используемая в клинико-лабораторной диагностике, осуществляла консультацию в ходе исследования, корректировала рукопись.

CONTRIBUTION

Yulia A. Dyachenko review of the literature on an investigated problem, made experiment, has executed calculations wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism proposed a scheme of the experiment and organized production trials

Aminat D. Tsikunib adapted system of a mathematical assessment of analytical criteria of a laboratory test, used in clinical laboratory diagnostics, consultation during the study, correct it before filing.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

ПОСТУПИЛА 29.07.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 18.08.2016

RECEIVED 7.29.2016

ACCEPTED 8.18.2016

Оригинальная статья/Original article

УДК 543.632.5:681.3

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-223-233

Прогнозирование направления изменения запаха мясных изделий при разработке новых рецептур по результатам обработки данных «электронного носа» хемометрическими методами

Татьяна А. Кучменко, [1] tak1907@mail.ru
Дарья А. Порядина, [2] sibilda1@yandex.ru
Анастасия А. Шуба [1] an-mishina@yandex.ru

[1] кафедра физической и аналитической химии, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия

[2] кафедра материаловедения и ремонта вооружения, Военная академия Ракетных войск стратегического назначения имени Петра Великого» Министерства Обороны Российской Федерации (филиал в городе Серпухов Московской области), ул. Бригадная, 17, г. Серпухов, 142210, Россия

Реферат. Обсуждается возможность применения новых параметров пьезокварцевого микровзвешивания и методов главных компонент, дискриминантного анализа с помощью регрессии на латентные структуры для обработки выходных данных массива пьезосенсоров для обнаружения индивидуальных ароматобразующих соединений, количественной оценки свойств запаха в рутинном анализе, при разработке новых рецептур пищевых систем при введении функциональных добавок в заводских лабораториях. Изучена сорбция легколетучих органических соединений, составляющих аромат мясных изделий, на тонких пленках сорбентов – модификаторов электродов пьезокварцевых резонаторов, формирующих массив сенсоров анализатора газов «электронный нос». Полученный массив сенсоров обучен по основным веществам-маркерам (дистиллированная вода, этановая, бутановая кислоты; алифатические спирты (C_2–C_5) нормального и изомерного строения; диметилкетон, метилэтилкетон; алкилацетаты (C_2–C_5), метилпропионат). Оценено влияние паров воды, как мешающего фактора, при сорбции органических соединений. Рассчитаны параметры эффективности сорбции легколетучих соединений, позволяющие идентифицировать отдельные органические соединения или класс близких по природе в газовых смесях. Применение дискриминантного анализа с помощью регрессии на латентные структуры позволило идентифицировать отдельные органические соединения в равновесных газовых фазах над реальными образцами для прогнозирования направления изменения запаха мясных изделий с частичной заменой мясного сырья функциональными препаратами растительного происхождения (гречневая и пшенная крупы, рассолы соевого и рапсового белка) и продуктами микробного синтеза (препарат дрожжей и пшеничных отрубей). Для детального изучения изменения запаха при внесении различного количества круп в состав продукта применён метод главных компонент. В качестве входных параметров для хемометрических методов выбраны традиционный аналитический сигнал массива пьезосенсоров – единичные отклики измерительных элементов и новый – параметр эффективности сорбции. Результаты обработки данных анализатора газов «электронный нос» хемометрическими методами согласуются с результатами дегустации готовых изделий обученными специалистами.

Ключевые слова: органолептические характеристики, запах, пищевые системы, функциональные добавки, прогнозирование, дегустация, пьезосенсоры, регрессионный анализ, электронный нос

Forecast of the direction changes of meat products odor in the development of new recipes according to the results of “electronic nose” data treatment with chemometric methods

Tatiana A. Kuchmenko, [1] tak1907@mail.ru
Darya A. Poryadina, [2] sibilda1@yandex.ru
Anastasia A. Shuba [1] an-mishina@yandex.ru

[1] physical and analytical chemistry department, Voronezh State University of Engineering Technology, Revolution Av., 19 Voronezh, Russia.

[2] materials science and repair of weapons department , Military Academy of the Strategic Missile Forces named after Peter the Great," the Ministry of Defense of the Russian Federation (a branch in the city of Serpukhov, Moscow region), Brigadnaya St., 17 Serpuchov, Russia

Для цитирования

Кучменко Т. А., Порядина Д. А., Шуба А. А. Прогнозирование направления изменения запаха мясных изделий при разработке новых рецептур по результатам обработки данных «электронного носа» хемометрическими методами // Вестник ВГУИТ. 2016. № 3. С. 223–233. doi:10.20914/2310-1202-2016-3-223-233

For citation

Kuchmenko T. A., Poryadina D. A., Shuba A. A. Forecast of the direction changes of meat products odor in the development of new recipes according to the results of "electronic nose" data treatment with chemometric methods. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 3. pp. 223–233. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-3-223-233

Summary. The possibility of using new parameters of quartz crystal microbalance and methods of principal component analysis and discriminant analysis using regression to latent structures for processing the output data of piezosensors array for the detection of individual odor-forming compounds, quantitative assessment of odor properties in routine analysis, in the development of new recipes of food systems with the introduction of functional additives in the factory laboratories are discussed. Sorption of volatile organic compounds that make up the odor of meat products, on thin films of sorbents - modifiers of piezoelectric resonators electrodes, forming an array of sensors of gases analyzer "electronic nose" is studied. The resulting sensor array is trained on the main marker substances (distilled water, ethane, butyric acids, aliphatic alcohols (C_2-C_5) of normal and isomeric structure, dimethyl ketone, methyl ethyl ketone, alkyl acetates (C_2-C_5) methylpropionate). The effect of of water vapors as interfering factor in sorption of organic compounds was assessed. The parameters of the efficiency of volatile compounds sorption, allowing the identification of individual organic compounds or a class of similar to them in nature in gas mixtures were calculated. The use of discriminant analysis with regression to latent structures allowed the identification of individual organic compounds in the equilibrium gas phases over the real models for forecasting of change of direction of meat products odor with partial replacement of meat raw materials with functional preparations of plant origin (buckwheat and millet cereals, pickles of soybean and rapeseed protein) and products of microbial synthesis (preparation of yeast and wheat bran). For a detailed study of the changes in odor direction _ during the introduction of different amounts of cereals in the product the principal components method was applied. As the input parameters for the chemometric methods traditional analytical signal of the array of piezosensors - individual responses of measuring elements and the new - the parameter of sorption efficiency were selected. The results of gases analyzer processing data "electronic nose" with chemometric methods are consistent with the results of tasting the finished product by trained specialists.

Keywords: organoleptic characteristics, odor, food systems, functional preparations, odor effect, forecast, tasting, piezosensors, regression analysis, electronic nouse.

Введение

При составлении рецептур пищевых продуктов особое внимание уделяют формированию органолептических показателей (внешний вид, цвет, запах, вкус), определяющих потребительское предпочтение, особенно новых наименований.

Моделирование новых мясных продуктов направлено на обогащение продуктов традиционных рецептур биологически активными веществами, волокнами, заменой легкоусвояемых компонентов (функциональное питание), а также замену мясного сырья растительными и животными препаратами. Введение препаратов с высоким содержанием белка может приводить к появлению негативных дескрипторов «посторонний», «другой» при органолептической оценке, повлиять на срок хранения.

Для получения готового изделия с заданными высокими органолептическими и физико-химическими показателями, обеспечивающими оптимальные функционально-технологические свойства, необходимо на всех операциях технологической схемы организовать интегрированную систему контроля качества в цепи «сырье – готовый продукт» [1-3].

В России стандартизированы аналитические методы дегустационной оценки органолептических показателей (сравнения, описательные). К описательным аналитическим методам относят профильный анализ с балловой системой оценки. В задачи описательных методов входит использование точной терминологии, не допускающей разночтений.

Для органолептической оценки мясных изделий применяют балловую систему, которая характеризуется простотой и унифицированным форматом.

В рутинном анализе большого количества проб близких по составу, а также при разработке новых рецептур пищевых продуктов, где необходимо выделить изменяющееся свойство запаха и проследить его изменение при моделировании состава, на различных этапах технологической обработки и хранения, традиционный органолептический анализ (дегустация опытными специалистами) усложняется, так как балловая система является недостаточно эффективной, поскольку характеризуется невысокой различительной способностью и унифицированным форматом.

Применение анализаторов на основе химических сенсоров для исследования многокомпонентных систем переменного состава (легколетучей фракции запаха) позволяет за одно измерение определить несколько показателей исследуемых проб. В Германии, США, Канаде и других странах для экспрессного анализа животных и растительных систем производят и широко применяют промышленные анализаторы газов с методологией «электронный нос» различных марок [4, 5].

Для сопоставления многомерных матриц выходных сигналов системы «электронный нос» применяют методологию «отпечатков пальцев» (наложение друг на друга суммарных выходных сигналов для двух проб), хемометрические методы (кластерный анализ, метод главных компонент, дискриминантный анализ с проекцией на латентные структуры, регрессия на главные компоненты, искусственные нейронные сети и др.) [4-6]. Это приводит к усложнению программного обеспечения устройств «электронный нос» и стадии

обработки результатов. В коммерчески доступных мультисенсорных системах рекомендовано принимать в качестве информативных сигналов только максимальные отклики сенсоров при взаимодействии с компонентами пробы [5]. Это приводит к сужению информационного поля данных анализатора и потере аналитической информации.

Из всех типов преобразователей наиболее полно индивидуальные особенности взаимодействия в сорбционных системах передают пьезокварцевые преобразователи ОАВ-типа (микровесы) [6, 7]. Наиболее сложным для этих систем является прогнозирование эффекта суммарного взаимодействия и вклада качественных, количественных параметров сорбции индивидуальных соединений на вид выходной кривой пьезокварцевых микровесов при анализе смесей. Учитывая перекрестную чувствительность сенсоров, тем не менее, сочетанием нескольких расчетных параметров их выходных кривых возможно получение информации о содержании и доле в смеси отдельных классов легколетучих веществ (ЛЛВ).

Цель работы: оценить возможности анализатора газов с методологией «электронный нос» для прогнозирования влияния функциональных препаратов на запах белковых систем при создании рецептур по новым параметрам и различным по сложности алгоритмам обработки аналитической информации.

Эксперимент проводили в несколько этапов: 1) подбор измерительных элементов для решения задач идентификации легколетучих соединений в газовых смесях; 2) построение регрессионных моделей по результатам микровзвешивания индивидуальных тест-соединений для оценки изменения нативного запаха мясных продуктов и равновесных газовых фаз над белковыми матрицами различного состава при введении растительных функциональных препаратов; 3) проверка адекватности модели по результатам испытаний образцов на соответствие требованиям стандарта по органолептическим показателям.

1.1 Материалы и методы

Исследование равновесных газовых фаз **(РГФ)** над пробами проводили в научно-исследовательской лаборатории ООО «Сенсорика – Новые Технологии» на базе ФГБОУ ВО «ВГУИТ» на многоканальном анализаторе газов «МАГ-8» (РФ) на основе восьми пьезокварцевых резонаторов с базовой частотой колебаний 10,0 МГц с разнохарактерными пленками сорбентов на электродах. Сорбцию проводили при температуре 20 ± 1°С и контролировали полноту регенерации системы после каждого взаимодействия. Регенерацию системы осуществляли в течение 10 мин до полной десорбции легколетучих органических тест-соединений из ячейки детектирования и пленок-сорбентов продувкой потоком осушенного лабораторного воздуха

В качестве тест-соединений (аналиты) выбраны пары легколетучих органических соединений, а также воды, составляющих группу газов-маркеров состояния и входящих в легколетучую фракцию запаха большинства белковых систем, в том числе пищевых продуктов: бутановая кислота; алифатические спирты (C_2–C_5) нормального и изомерного строения; алкилацетаты (C_2–C_5), метилпропионат; кетоны (диметилкетон, метилэтилкетон) [6].

Для изучения сорбции индивидуальных соединений применяли метод дискретной газовой экстракции равновесной газовой фазы над веществами классификации «ч.д.хр» при температуре 20 ± 1 °С.

В качестве сорбентов выбраны *стандартные хроматографические фазы*: полидиэтиленгликоль сукцинат (**ПДЭГС**), тритон Х-100 (**ТХ100**), динониловый эфир фталевой кислоты (**ДНФ**), полиоксиэтилен (20) – сорбитанмоноолеат **(Tween)**; *специфические сорбенты*: дициклогексан-18-краун-6 **(18К6)** (фирма «Alfa Aesar», США). Масса покрытий на электродах ПКР составляла 10–15 мкг.

Подготовку пьезосенсоров для детектирования паров ЛЛВ осуществляли по ранее разработанным методикам [6, 7].

Программное обеспечение анализатора газов «МАГ-8» позволяет выделить максимальные отклики измерительных элементов (ΔF_i, Гц) за время взаимодействия и формировать их в суммарный аналитический сигнал – «визуальный отпечаток» максимальных откликов. Все применяемые параметры и аналитические сигналы оценены на статическую надежность (P = 0,95, n = 4–5).

Хемометрическую обработку многомерных данных проводили с использованием программного обеспечения Unscrumbler 10.0.0.

В качестве объектов исследования выбраны равновесные газовые фазы над реальными образцами пищевых систем из сырья животного происхождения с различными функциональными препаратами (таблица 1).

Таблица 1.

Характеристика объектов исследования

Table 1.

Characteristic objects of study

Наименование объектов исследования The name of the objects of study	Характеристика Characteristic
Образец 1 Sample 1	Котлеты из свино-говяжьего фарша (контроль) Pattiens of pig-beef mince (kontrol)
Образец 2 Sample 2	Котлеты из свино-говяжьего фарша с добавлением препарата дрожжей и пшеничных отрубей Pattiens of pig-beef mince and adding a preparation of yeast and wheat bran
Образец 3 Sample 3	Окорочка, шприцованные рассолом соевого белка и каррагинана Legs extruded brine of soy protein and carrageenan
Образец 4 Sample 4	Окорочка, шприцованные рассолом рапсового белка и каррагинана Legs extruded brine of canola protein and carrageenan
Образец 5 Sample 5	Паштет на основе свинины (контроль) Terrine based on pork (kontrol)
Образец 6 Sample 6	Паштет на основе свинины с заменой 10% основного сырья пшенной крупой Terrine based on pork, replacing 10% of the main raw material millet grains
Образец 7 Sample 7	Паштет на основе свинины с заменой 20% основного сырья пшенной крупой Terrine based on pork, replacing 20% of the main raw material millet grains
Образец 8 Sample 8	Паштет на основе свинины (контроль) Terrine based on pork (kontrol)
Образец 9 Sample 9	Паштет на основе свинины с заменой 10% основного сырья гречневой крупой Terrine based on pork, replacing 10% of the main raw material of buckwheat
Образец 10 Sample 10	Паштет на основе свинины с заменой 20% основного сырья гречневой крупой Terrine based on pork, replacing 20% of the main raw material of buckwheat

Исследуемые образцы предоставлены в рамках научно-исследовательской работы и дипломного проектирования на кафедре технологии продуктов животного происхожденияя ФГБОУ ВО «ВГУИТ» (под руководством проф. Антиповой Л.В.).

Для подтверждения правильности результатов микровзвешивания проводили дегустацию проб готовых мясных изделий. Оценивали соответствие органолептических показателей требованиям ГОСТ 9959–91.

1.2 Формирование массива пьезосенсоров для идентификации органических соединений

Массив измерительных элементов «электронного носа» формировали так, чтобы различалась селективность пьезосенсоров (S_i) при микровзвешивании паров тест-соединений и по результатам измерения сохранялась возможность оценки влияния нативных компонентов вводимых препаратов на запах готового продукта (таблица 2).

При детектировании легколетучих органических соединений в сложных лабильных смесях необходимо учитывать влияние всех компонентов. Для надёжного определения газов маркеров в РГФ над белковыми системами необходимо учитывать влияние паров воды на сорбцию органических соединений.

Для каждого покрытия рассчитывали коэффициент селективности как отношение максимальных откликов пьезосенсоров при детектировании органических соединений и паров воды при равных температурах сорбции, объёме РГФ над веществом по формуле:

$$S_i = \frac{\Delta F_i^{o.c.}}{\Delta F_i^{в}}, \qquad (1)$$

где $\Delta F_i^{o.c.}$ – аналитический сигнал i-пьезосенсора в парах органического соединения, Гц; $\Delta F_i^{в}$ – аналитический сигнал i-пьезосенсора в парах воды, Гц.

Для анализа реальных образцов белковых систем по величинам коэффициентов селективности выбраны 5 пьезосенсоров с пленками ДНФ – для селективного определения кетонов и сложных эфиров, 18К6, ПДЭГС, Tween и ТХ100 – для оценки суммарного содержания этилацетата, метилпропионата, кетонов, алифатических кислот, спиртов C_2-C_4 нормального и изомерного строения.

Таблица 2.

Коэффициенты селективности *(S_i)* массива пьезосенсоров в различных сорбционных системах

Table 2.

Selectivity coefficients array piezosensors in different sorption systems

Аналит Analyt	Покрытие пьезосенсора Cover piezosensor				
	ДНФ DNF	18К6 18K6	ПДЭГС PDEGS	Tween Tween	ТХ100 TX100
Вода Water	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Этанол Ethanol	7,0	**3,0**	**3,3**	**3,4**	**3,9**
Пропанол-1 Propanol-1	7,0	2,5	1,9	2,2	**3,6**
Пропанол-2 Propanol-2	9,0	2,4	**3,5**	**2,9**	**3,3**
Бутанол-1 Butanol-1	8,0	2,6	1,6	1,7	**3,3**
Пентанол-1 Pentanol-1	3,5	1,0	0,8	1,1	1,0
Бутановая кислота Butane acid	2,0	1,6	1,7	1,8	1,5
Этилацетат Ethyl acetate	**26,5**	**3,4**	**2,6**	**3,7**	**5,3**
Бутилацетат Butyl acetate	**15,5**	1,8	1,3	2,3	1,6
Амилацетат Amyl acetate	**9,0**	1,6	0,5	1,3	1,0
Метил-пропионат Methyl-propionate	**25,0**	**3,4**	2,2	**3,3**	**4,2**
Ацетон Acetone	**19,0**	**3,4**	**3,9**	**3,6**	**5,1**
Метил-этилкетон Methylethyl-ketone	**23,5**	**3,6**	1,7	**3,7**	**3,6**

Введение параметров эффективности сорбции *A(i/j)*, рассчитываемых как отношение максимальных откликов отдельных пьезосенсоров по формуле [13]:

$$A\left(\frac{i}{j}\right)=\frac{\Delta F_i}{\Delta F_j}, \qquad (2)$$

позволяют расширить информационное поле данных аналитической информации.

Параметр эффективности сорбции рассчитывали для всех изученных сорбционных систем, при этом определены все возможные сочетания откликов пьезосенсоров. Не учитывали значения обратнопропорциональных параметров, то есть, если рассчитано значение параметра *A(i/j)*, то параметр *A(j/i)* не включали в матрицу исходной аналитической информации.

С учётом идентификации отдельных классов легколетучих органических соединений по значениям параметра *A(i/j)* условно выделено несколько областей: $A \le 0{,}5$; $0{,}5 < A < 1$; $1 < A < 2$; $2 < A < 3$; $3 < A < 8$; $A > 8$. Из матрицы данных выделены наиболее информативные параметры *A(i/j)*, позволяющие идентифицировать отдельные соединения и классы в газовых смесях (таблица 3).

Для решения задач идентификации необходимо в качестве аналитической информации применять не только отклики пьезосенсоров (ΔF_i, Гц), но и параметры эффективности сорбции *A(i/j)*, так как появляется возможность оценить качественный состав смесей близких по природе органических соединений.

1.3 Идентификация газов-маркеров в равновесной газовой фазе над реальными пищевыми системами

На основании результатов анализа модельных газовых смесей установлено, что применение только параметров эффективности сорбции недостаточно для проведения качественного определения компонентов в сложных смесях легколетучих органических соединений близких по составу.

Поэтому применяли математические алгоритмы обработки матрицы данных – дискриминантный анализ с проекцией на латентные структуры **(ПЛС-ДА)** [4, 5]. Для его реализации при дифференциации модельных смесей строили матрицу кодированных данных размерностью 13 х 13 (13 – количество соединений).

Присутствие соединения кодировалось значением «1», а отсутствие – значением «0». В качестве входных параметров регрессионной модели выбраны – аналитическая информация массива пьезосенсоров при сорбции индивидуальных тест-соединений (абсолютные отклики ΔF_i, Гц и относительные *A(i/j)*).

Далее прогнозировали присутствие в смеси каждого соединения по кодированным значениям с помощью построенной регрессионной модели.

Адекватность модели проверена при обработке результатов анализа многокомпонентных белковых систем – мясных продуктов, изготовленных по изменённым рецептурам.

Таблица 3.

Ранжирование органических соединений на группы по значениям параметра *A(i/j)* для массива из 5-ти пьезосенсоров

Table 3.

The ranking of organic compounds into groups according to parameter *A(i/j)* values for an array of 5 piezosensors

Сочетание сигналов пьезо-сенсоров с покрытиями The combination of signals piezosensors coated	Значение показателей *A(i/j)* The importance of indicators *A(i/j)*					
	A ≤ 0,5	0,5 < A < 1	1 < A < 2	2 < A < 3	3 < A < 8	8 < A
ТХ100/Tween	Бутановая кислота, бутилацетат, амилацетат, н-бутанол, изопропанол Butane acid, butyl acetate, amyl acetate, butanol-1, propanol-2	Вода, кетоны, этилацетат, метил-пропионат, спирты (C_2, C_5) Water, ketones, methyl-propionate, alcohols (C_2, C_5)				
ТХ100/18К6			Вода, бутановая кислота, метилэтилкетон, бутилацетат, амилацетат, пентанол-1 Water, butane acid, methyl-ethyl ketone, butyl acetate, amyl acetate, pentanol-1	Ацетон, этилацетат, метил-пропионат, спирты C_2-C_4 Acetone, ethyl acetate, methylpropionate, alcohols C_2-C_4		
ДНФ/18К6 DNF/18К6	Вода, бутановая кислота Water, butane acid	Спирты C_2-C_5 Alcohols C_2-C_5	Кетоны, метилпропионат, амилацетат Ketones, methyl-propionate, amyl acetate	Этилацетат, бутилацетат Ethyl acetate, butyl acetate		
ТХ100/ДНФ ТХ100/DNF		Метилэтилкетон, алкилацетаты Methylethyl ketone, alkyls acetate	Ацетон, амиловые спирты Acetone, amyl alcohols	Спирты C_2-C_4 Alcohols C_2-C_4	Вода, бутановая кислота Water, butane acid	
ПДЭГС/18К6 PDEGS/18К6					Кетоны, алкилацетаты, спирты (C_3, C_5) Ketones, alkyls acetate, alcohols (C_3, C_5)	Вода, бутановая кислота, спирты (C_2-C_4) Water, butane acid, alcohols (C_2-C_4)

В задачи исследования входило оценить возможность применения анализатора газов «МАГ-8» с методологией «электронный нос» для прогнозирования и количественного выражения изменения запаха готовых изделии при введении влагосвязывающих препаратов (приобретение негативных дескрипторов запаха «посторонний», «другой»). Правильность результатов, полученных новым методом, подтверждали результатами дегустации (ГОСТ9959–91) [8]. В задачи обученных дегустаторов входило – определение смещения аромата готовых мясных изделий при изменении традиционной рецептуры введением функциональных добавок.

Априори, учитывая природу и функционально-технологическое назначение применяемых добавок, следует предположить изменение состава РГФ над исследуемыми образцами: обогащение нативными веществами рапсовых препаратов и гречневой крупы; внесение препарата на основе пшеничных отрубей, пшённой крупы прогнозирует оскуднение аромата из-за связывания легколетучих компонентов сырья.

Применение дискриминантного анализа с проекцией на латентные структуры для обработки данных анализатора «МАГ-8» при анализе РГФ над реальными пищевыми системами позволило идентифицировать различные компоненты из набора изученных тест-веществ (таблица 4).

С помощью алгоритма ПЛС-ДА установлено, что при добавлении функционального препарата дрожжей и пшеничных отрубей в образец 1 (контроль) происходит оскуднение РГФ над образцом 2. Это происходит вследствие удерживания легколетучих полярных органических соединений матрицы образца 1 клетчаткой отрубей (таблица 4). Результаты идентификации согласуются с результатами арбитражного метода и технологическим назначением препарата. Выраженность аромата образца 1 (контроль) выше, чем образца 2. При этом дегустаторы характеризуют аромат образца 2 негативными дескрипторами «недостаточно интенсивный».

Из литературных данных установлено, что в РГФ над исследуемыми образцами присутствуют не только идентифицированные вещества, однако, их содержание высокое по результатам газовой хроматографии [3, 9]. Количество идентифицированных веществ ограничено числом тест-веществ, входящих в исходные данные для построения регрессии.

Добавление препаратов различных растительных белков приводит к изменению состава РГФ над образцами, а значит, их органолептические свойства меняются. При введении препарата на основе рапса происходит существенное изменение состава РГФ, чем при введении соевых препаратов. Так в РГФ над образцом 4 идентифицированы согласно хемометрическим алгоритмам кроме сложных эфиров (вещества образца 3) ещё и алифатические спирты (C_3-C_4). Согласно дегустационной оценке данный образец 4 характеризуется появлением дескриптора «выраженный посторонний аромат», что приводит к негативному органолептическому профилю изделий (таблица 4). Данная характеристика появляется вследствие обогащения исходной матрицы продукта, основного сырья, нативными легколетучими веществами рапсовых культур, которые характеризуются высоким содержанием алифатических спиртов и сложных эфиров высших карбоновых кислот (линолевой, линоленовой кислот) [9].

Дегустационная оценка образцов 5–7 близких по составу различна (таблица 4). При введении добавки пшённой крупы в образец 5 происходит снижение интенсивности запаха образцов 6 и 7. В процессе термической обработки концентрация нативных веществ добавки пшённой крупы (сложные эфиры, спирты, ацетон, диацетил) уменьшается, высокое содержание полисахаридов приводит к оскуднению аромата над готовым изделием (образец 6 и 7) [10]. Дегустаторы отмечают эти образцы отрицательной характеристикой «недостаточно интенсивный».

Установлено, что при обогащении образца 8 препаратом на основе гречневой крупы происходит увеличение интенсивности аромата образцов 9 и 10, а так же появление «постороннего выраженного аромата» для образца 10 при снижении общей дегустационной оценки (таблица 4). Появление «выраженного постороннего запаха» образцов 9 и 10 происходит вследствие термической обработки, при которой образуются легколетучие компоненты гречневой крупы (диацетил, ацетальдегид, ацетон, аминоацетон, амины, фурфурол), обуславливающие её специфический аромат [10]. С помощью хемометрических методов не удалось зафиксировать изменения в составе РГФ над этими образцами с различным количеством препарата, с помощью метода ПЛС-ДА идентифицировано только одно вещество – амилацетат (таблица 4).

Данные изменения не установлены с помощью применяемого метода ПЛС-ДА из-за того, что некоторые нативные вещества (диацетил, амины, фурфурол) не включены в исходный набор тест-веществ. Для детального изучения изменения и идентичности состава РГФ над исследуемыми образцами при введении различных препаратов применяли другой хемометрический алгоритм – метод главных компонент (рисунок 1).

Таблица 4.

Результаты исследования свойств пищевых продуктов

Table 4.

The results of the study of the properties of food products

Проба Probe	Дегустационный анализ (ГОСТ 9959–91) Tasting analysis (GOST 9959–91)		Инструментальная оценка аромата методом ПЛС-ДА Instrumental evaluation of flavor by the method of PLS-DA
	Оценка в баллах Score, ball	Характеристика аромата Characteristic aroma	
Образец 1 Sample 1	7	Приятный, свойственный данному виду продукта, без посторонних запахов Pleasant, characteristic of this type of product, without foreign smell	Этилацетат, амилацетат, спирты (C_3, C_4) Ethyl acetate, amyl acetate, alcohols (C_3, C_4)
Образец 2 Sample 2	6	Свойственный данному виду продукта, недостаточно интенсивный Characteristic of this type of product, not intense enough	Этилацетат, амилацетат Ethyl acetate, amyl acetate
Образец 3 Sample 3	7	Приятный, свойственный данному виду продукта, без посторонних запахов Pleasant, characteristic of this type of product, without foreign smell	Этилацетат, амилацетат Ethyl acetate, amyl acetate
Образец 4 Sample 4	5	Удовлетворительный, с выраженным посторонним ароматом Satisfactory, with a pronounced foreign flavor	Этилацетат, амилацетат, спирты (C_3, C_4) Ethyl acetate, amyl acetate, alcohols (C_3, C_4)
Образец 5 Sample 5	7	Приятный, свойственный данному виду продукта, без посторонних запахов Pleasant, characteristic of this type of product, without foreign smell	Ацетон, этилацетат, спирты (C_2, C_3, C_4) Acetone, ethyl acetate, alcohols (C_2, C_3, C_4)
Образец 6 Sample 6	7	Приятный, свойственный данному виду продукта, без посторонних запахов Pleasant, characteristic of this type of product, without foreign smell	Ацетон, этилацетат, спирты (C_2, C_3, C_4) Acetone, ethyl acetate, alcohols (C_2, C_3, C_4)
Образец 7 Sample 7	5	Недостаточно интенсивный Not intense enough	Ацетон, этилацетат, спирты (C_2, C_3, C_4) Acetone, ethyl acetate, alcohols (C_2, C_3, C_4)
Образец 8 Sample 8	7	Приятный, свойственный данному виду продукта, без посторонних запахов Pleasant, characteristic of this type of product, without foreign smell	Амилацетат Amyl acetate
Образец 9 Sample 9	5	Приятный, свойственный данному виду продукта, без посторонних запахов Pleasant, characteristic of this type of product, without foreign smell	Амилацетат Amyl acetate
Образец 10 Sample 10	5	Удовлетворительный, с выраженным посторонним ароматом Satisfactory, with a pronounced foreign flavor	Амилацетат Amyl acetate

При применении МГК-моделирования все образцы распределились на три группы. Первая главная компонента (ГК) разделяет образца 5–7 от образцов 8–10. Что свидетельствует о различном составе РГФ над этими группами образцов с одинаковой матрицей мясного сырья, но различными добавками. Такое распределение согласуется с природой функциональных добавок и различной характеристикой изменения аромата образцом согласно дегустационной оценке (смещение вдоль первой ГК) (рисунок 1).

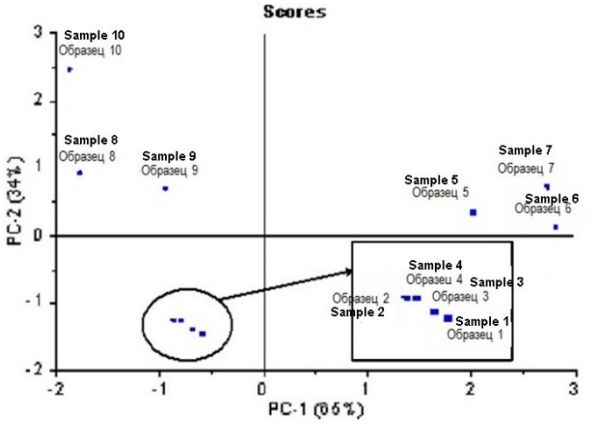


Рисунок 1. График счетов МГК-моделирования промышленных пищевых систем

Figure 1. Chart of accounts PCM-simulation of industrial food systems

Большой разброс в группе (образцы 8–10) свидетельствует о значительном изменении состава РГФ над этими образцами, чем для образцов 5–7. При увеличении содержания препаратов растительного происхождения (образцы 9 и 10) происходит смещение точек вдоль оси второй ГК (рисунок 1).

Образцы 1–4 отнесены к одной группе по выбранным дифференцирующим параметрам, что отражает близкий состав РГФ над ними.

Для установления идентификационной и прогнозной способности массива пьезосенсоров анализатора «МАГ-8» применяли график нагрузок МГК-моделирования идентификационных параметров (рисунок 2). Установлено, что для реальных образцов установлено, что наиболее сильное влияние на модель оказывают параметры *A(ТХ100/18К6), A(ПДЭГС/18К6)*, которые были выбраны при обработке данных сорбции тест-соединений, и *A(ТХ100/ПДЭГС)*.

Установлено, что показания пьезосенсора на основе ПДЭГС отражают влияние добавок на состав РГФ над исследуемыми образцами-контроль. Для идентификации исследуемых образцов по происхождению исходного сырья (мясо птицы, свинина или говядина) следует применять параметры *A(18К6/ПЭГ-2000)* и *A(ТХ100/ПЭГ-2000)*.

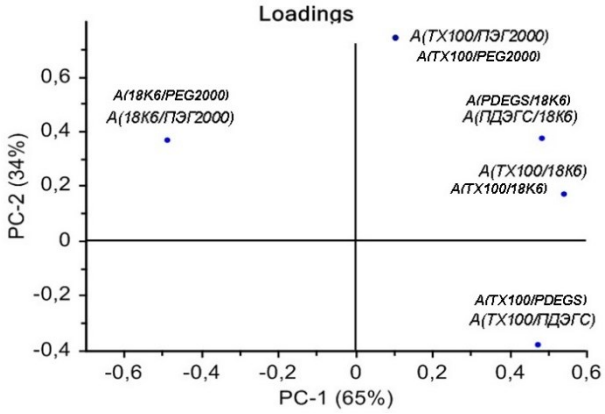


Рисунок 2. График нагрузок МГК-моделирования идентификационных параметров *A(i/j)*

Figure 2. Load schedule PCM-modeling identification of the parameters *A(i/j)*

Параметр *A(ТХ100 / ПЭГ-2000)* позволяет дифференцировать образцы с различным количеством добавок, существенно влияющих на органолептические характеристики готового изделия. При этом пьезосенсор на основе ПЭГ-2000 не был выбран для расчёта идентификационных параметров *A(i/j)* из-за низких откликов и коэффициентов селективности.

Результаты моделирования можно считать удовлетворительными, погрешность идентификации составляет 20%. Для повышения прогнозирующей способности при решении различных задач анализа необходимо увеличивать выборку тест-веществ, оптимизировать массив измерительных элементов для изменения исходных параметров эффективности сорбции *A(i/j)*.

1.4 Прогнозирование изменения запаха готовых изделий по идентификационным параметрам микровзвешивания *A(i/j)*

Рассчитаны идентификационные параметры пьезокварцевого микровзвешивания *A(i/j)* по сигналам всех пьезосенсоров для реальных образцов пищевых систем. Выбраны параметры, позволяющие дифференцировать пробы по возможности прогнозирования изменения органолептических свойств при разработке новых рецептур путём введения функциональных препаратов влагосвязывающего действия (таблица 5).

Таблица 5.

Идентификационные параметры *A(i/j)* пьезокварцевого микровзвешивания РГФ над реальными пищевыми системами

Table 5.

Identification parameters of quartz crystal microbalance EGP on real food systems

Образец/ Sample	Идентификационные параметры *A(i/j)* ± 0,2 Identification parameters *A(i/j)* ± 0,2		
	A(18К6 / ПЭГ2000) A(18К6 / PEG2000)	*A(ТХ100 / 18К6) A(ТХ100 / 18К6)*	*A(ТХ100 / ПЭГ2000) A(ТХ100 / PEG2000)*
Образец 5/ Sample 5	0,63	**3,1**	1,9
Образец 6/ Sample 6	0,55	**3,8**	1,9
Образец 7/ Sample 7	0,57	**3,8**	2,1
Образец 8/ Sample 8	**1,8**	1,1	**2,0**
Образец 9/ Sample 9	1,7	1,3	2,3
Образец 10/ Sample 10	**2,3**	1,4	**2,5**

Установлено, что значение параметра идентификации *A(18К6/ПЭГ2000) > 2,0* и параметра *A(ТХ100/ПЭГ2000) > 2,0* будет прогнозировать при дегустационной оценке появление отрицательного свойства запаха «посторонний» для образца 10.

При значении параметра *A(ТХ100/18К6) > 3,3* дегустаторы будут оценивать запах образцов 6 и 7 как «недостаточно интенсивный».

Значение параметра идентификации *A(ТХ100/ПДЭГС)* не отличается внутри группы для образцов контроль и с добавлением функционального препарата с учётом погрешности измерения. Данный параметр прогнозирует увеличение содержания в образцах азотсодержащих соединений (аминов и аммиака), то есть является мерой появления соединений, связанных с порчей мясных продуктов. Близкие значения параметра идентификации *A(ТХ100/ПДЭГС)* для образцов характеризуют отсутствие в них процессов порчи.

Выводы

С помощью хемометрических методов обработки ПЛС-ДА и МГК-моделирования результатов пьезокварцевого микровзвешивания оценена возможность новых параметров эффективности сорбции для идентификации отдельных легколетучих соединений при сорбции тест-веществ и РГФ над промышленными пищевыми системами.

Применение идентификационных параметров позволяет прогнозировать отрицательные свойства запаха «посторонний», «недостаточно интенсивный» мясных изделий при разработке новых рецептур путём введения функциональных препаратов влагосвязывающего действия и оценивать порчу. Результаты исследования согласуются с результатами дегустации мясных продуктов экспертами.

ЛИТЕРАТУРА

1 Мартынюк И.А. Использование амаранта в технологии вареных колбасных изделий // Die Fleischwirtschaft International Россия. 2011. № 2. С. 74–77.

2 Горлов И.Ф. Инновационные подходы к обогащению мясного сырья органическим йодом // Die Fleischwirtschaft International Россия. 2012. № 1. С. 66-68.

3 Hedergaard M., Hviid M., Christensen L. Rontgennmessung von Fleischprodukten mit Hilfe von Prufkorpern // Die Fleischwirtschaft. 2015. № 10. С. 104–108.

4 Вершинин В.И. Хемометрика в работах российских аналитиков // Журнал аналитической химии. 2011. Т. 66. № 11. С. 1124–1136.

5 Кузнецова, Т.Г. Лазарев А.А., Анисимова И.Г. Статистические методы для оптимизации сенсорных характеристик мясных продуктов // Все о мясе. 2014. №5. С. 18-21.

6 Kuchmenko T.A., Poryadina D.A., Frolova V.P. Eine neue technische Moglichkeit zur Qualitatssicherung bei der Herstellung von geraucherter Rohwurst // Die Fleischwirtschaft. 2015. № 10. P. 109–114.

7 Кучменко Т.А., Шуба А.А., Бельских Н.В. Пример решения идентификационных задач в методе пьезокварцевого микровзвешивания смесей некоторых органических соединений // Аналитика и контроль. 2012. Т 16. № 2. С. 151–161.

8 ГОСТ 9959–91. Продукты мясные. Общие условия проведения органолептической оценки. М., 2006. 11 с.

9 Ильтяков А.В., Прянишников В.В., Касьянов Г.И. Белковые компоненты в технологии мясных продуктов. Краснодар: Экоинвест, 2011. 152 с.

10 Калашникова С.В., Манжесов В.И., Курчаева Е.Е. Технология производства муки и круп. Воронеж: ВГАУ, 2010. 276 с.

REFERENCES

1 Martyniuk I.A. The use of amaranth in the technology of cooked sausage products. *Die Fleischwirtschaft International Rossiia* [The meat industry *International Russia*], 2011, no. 2, pp. 74–77 (in Russian).

2 Gorlov I.F. Innovative approaches to the enrichment of raw meat by organic iodine. *Die Fleischwirtschaft International Rossiia*. [The meat industry *International Russia*], 2012, no. 1, pp. 66-68 (in Russian).

3 Hedergaard M., Hviid M., Christensen L. X-ray measurement of meat products with the help of Prufkorpern. *Die Fleischwirtschaft*. [The meat industry], 2015, no. 10, pp. 104-108 (in German).

4 Vershinin V.I. Chemometrics in the works of Russian analysts. Russian Journal of Analytical Chemistry, 2011, vol. 66, no. 11, pp. 1010–1019. (in English).

5 Kuznetsova, T.G. Lazarev A.A., Anisimova I.G. Statistical methods for the optimization of sensory characteristics of meat products. *Vse o myase.* [All about meat], 2014, no. 5, pp. 18-21 (in Russian).

6 Kuchmenko T.A., Poryadina D.A., Frolova V.P. A new technical possibility for quality sure-ung in the production of smoked sausage. *Die Fleischwirtschaft*. [The meat industry], 2015, no. 10, pp. 109-114 (in German).

7 Kuchmenko T.A., Shuba A.A., Bel'skikh N.V. Example of solving the identification problems in the quartz crystal microbalance method of some organic compounds mixtures. *Analitika i control'* [Analytics and control], 2012, vol. 16, no. 2, pp. 151–161 (in Russian).

8 *GOST 9959–91. Produkty miasnye. Obshchie usloviia provedeniia organolepticheskoi otsenki* [State Standard 9959–91. Meat products. General conditions of organoleptical assesment]. Moskow, Standrtinform, 2010. 11 p. (in Russian).

9 Il'tiakov A.V., Prianishnikov V.V., Kas'ianov G.I. Belkovye komponenty v tekhnologii miasnykh produktov [Protein components in meat products technology]. Krasnodar, Ekoinvest, 2011. 152 p. (in Russian).

10 Kalashnikova S.V., Manzhesov V.I., Kurchaeva E.E. Tekhnologiia proizvodstva muki i krup [Production technology of flour and cereals]. Voronezh, VGAU, 2010. 276 p. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Татьяна А. Кучменко д. х. н., профессор, заведующая кафедрой, кафедра физической и аналитической химии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, tak1907@mail.ru

Дарья А. Порядина к. х. н., преподаватель, кафедра материаловедения и ремонта вооружения, Военная академия Ракетных войск стратегического назначения имени Петра Великого» Министерства Обороны Российской Федерации (филиал в городе Серпухов Московской области), ул. Бригадная, 17, г. Серпухов, 142210, Россия, sibilda1@yandex.ru

Анастасия А. Шуба к. х. н., ассистент, кафедра физической и аналитической химии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, an-mishina@yandex.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Tatiana A. Kuchmenko doctor of technical science, professor, Department of physical and analytical chemistry, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, Russia, tak1907@mail.ru

Darya A. Poryadina candidate of chemical science, lecturer, Department of materials science and repair of weapons, Military Academy of the Strategic Missile Forces named after Peter the Great,Ministry of Defense of the Russian Federation (a branch in the city of Serpukhov, Moscow region), Brigadnaya st. 17, Serpukhov, Moscow region, Russia, sibilda1@yandex.ru

Anastasia A. Shuba candidate of chemical science, assistant, Department of physical and analytical chemistry, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, Russia, an-mishina@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Татьяна А. Кучменко разработка методики проведения эксперимента, обсуждение полученных результатов

Дарья А. Порядина проведение эксперимента, обработка полученных данных, обсуждение полученных результатов

Анастасия А. Шуба проведение обработки данных пьезокварцевого микровзвешивания с помощью методов хемометрики, обсуждение полученных результатов

CONTRIBUTION

Tatiana A. Kuchmenko the development of the methodology of the experiment, discussion of the results

Darya A. Poryadina the experiment, data pro-cessing, results and discussion

Anastasia A. Shuba processing of data of quartz crystal microbalance using methods chemometric, discussion of the results

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

ПОСТУПИЛА 04.07.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 23.08.2016

RECEIVED 4.7.2016

ACCEPTED 8.23.2016

Биотехнология, бионанотехнология и технология сахаристых продуктов

Оригинальная статья/Original article

УДК 504.06:664.1

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-234-238

Безопасность жизнедеятельности и экологичность в свеклоперерабатывающем отделении сахарного завода

Виталий В. Агеев, [1] ageev.vzch@gmail.com
Владимир А. Федорук, [2] yzas2006@yandex.ru
Наталья А. Матвиенко [2] natali25_81@mail.ru

[1] кафедра безопасности жизнедеятельности и основ медицинских знаний, Воронеж. гос. ун-т, Университетская площадь, 1, г. Воронеж, 394006, г. Воронеж

[2] кафедра технологии бродильных и сахаристых производств, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394000, Россия

Реферат. Свеклоперерабатывающее отделение характеризуется различными опасными и вредными производственными факторами. Для поддержания оптимальных значений микроклимата в свеклоперерабатывающем отделении осуществляется монтаж систем приточно-вытяжной вентиляции и отопления. К внедряемым мероприятиям по защите от виброакустических воздействий относятся использование маломощного оборудования; ослабление шума на пути его распространения средствами звукоизоляции; проведение технического обслуживания оборудования; устанавливают оборудование на виброизолирующих основаниях. Электробезопасность в производственных условиях обеспечивается соответствующей конструкцией электроустановок, техническими способами и средствами защиты, организационными и техническими мероприятиями. Для защиты от статического электричества используют защитное заземление. Безопасность эксплуатации подъемно-транспортного оборудования обеспечивается ревизией надежности и прочности их конструктивных элементов, а также канатов, грузозахватных устройств. Для снижения вредного воздействия используемых в отделении токсичных веществ на работающих, необходимо применить индивидуальные средства защиты: специальную одежду, противопылевые респираторы. Из технических средств защиты используется приточно-вытяжная вентиляция, а также циклоны. Для защиты поверхности и подземных вод от стоков применяются поля фильтрации, аэротенки, биофильтры. Количество выбросов в атмосферу может сократить уменьшение расхода пара на технологические нужды. Для улавливания пыли в отделениях с пылящим оборудованием устанавливают циклоны. Одним из мероприятий, предотвращающих взрыв, является установка взрыворазрядителей. Для пожаротушения на сахарном заводе используют пожарные щиты, пожарные рукава, автоматические установки водяного пожаротушения, парового и газового пожаротушения. Все помещения и технологические установки должны быть обеспечены первичными средствами пожаротушения. Размещают их на видных местах, легкодоступных в любое время. Кроме того, на предприятии обязательно прокладывают специальную сеть пожарного водопровода. Таким образом, обеспечение безопасности и соблюдение экологичности в данном отделении сахарного завода зависит от многих факторов и необходим тщательный контроль за всеми процессами.

Ключевые слова: свеклосахарный завод, свеклоперерабатывающее отделение, экологичность, безопасность жизнедеятельности

Safety of life activity and environmental friendliness in beet processing department of a beet-sugar factory

Vitaliy V. Ageev, [1] ageev.vzch@gmail.com
Vladimir A. Fedoruk, [2] yzas2006@yandex.ru
Natalya A. Matvienko [2] natali25_81@mail.ru

[1] safety of life activity and foundations of medical knowledge department, Voronezh state university, Universitetskaya pl., 1, Voronezh, 394006, Russia

[2] technology of fermentation and sugar industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Summary. The branch of processing of a beet is characterized by a variety of dangerous and harmful production factors. To maintain the optimal values of microclimate in beet processing department carried out installation of systems of ventilation and heating. To implement the protection measures for impacts include the use of low-power equipment; the attenuation of the noise in the way of its propagation by means of sound insulation; maintenance equipment; install equipment on vibration isolation bases. Electrical safety in industrial environments by the appropriate design of electrical installations, technical means and means of protection, organizational and technical measures. For protection against static electricity use of protective grounding. The safe operation of lifting and handling equipment is provided by the audit of the reliability and strength of their structural elements, as well as ropes, lifting devices. To reduce the harmful impact of the use of the Department of toxic substances into the running, you must use individual protection equipment: special clothing, anti-dust respirators. Of technical means of protection used in the supply and exhaust ventilation, are also used cyclones. To protect surface and groundwater from effluent applied field of filtration, aeration tanks, biofilters. The amount of emissions into the atmosphere can reduce the reduction of steam consumption for technological needs. For dust removal in dusty offices with equipment install the cyclone. One of the measures to prevent the explosion is to install explosion protection. For fire in a sugar factory used fire boards, fire hoses, automatic water extinguishing systems, steam and gas fire. All facilities and process plant should be provided with primary fire extinguishing means. Place them in conspicuous places, readily accessible at any time. In addition, the company is required to lay special network of fire water. Thus, security and compliance with of sustainability in this branch of the sugar factory depends on many factors and requires careful control of all processes.

Keywords: beet-sugar factory, beet processing department, ecological compatibility, safety of life activity

Для цитирования

Агеев В.В., Федорук В.А., Матвиенко Н.А. Безопасность жизнедеятельности и экологичность в свеклоперерабатывающем отделении сахарного завода // Вестник ВГУИТ. 2016. № 3. С. 234–238. doi:10.20914/2310-1202-2016-3-234-238

For citation

Ageev V.V., Fedoruk V.A., Matvienko N.A. Safety of life activity and ecological compability in beet processing department of a beet-sugar factory. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 3. pp. 234–238. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-3-234-238

Свеклосахарный завод – это крупное, оснащенное современной техникой предприятие, работающее сезонно по непрерывной схеме. В сутки сахарный завод средней производственной мощности перерабатывает около 4,5 тыс. т свеклы.

Основным сырьем для промышленного производства сахара-песка в Российской Федерации являются сахарная свекла и импортный тростниковый сахар-сырец, которые перерабатывало в 2015 году 73 свеклосахарных завода.

По технологической структуре получения сахара на заводе можно выделить три основных производственных отделения: свеклоперерабатывающее, сокоочистительное и продуктовое (кристаллизационное).

Ранее нами были освещены проблемы безопасности жизнедеятельности и экологичность продуктового отделения сахарного завода [1], в данной статье рассмотрим свеклоперерабатывающее отделение.

Свекла, привозимая в завод, сильно загрязнена землей, ботвой и другими примесями. Такую свеклу нельзя перерабатывать без очистки, поэтому ее тщательно очищают от посторонних примесей. Для этого используется комплекс оборудования: два гидравлических транспортера, ботво-, камне- и песколовушки, моечные машины. На входе в главный гидротранспортер для предотвращения заторов установлены наклонная и горизонтальная решетки и регулятор потока. Транспортерно-моечная вода с обломками свеклы из водоотделителей подается в ротационный хвостикоулавливатель, откуда отмытые обломки свеклы подаются насосом в элеватор и перерабатываются вместе со свеклой [2]. Данное оборудование связано с опасностью поражения электрическим током.

При измельчении свеклы в стружку опасностями являются различные механические травмы, шум, повышенное влаговыделение (что способствует вероятности падения на скользком полу), вибрация, электричество.

На диффузионной установке происходит тепловыделение, которое может привести к ожогам различной степени.

Сушка жома связана с пылевыделением и возможностью образования взрывоопасных концентраций с воздухом.

Физические опасные и вредные производственные факторы

Метеорологические условия на производстве

Состояние воздуха в рабочей зоне характеризуется температурой, влажностью, давлением, подвижностью и тепловым излучением. Разные сочетания этих факторов могут создать комфортные или недопустимые условия труда.

Параметры микроклимата должны соответствовать оптимальным параметрам в соответствии с СанПиН 2.2.4.548–96 (таблица 1).

Таблица 1.

Микроклиматические условия производства

Table 1.

Microclimatic conditions of production

Период года Season	Категория работ Category works	Температура воздуха, ºС Temperature of air, ºС	Относительная влажность, % Relative humidity, %	Скорость движения воздуха, м/с Speed of air, m/s
Холодный и переходный Cold transitional	IIа	19–21	60–40	0,2
Теплый Warm		20–22		
Холодный и переходный Cold transitional	IIб	17–19		
Теплый Warm		19–21		

Для поддержания оптимальных значений микроклимата в производственных помещениях (моечное отделение, диффузия, сушка жома) осуществляется монтаж систем приточно-вытяжной вентиляции и отопления.

Освещение производственных помещений

На предприятиях свеклосахарной промышленности боковое естественное освещение осуществляется через световые проемы. Для искусственного освещения используются специальные пыле- и влагонепроницаемые светильники. Исходя из разряда зрительных работ в проектируемом отделении освещенность должна составлять 200 лк. Для таких параметров достаточны люминесцентные лампы мощностью 80 Вт и светильники ПВЛМ, т. к. они являются защищенными от пыли и влаги. В отделении сушки жома применяются светильника НОДЛ во взрывозащитном исполнении [3].

Характеристика освещения рабочего места представлена в таблице 2.

Таблица 2.

Характеристика освещения производственного помещения

Table 2.

Feature lighting in industrial premises

Наименование рабочего места Name of the workplace	Разряд зрительных работ Category of visual work	Естественное освещение Natural lighting		Искусственное освещение Artificial lighting
		Система освещения Lighting system	Коэффициент естественного освещения, % Rate of natural lighting, %	Нормативная освещенность, лк Regulatory illuminance, lx
Моечное отделение Washing room	V	Боковое Side	0,6	200
Диффузия Extraction	IV	Боковое Side	0,9	200
Сушка жома Drying of beet pulp	IV	Боковое Side	0,9	200

Шум и вибрация

На свеклосахарных заводах большинство производственных процессов связаны с применением быстроходных машин с быстровращающимися и колеблющимися рабочими органами, что сопровождается шумом и вибрацией, уровень которых превышает санитарно-технические нормы.

Допустимые уровни звукового давления на рабочих местах в соответствии с ГОСТ 12.1.003–83 представлены в таблице 3.

Таблица 3.

Допустимые уровни звукового давления

Table 3.

Permissible sound pressure levels

Рабочие места Workplaces	Уровень шума, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц Noise level, dB in octave bands with geometric mean frequencies, Hz								Уровень звука, дБА Sound level, dBA
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Постоянные рабочие места в производственном помещении Permanent workplaces in the production area	99	92	86	83	80	78	76	74	85

Допустимый уровень виброскорости на рабочих местах в соответствии с ГОСТ 12.1.012–90 не должен превышать 92 дБ.

К внедряемым мероприятиям по защите от виброакустических воздействий относятся использование маломощного оборудования; ослабление шума на пути его распространения средствами звукоизоляции; проведение технического обслуживания оборудования (смазка, ремонт); устанавливают оборудование на виброизолирующих основаниях.

Электрический ток

На предприятиях сахарной промышленности большое количество оборудования работает под действием электрического тока.

Электробезопасность в производственных условиях обеспечивается соответствующей конструкцией электроустановок, техническими способами и средствами защиты, организационными и техническими мероприятиями.

В помещениях проводят мероприятия по защите от воздействия электрического тока: заземление, зануление, изоляция токоведущих частей, своевременный ремонт оборудования, применение индивидуальных средств защиты.

При транспортировке свеклы возникает статическое электричество. Для защиты от статического электричества используют защитное заземление.

Подъемно-транспортные механизмы

На предприятиях сахарной промышленности широко используют различные механизмы для перемещения грузов, грузоподъемные и погрузочно-разгрузочные машины.

При приемке, укладке свеклы возможно нанесение травм подсобным рабочим, обслуживающим буртоукладчики БУМ, тракторные лопаты и другие механизмы, гусеницами трактора, ковшами экскаватора и погрузчика и колесами автомобилей. Для предупреждения несчастных случаев на кагатном поле производят монтаж электросветильников.

Безопасность эксплуатации подъемно-транспортного оборудования обеспечивается ревизией надежности и прочности их конструктивных элементов, а также канатов, грузозахватных устройств.

Химические опасные и вредные производственные факторы

В ходе технологического процесса в свеклоперерабатывающем отделении применяется формалин, а в жомосушильном образуется пыль жома. В таблице 4 приведены характеристики химических факторов данных производственных процессов.

Таблица 4.

Характеристика химических факторов

Table 4.

Characteristics of the chemical factors

Наименование технологической операции Name of the technology operations	Вещество Substance	ПДК м.р. ПДК р.з., мг/м^3 MPC m.s. MPC w.z., мг/м^3	Класс опасности Hazard class	Воздействие на организм Effects on the body
Диффузия Extraction	Раствор формалина Formalin solution	0,035/0,3	2	Заболевание дыхательных путей, аллергия Respiratory disease, allergies
Сушка жома Drying of beet pulp	Пыль жома Dust of beet pulp	0,5/6,0	3	Бронхит Bronchitis

Для снижения вредного воздействия токсичных веществ на работающих, необходимо применить индивидуальные средства защиты: специальную одежду, противопылевые респираторы. Из технических средств защиты используется приточно-вытяжная вентиляция, а также циклоны.

Для снижения вредного воздействия токсичных веществ на работающих, необходимо применить индивидуальные средства защиты: специальную одежду, противопылевые респираторы. Из технических средств защиты используется приточно-вытяжная вентиляция, также используются циклоны.

Экологическая безопасность

Учитывая, что сахарный завод является крупным потребителем воды, большое значение для защиты поверхности и подземных вод имеют очистные сооружения. Для этого применяются поля фильтрации, аэротенки, биофильтры. Сточные воды содержат различные загрязняющие вещества, которые оказывают вредное воздействие на окружающую среду. Проектируемый сахарный завод будет работать с минимальным использованием воды на технологические нужды, так как нами разработана схема водоиспользования, включающая контуры оборотного водоснабжения [4].

При работе сахарного завода образуются загрязняющие газообразные вещества: оксид углерода, оксид азота, диоксид серы, аммиак, а также различные кислоты, зола, минеральные масла, пыли, сажа, свинец, взвешенные вещества и др. Количество выбросов в атмосферу может сократить уменьшение расхода пара на технологические нужды. Для улавливания пыли в отделениях с пылящим оборудованием (жомосушильное, сушка сахара, упаковка, склад сахара и др.) устанавливают циклоны. Этим обеспечиваются минимальные потери сахара в окружающую среду.

К твердым отходам, появляющимся в отделении, относятся примеси (камни, песок, ботва) – их удаляют в специальные отвалы. Жом также является отходом производства сахара, он используется хозяйствами, занимающимися животноводством.

Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Анализируя производство при возможном возникновении чрезвычайных ситуаций как на территории самих предприятий, так и в районе расположения, а также вероятность возникновения чрезвычайных ситуаций от природных явлений, можно сказать, что наиболее прогнозируемой чрезвычайной ситуацией на сахарном заводе является взрыв и пожар.

Категория свеклоперерабатывающего отделения по пожаро- и взрывобезопасности – Б, из-за наличия в воздухе горючей жомовой пыли, которая образует с воздухом взрывоопасную смесь, степень огнестойкости здания - II. Пожаровзрывоопасные свойства веществ приведены в таблице 5.

Таблица 5.

Пожаровзрывоопасные свойства веществ

Table 5.

Fire and explosion hazard properties of substances

Вещество Substance	Нижний концентрационный предел воспламенения Lower concentration limit of ignition	Температура самовоспламенения, ºС Auto-ignition temperature, ºС
Формальдегид, % Formaldehyde, %	7,0	430
Угарный газ, % Carbon monoxide, %	12,5	605
Жомовая пыль, г/м^3 Beet pulp dust, g/m^3	27,7	750

Несмотря на широкое осуществление мер пожарной профилактики, вероятность загорания и взрывов остается очень высокой.

Ответственность за соблюдение противопожарного режима возложена на руководителя предприятия, а также персонально на начальников цехов и участков.

Одним из мероприятий, предотвращающих взрыв, является установка взрыворазрядителей.

Каждый вновь принимаемый на предприятие работник должен обязательно пройти противопожарный инструктаж. На объектах с повышенной опасностью для рабочих организуются занятия по специальному пожарно-техническому минимуму.

Для пожаротушения на сахарном заводе используют пожарные щиты, пожарные рукава, автоматические установки водяного пожаротушения, парового и газового пожаротушения. Все помещения и технологические установки должны быть обеспечены первичными средствами пожаротушения (огнетушители, пожарный водопровод с пожарными кранами, асбестовое полотно и др.). Размещают их на видных местах, легкодоступных в любое время. Кроме того, на предприятии обязательно прокладывают специальную сеть пожарного водопровода [5].

Заключение

Таким образом, обеспечение безопасности и соблюдение экологичности в свеклоперерабатывающем отделении сахарного завода зависит от многих факторов и необходим тщательный контроль за этими процессами.

ЛИТЕРАТУРА

1 Агеев В.В., Федорук В.А. Безопасность жизнедеятельности и экологичность в свеклоперерабатывающем отделении сахарного завода // Вестник ВГУИТ. 2015. № 4 (66). С. 171–175

2 Сапронов А.Р., Сапронова Л.А., Ермолаев С.В. Технология сахара. СПб.: Профессия, 2013. 296 с.

3 Кривошеин Д.А., Дмитриенко В.П., Федотова Н.В. Основы экологической безопасности производств. СПб.: Лань, 2015. 333 с.

4 Chauwin J.M., Launay B., van Haute E. The use of monochloramine to replace formaldehyde in the sugar beet process (extraction) // Sugar Industry. 2015. № 12. P. 753-757.

5 Aubry R., Gasnot L. The fate of formaldehyde in sugar manufacture and in products // Sugar Industry. 2015.№ 11. P. 692-696.

6 Голыбин В.А. и др. Водное хозяйство сахарных заводов: учеб. пособие. Воронеж: Воронеж. гос. технол. акад., 2009. 124 с.

7 Арустамов Э.А. Безопасность жизнедеятельности: учебник. М.: Дашков и К, 2015. 448 с.

REFERENCES

1 Ageev V.V., Fedoruk V.A. Safety of life activity and ecological compatibility in the grocery department of a beet-sugar factory *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET] 2015, no. 4 (66), pp. 171–175. (in Russian).

2 Sapronov A.R., Sapronova L.A., Ermolaev S.V. Tehnologiya sahara [Technology of sugar] Saint-Petersburg, Professiya, 2013. 296 p. (in Russian).

3 Krivoshein D.A., Dmitrienko V.P., Fedotova N.V. Osnovy ekologicheskoj bezopasnosti proizvodstv: ucheb. posobie [Fundamentals of environmental safety of production: proc. allowance] Saint-Petersburg, Lan', 2015. 333 p. (in Russian).

4 Chauwin J.M., Launay B., van Haute E. The use of monochloramine to replace formaldehyde in the sugar beet process (extraction). Sugar Industry, 2015, no. 12, pp. 753-757.

5 Aubry R., Gasnot L. The fate of formaldehyde in sugar manufacture and in products. Sugar Industry, 2015, no. 11, pp. 692-696.

6 Golybin V.A. et al. Vodnoe hozyaystvo saharnyih zavodov: ucheb. posobie [Water management of sugar factories: proc. allowance] Voronezh, VGTA, 2009, 124 p. (in Russian).

7 Arustamov E. A. Bezopasnost zhiznedeyatelnosti: uchebnik [Life Safety: textbook] Moscow, Dashkov & K, 2015, 448 p. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Виталий В. Агеев к.т.н., доцент, кафедра безопасности жизнедеятельности и основ медицинских знаний, Воронежский государственный университет, Университетская площадь, 1, г. Воронеж, 394006, Россия, ageev.vzch@gmail.com

Владимир А. Федорук к.т.н., доцент, кафедра технологии бродильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, yzas2006@yandex.ru

Наталья А. Матвиенко к.т.н., доцент, кафедра технологии бродильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, natali25_81@mail.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Vitaliy V. Ageev candidate of technical science, associate professor, department of safety of life activity and foundations of medical knowledge, Voronezh state university, Universitetskaya pl., 1, Voronezh, 394006, Russia, ageev.vzch@gmail.com

Vladimir A. Fedoruk candidate of technical science, associate professor, department of technology of fermentation and sugar industries, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, yzas2006@yandex.ru

Natalya A. Matvienko candidate of technical science, associate professor, department of technology of fermentation and sugar industries, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, natali25_81@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Виталий В. Агеев предложил методику проведения эксперимента и организовал производственные испытания

Владимир А. Федорук обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провел эксперимент, выполнил расчеты, консультация в ходе исследования

Наталья А. Матвиенко написала рукопись, корректировала ее до подачи в редакцию и несет ответственность за плагиат

CONTRIBUTION

Vitaliy V. Ageev 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, consultation during the study

Natalya A. Matvienko 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 05.07.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 24.08.2016

RECEIVED 5.7.2016

ACCEPTED 8.24.2016

Оригинальная статья/Original article

УДК 633.63

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-239-246

Технологическая оценка сахарной свеклы, инфицированной возбудителями сосудистого бактериоза в период вегетации

Людмила Н. Путилина, [1] lputilina@bk.ru
Надежда Г. Кульнева, [1] ngkulneva@yndex.ru,
Галина А. Селиванова, [2] vniiss@mail.ru
Ольга А. Землянухина [2] vniiss@mail.ru

[1] кафедра технологии бродильных и сахарных производств, Воронеж. гос. ун-т инж. технол, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия
[2] ФГБНУ «ВНИИСС им. А.Л. Мазлумова»

Реферат. Эффективность свеклосахарного производства напрямую связана с качеством свекловичного сырья, поступающего в переработку. Качество сырья зависит от совокупного действия природно-климатических, агротехнических и сортовых факторов, определяющих физиологическое состояние растений. Повсеместное снижение плодородия и возрастание инфекционного фона почвы, преобладание восприимчивых к местным патогенам зарубежных гибридов в сортаменте сахарной свеклы провоцирует развитие болезней корневой системы – фузариозного загнивания и сосудистого бактериоза. Многолетние обследования свекловичных посевов в разных районах ЦЧР выявили высокую вредоносность указанных болезней корнеплодов, потери урожая от которых в отдельные годы составляли до 50%. Определение влияния бактериальной инфицированности на формирование химического состава корнеплодов сахарной свеклы и накопление в них сахаров представляет научный и практический интерес. Научные исследования проводились на базе лаборатории хранения и переработки сырья, лаборатории иммунитета, отдела биотехнологии ФГБНУ «ВНИИСС им. А. Л. Мазлумова» и кафедры технологии бродильных и сахаристых производств ФГБОУ ВО «ВГУИТ». Установлено, что с увеличением степени поражения сахарной свеклы сосудистым бактериозом повышалось содержание сухих веществ с 26,04 (здоровые корнеплоды) до 32,75% (корнеплоды с 5-ти бальным поражением), при этом сахаристость снижалась с 18,77 до 16,83% соответственно. Доля сахарозы в сухих веществах соответственно снижалась с 72,08 (здоровые корнеплоды) до 51,39% (корнеплоды с 5-ти бальным поражением), что свидетельствует о процессе утилизации части сахарозы бактериями в пораженных корнеплодах. Содержание редуцирующих веществ увеличилось в 1,2–4,9 раза. Выявлено, что возбудители сосудистого бактериоза оказывали отрицательное действие на качество свекловичного и очищенного соков, чистота которых снижалась соответственно на 0,7–7,5 и 0,4–7,6% абс. относительно показателей здоровых корнеплодов. В результате исследований по определению активности пероксидазы в корнеплодах с разной степенью пораженности сосудистым бактериозом выявлено повышение общей и удельной активности фермента с усилением развития болезни. Определено, что возбудители сосудистого бактериоза отрицательно повлияли на выход сахара, показатель которого снизился на 1,0–5,5%.

Ключевые слова: свеклосахарное производство, сосудистый бактериоз, технологическая оценка, активность пероксидазы

Technological scoring of sugar beets which were infected by the pathogen of the vascular bacteriosis during vegetation period

Ludmila N. Putilina, [1] lputilina@bk.ru
Nadezhda G. Kulneva, [1] ngkulneva@yndex.ru,
Galina A. Selivanova, [2] vniiss@mail.ru
Ol’ga A. Zemlyanukhina [2] vniiss@mail.ru

[1] fermentation and sugar industries technology departmentб Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia
[2] FSTSO “All-Russian research institute for sugar beet and sugar named after A.L. Mazlumov”

Summary. Efficiency of the sugar production from sugar beets is close connected with quality of the raw material which uses for the processing. Quality of the raw material depends on complex impact of number of factors, like natural, climatic, agritechnical, and varietal. Currently, there are some negative factors, like decreasing of soil fertility, increasing of soil's infectious background, prevalence of the foreign hybrid sorts of sugar beets which are vulnerable for local pathogens. These factors cause the increase of the diseases of sugar beets' root system – fusarium decay and vascular bacteriosis. The explorations of sugar beets' crops for many years in different areas of Central-Chernozem region have revealed high damage for yield from these diseases. In some years the loss of yield was up to 50%. The determination of impact of bacterial infections on the processes of forming of the chemical composition of sugar beets' roots and the accumulation of sugar in sugar beets' roots is the very important task for science and production. The researches have been done in the laboratory of store and production raw materials, in the Laboratory of immunity, in the department of biotechnology of the FSTSO “All-Russian research institute for sugar beet and sugar named after A.L. Mazlumov”, and in the department of technology of fermentation and sugar productions of the Voronezh state university of engineering technologies. Was revealed, that increasing the level of the disease of sugar beets by vascular bacteriosis causes the rise amount of dry substances from 26.04% (healthy roots) up to 32.75% (damage of roots is 5 scores). And the sugar content decreases from 18.77% up to 16.83%. Proportion of sucrose in dry substances also decreases from 72.08% (healthy roots) up to 51.39% (damage of roots is 5 scores), because part of sucrose is utilized by bacteria in affected roots. Content of reducing substances increases by a factor of 1.2–4.9. Also was revealed that the pathogens of vascular bacteriosis make negative impact for quality of beets' juice and cleaned juice, and them purity decreases by 0.7–7.5% and 0.4-7.6%. The researches for determination of peroxidase activity in sugar beets' roots, which have different levels of damage by vascular bacteriosis, allowed to reveal enhancing common and specific activity of ferment if disease increases. Was determined that pathogens of vascular bacteriosis make negative impact on the factor of sugar exit which decreases by 1.0–5.5%.

Keywords: sugar beets production, vascular bacteriosis, technological scoring, peroxidase activity

Для цитирования

Путилина Л.Н., Кульнева Н.Г., Селиванова Г.А., Землянухина О.А. Технологическая оценка сахарной свеклы, инфицированной возбудителями сосудистого бактериоза в период вегетации // Вестник ВГУИТ. 2016. № 3. С. 239–246. doi:10.20914/2310-1202-2016-3-239-246

For citation

Putilina L. N., Kulneva N. G., Selivanova G. A., Zemlyanuhina O. A. Technological scoring of sugar beets which were infected by the pathogen of the vascular bacteriosis during vegetation period. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 3. pp. 239–246. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-3-239-246

Введение

Рентабельность свеклосахарного производства напрямую связана с качеством свекловичного сырья, поступающего на фабричный конвейер. В настоящее время сахарные заводы стараются перерабатывать свекловичное сырье «с колес», то есть непосредственно с поля во избежание потерь от загнивания при хранении в кагатах. В этом случае качество сырья напрямую зависит от условий, в которых происходило формирование корнеплодов в период вегетации [1].

Формирование технологического качества сахарной свеклы в процессе вегетации зависит от совокупного действия природно-климатических, агротехнических и сортовых факторов, определяющих физиологическое состояние растений. Периодические засухи в начале вегетации, повсеместное снижение плодородия и возрастание инфекционного фона почвы, преобладание восприимчивых к местным патогенам зарубежных гибридов в сортаменте сахарной свеклы провоцирует развитие болезней корневой системы. В ЦЧР наиболее распространены фузариозное загнивание корнеплодов и бактериальное увядание растений (сосудистый бактериоз или трахеобактериоз), вызывающее прогрессирующую потерю тургора корнеплодов вплоть до их загнивания или мумификации. Возбудители этих болезней являются факультативными паразитами и переходят с сапротрофного типа питания на паразитизм при ухудшении условий существования растений [2, 3, 4]. В период засухи почвенные микроорганизмы также испытывают стресс и устремляются к растениям как к источнику влаги, проникая внутрь корня по листовым следам головки, отмершим корневым волоскам и т. п. [5].

Многолетние обследования свекловичных посевов в разных районах ЦЧР выявили высокую вредоносность указанных болезней корнеплодов, потери урожая от которых в отдельные годы составляли до 50%. При этом вредоносность бактериального увядания сахарной свеклы обусловлена не только большим процентом гибели растений культуры во время вегетации. Особенностью этой болезни является скрытый характер развития при более благоприятных погодных условиях, когда нет видимых признаков поражения кроме увядания листьев и потери тургора корнеплода без его загнивания.

Географически фузариоз чаще встречается в северных областях ЦЧР, а трахеобактериоз сильнее проявляется на южных территориях (южная половина Воронежской и юго-восток Белгородской областей) из-за господствующей здесь засухи. Кроме того, распространенные там меловые и карбонатные подстилающие породы подщелачивают почвенную среду, создавая более подходящие условия для развития бактерий. В центральных и северных районах ЦЧР, где почвенно-климатические условия более благоприятны для выращивания сахарной свеклы, признаки болезни начинают проявляться позже, и ее развитие протекает слабее: полная потеря тургора и загнивание корнеплодов от бактериоза встречается редко, но признаки инфицирования проявляются в ослаблении тургора корнеплода (таблица 1).

Таблица 1.

Распространенность сосудистого бактериоза в посевах сахарной свеклы
(% инфицированных и погибших растений от общего количества растений в пробе)

Table 1.

Prevalence of vascular bacteriosis in sugar beet crops
(% of infected and dead plants from the total number of plants in the sample)

Гибрид Hybrid	Курская область, % инфицированных Kursk region, % of infected	Гибрид Hybrid	Белгородская область Belgorod region	
			% инфицированных % of infected	в том числе увядших, загнивших including faded,rotten
Гранате / Granate	55	Портланд / Portland	60	6
Симбол / Symbol	47	Хамбер / Hamber	68	28
Зефир / Zephyr	70	Земис / Zemis	70	26
Тинкер / Tinker	45	Шаннон / Shannon	68	18
Резимакс / Rezimaks	42	Олессия / Olessia	80	27
Армин / Armin	43	Ровена / Rovena	85	40
РМС 70 / RMS 70	46	Леопард / Leopard	80	21
РМС 73 / RMS 73	40	Фиделия / Fidelia	56	13
РМС 120 / RMS 120	40	РМС 120 / RMS 120	52	12

Из таблицы 1 следует, что свекловичное сырье, поступающее на сахарные заводы, может на 50% и более быть инфицированным возбудителями сосудистого бактериоза.

Повышение устойчивости сахарной свеклы к почвенным патогенам состоит, с одной стороны, в направленной селекции, с другой – в создании благоприятных условий для роста и развития растений с помощью правильно составленных агротехнических мероприятий, повышающих плодородие и супрессивность почвы. В настоящее время более актуален второй путь (комплекс агротехнических приемов), поскольку посевные площади под сахарную свеклу более чем на 90% засеваются семенами зарубежных гибридов.

В свете вышеизложенного представляет научный и практический интерес определение влияния бактериальной инфицированности на формирование химического состава корнеплодов сахарной свеклы и накопление в них сахаров.

Методика проведения исследований

Научные исследования проводились на базе лаборатории хранения и переработки сырья, лаборатории иммунитета, отдела биотехнологии ФГБНУ «ВНИИСС им. А. Л. Мазлумова» и кафедры технологии бродильных и сахаристых производств ФГБОУ ВО «ВГУИТ».

Объект исследований – корнеплоды сахарной свеклы гибрида отечественной селекции РО-117 (опытное поле ФГБНУ «ВНИИСС им. А. Л. Мазлумова»).

Оценка технологических показателей свеклы включала определение:

– массовой доли сахарозы методом холодного водного дигерирования;

– содержания калия и натрия потенциометрическим методом;

– содержания α-аминного азота фотоколориметрическим методом;

– содержания редуцирующих веществ методом Мюллера;

– содержания кондуктометрической золы в очищенном кондуктометрическим методом;

– содержания сухих веществ методом высушивания;

– содержания белковых веществ в свекловичном соке методом Лоури;

– содержания растворимых белковых веществ методом Брэдфорда;

– активности пероксидазы методом О.А. Землянухиной.

Изоферментный анализ на выявление изоформ пероксидазы проводили в вертикальных пластинах в 7,5% ПААГ по методу Дэвиса.

Результаты исследований

По разработанной в 2014 году пятибалльной шкале пораженности сахарной свеклы сосудистым бактериозом на опытном поле ВНИИСС были отобраны корнеплоды гибрида РО-117, имеющие разную степень пораженности бактериозом перед уборкой (таблица 2).

Таблица 2.

Шкала пораженности сахарной свеклы сосудистым бактериозом

Table 2.

The scale of infestation of sugar beet by vascular bacteriosis

Балл пораженности Severity of affection	Признаки болезни Disease signs		
0 (контроль) 0 (control)			Здоровые растения: листовой аппарат в хорошо развитом состоянии, растение выдергивается из почвы с большим усилием. Healthy plants: the leaf apparatus is well developed, the plant is pulled out from soil with great effort.
1			Единичные листья усохли, остальные могут иметь признаки увядания, корнеплод выдергивается из почвы с меньшим усилием, хвостовая часть корнеплода изгибается без обламывания. Individual leaves have dried out, the others can have signs of wilting, the root is pulled out from soil with less effort, and tail part of the root is bent without breaking off.

2			Листья нижнего яруса усохли, остальные привядшие, корнеплод выдергивается из почвы с незначительным усилием, его нижняя часть (15–20%) имеет ослабленный тургор, на разрезе изменений сосудистых пучков не обнаруживается. Basal leaves have dried out, the others are wilted, the root is pulled out from soil with slight effort, its bottom part (15-20%) has weakened turgor, and section through the root shows no changes of vasculars.
3			Отмирание листового аппарата на 50%, корнеплод выдергивается из почвы легко, его нижняя часть (25–45%) имеет ослабленный тургор, на разрезе видны изменения цвета сосудистых пучков, может наблюдаться загнивание хвостовой части корнеплода. Leaf apparatus 50% dying off, the root is pulled out from soil easily, its bottom part (25-45%) has weakened turgor, section through the root shows changes of vascular colour, rotting of the root tail part can be observed.
4			Отмирание листового аппарата на 75%, корнеплод выдергивается из почвы легко, его нижняя часть (50–70%) имеет ослабленный тургор, на продольном разрезе отчетливо видно потемнение сосудистых пучков, наружные ткани хвостовой части корнеплода имеют серо-коричневый цвет, загнивание нижней части корнеплода*. Leaf apparatus 75% dying off, the root is pulled out from soil easily, its bottom part (50-70%) has weakened turgor, longitudinal section through the root shows darkening of vasculars, external tissues of the root tail part are grey-brown, rotting of the root bottom part*.
5			Листовой аппарат усох, корнеплод выдергивается из почвы без усилий, корнеплод (на 75% и более) имеет ослабленный тургор, наружные ткани имеют серо-коричневый или черный цвет, от 50 до 100% корнеплода поражено гнилью. The leaf apparatus has dried out, the root is pulled out from soil without efforts, the root (75% and more) has weakened turgor, external tissues are grey-brown or black, from 50 to 100% of the root is rotted.

* – change the color of the vessels and decay are not always

Согласно стандартным методикам определены показатели технологического качества здоровых корнеплодов и корнеплодов, пораженных сосудистым бактериозом (таблица 3). Установлено, что с увеличением степени поражения сахарной свеклы сосудистым бактериозом повышалось содержание сухих веществ с 26,04 (здоровые корнеплоды) до 32,75% (корнеплоды с 5-ти бальным поражением), при этом сахаристость снижалась с 18,77 до 16,83% соответственно. Доля сахарозы в сухих веществах соответственно уменьшалась с 72,08 (здоровые корнеплоды) до 51,39% (корнеплоды с 5-ти бальным поражением), что свидетельствует о процессе утилизации части сахарозы бактериями в пораженных корнеплодах. Содержание редуцирующих веществ увеличилось в 1,2–4,9 раза (в здоровых корнеплодах содержание РВ составляло 0,104%).

Выявлено, что возбудители сосудистого бактериоза оказывали отрицательное действие на качество свекловичного и очищенного соков, чистота которых снижалась соответственно на 0,7–7,5 и 0,4–7,6% абс. относительно показателей здоровых корнеплодов (85,7 и 90,0% соответственно). Определение белковых веществ в клеточном соке показало уменьшение их количества с 19,57 (здоровые корнеплоды) до 3,84% (корнеплоды с 5-ти бальным поражением) к массе СВ сока, что обусловлено протеолитической активностью фитопатогенных бактерий. Результатом разложения белковых соединений является увеличение в корнеплодах вредных для сахарного производства азотистых веществ. Отмечено повышение в 1,3–5,4 раза содержания α-аминного азота, присутствие которого препятствует кристаллизации сахара и увеличивает его содержание в мелассе с 2,88 до 6,26%.

Таблица 3.

Влияние степени поражения бактериозом на технологические качества корнеплодов сахарной свеклы (среднее за 2014–2015 гг.)

Table 3.

The effect of damage degree by bacteriosis on the technological quality of sugar beet root crops (average for 2014-2015).

№ п/п	Исследуемые параметры Parameters studied	Пораженность, балл Infestation, points					
		0 (контроль) 0 (control)	1	2	3	4	5
1. Свекла Beet							
1.1.	Сахаристость,% Sugar content,%	18,80/ **18,77***	19,00/ **17,92**	20,0/ **18,43**	19,6/ **18,32**	21,3/ **18,22**	21,2/ **16,83**
1.2.	Массовая доля сухих веществ,% Mass fraction of solids,%	26,04	27,36	28,21	29,82	30,39	32,75
1.3.	Доля сахарозы в массе сухих веществ,% Percentage of sucrose in the solids mass,%	72,08	65,49	65,33	65,85	61,44	51,39
1.4.	Содержание калия, ммоль / 100 г. свеклы Potassium content, mmol / 100 g of beet	2,31	2,31	2,76	3,39	3,15	3,61
1.5.	Содержание натрия, ммоль / 100 г. свеклы Sodium content, mmol / 100 g of beet	1,37	1,47	1,84	2,71	2,84	3,68
1.6.	Содержание α-аминного азота, ммоль / 100 г. свеклы Contents of α-amino nitrogen, mmol / 100 g of beet	2,74	3,51	5,03	7,55	9,57	14,76
1.7.	Массовая доля редуцирующих веществ,% Mass fraction of reducing sub-stances,%	0,104	0,121	0,132	0,239	0,338	0,512
1.8.	Массовая доля углекислой золы,% Mass fraction of calcium car-bonate salt,%	0,512	0,545	0,621	0,785	0,861	1,025
2. Нормальный клеточный сок Standard cell sap							
2.1.	Чистота,% Purity,%	85,70	85,04	84,90	82,30	79,80	78,20
2.2.	Содержание белковых веществ, мг/ мл · 100 СВ Content of protein substances, mg / mL 100 CB	19,57	18,85	14,73	5,04	4,08	3,84
3. Очищенный клеточный сок Purified cell sap							
3.1.	Массовая доля солей кальция,% CaO Mass fraction of calcium salts, CaO%	0,022	0,030	0,037	0,068	0,111	0,120
3.2.	Чистота,% Purity,%	90,0	89,6	88,6	86,6	84,40	82,40
3.3.	Натуральная щелочность,% CaO Natural alkalinity,% CaO	0,001	-0,012	-0,021	-0,054	-0,106	-0,117
4. Расчетные показатели Calculated indicators							
4.1.	Прогнозируемый выход сахара,% Projected sugar yield,%	**15,04**	**14,04**	**14,19**	**12,90**	**11,98**	**9,57**
4.2.	Коэффициент извлечения сахара из свеклы Recovery of sugar from beet indicator	**0,801**	**0,783**	**0,770**	**0,704**	**0,657**	**0,567**
4.3.	Прогнозируемые потери сахара в мелассе,% Projected sugar losses in molasses,%	2,73	2,88	3,24	4,42	5,24	6,26
4.4.	Прогнозируемый выход условной мелассы,% Projected output of conditional molasses,%	5,54	5,85	6,40	8,59	10,58	12,44

18,77 – в знаменателе сахаристость корнеплодов в пересчете на СВ корнеплодов с нормальным тургором (26%)

18,77 – sugar content in terms of solids of root crops with normal turgor (26%) is given in the denominator

Прогнозируемый выход сахара имел максимальное значение у здоровых корнеплодов (15,04%), и с увеличением степени поражения корнеплодов снижался до 9,57%. Как показали исследования, сосудистый бактериоз оказывал отрицательное влияние на степень извлечения сахарозы, коэффициент извлечения при переработке такой свеклы снижался с 0,801 до 0,567.

Выявленное в результате технологического анализа снижение белковых веществ в клеточном соке подтвердилось определением растворимых белковых веществ в тканях корнеплодов: с увеличением степени поражения растений сахарной свеклы сосудистым бактериозом происходило снижение содержания белка в корнеплодах с 0,229 до 0,127 мг/см^3 (рисунок 1). Заметное снижение белка (до 0,167 мг/см^3) наблюдалось уже при степени развитии болезни на 2 балла, при котором визуально корнеплод почти не отличался от здорового.

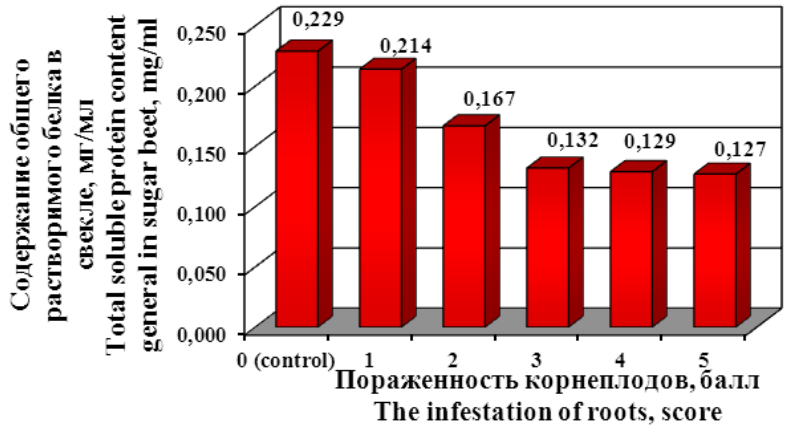


Рисунок 1. Содержание общего растворимого белка в корнеплодах сахарной свеклы

Figure 1. Total soluble protein content general in sugar beet roots

Известно, что под действием стресса любой природы, в том числе вызванного инфекцией, в растениях увеличивается образование активных форм кислорода. В таких случаях существенную роль в защите от стресса играет фермент пероксидаза, разрушая пероксид водорода и ограничивая свободнорадикальные процессы. Имеются данные о том, что активность фермента напрямую связана с синтезом в клетках активных форм кислорода. Роли пероксидазы в метаболизме больного растения посвящено большое количество работ Б.А. Рубина (Рубин, Лущинская, 1969; Рубин, Будилова, 1970; Рубин, 1975; и др.). Обладая функциональностью, фермент способен реагировать на большинство нарушений гомеостаза. Повышение активности пероксидазы рассматривается как индикатор стрессового состояния растений.

В результате исследований по определению активности пероксидазы в корнеплодах с разной степенью пораженности сосудистым бактериозом выявлено повышение общей и удельной активности фермента с усилением развития болезни (рисунки 2, 3).

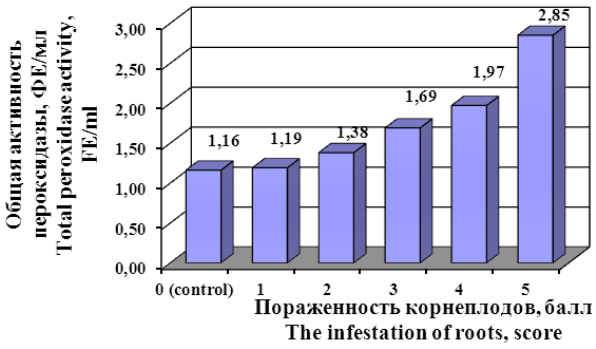


Рисунок 2. Общая активность пероксидазы в корнеплодах сахарной свеклы

Figure 2. Total peroxidase activity in sugar beet roots

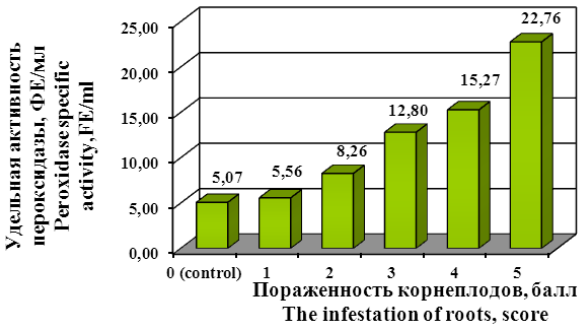


Рисунок 3. Удельная активность пероксидазы в корнеплодах сахарной свеклы

Figure 3. Peroxidase specific activity in sugar beet roots

Наиболее высокие показатели общей и удельной активности фермента отмечены у корнеплодов с 5-ти бальной степенью заболевания (2,85 ФЕ/см^3 и 22,76 ФЕ/см^3 соответственно).

Пероксидаза представлена в растениях набором изоферментов, число которых у одного вида может составлять от 3 до 42. Наличие изоферментов расширяет границы функционирования пероксидазы, она проявляет активность в зоне pH 3–14.

При стрессовых состояниях, ранении, вирусном или микробном инфицировании организма значительно изменяется не только активность пероксидазы, но и изоферментный состав. Повышение активности пероксидазы с ростом заболевания проявлялось в увеличении общего количества изоформ фермента от 4 (контроль) до 5–6 (пораженные растения) (таблица 4).

Таблица 4.

Распределение изоформ пероксидазы в корнеплодах сахарной свеклы

Table 4.

Allocation of peroxidase isoforms in sugar beet roots

R_f, относительная электрофоретическая подвижность Rf, relative electrophoretic mobility	Пораженность корнеплодов, балл Roots infestation, points					
	0 (контроль) 0 (control)	1	2	3	4	5
0,21	+	+	+	+	+	+
0,24	+	+	+	–	–	–
0,26	+	+	+	–	–	–
0,46	–	–	–	–	+	–
0,56	–	–	–	+	–	+
0,64	+	+	+	+	–	–
0,67	–	+	+	+	–	–
0,72	–	–	+	+	–	–
0,88	–	–	–	+	–	–

Примечание: «+»– наличие зоны активности фермента; «–» – отсутствие зоны активности фермента

Note: "+" – the presence of enzyme activity zone; "–" – the absence of enzyme activity zone

Возможно, дополнительные формы стрессорного фермента, наряду с низким количеством белка, могут объяснить очень высокую удельную активность пероксидазы в корнеплодах, пораженных сосудистым бактериозом. Можно предположить, что редуцирование изоформ фермента у растений с 4-х и 5-ти бальным поражением связано с отмиранием листового аппарата и загниванием корнеплода, другими словами – с гибелью растения.

Заключение

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

– выявлено, что нарушение обменных процессов при инфицировании и заполнении бактериями сосудов ксилемы сахарной свеклы приводит к прогрессивному ухудшению технологических качеств корнеплодов, разрушению белковых соединений клеточных структур и резкому возрастанию активности пероксидазы;

– установлено, что с увеличением степени поражения сосудистым бактериозом корнеплодов гибрида РО-117 в сравнении со здоровыми корнеплодами снижалась сахаристость на 0,85–1,94% абс., увеличивалось содержание α-аминного азота в 1,3–5,4 раза и редуцирующих веществ в свекле в 1,2–4,9 раза, уменьшалось содержание белковых веществ в нормальном клеточном соке в 1,1–5,1 раза, снижалась чистота очищенного свекловичного сока на 0,4–7,6% абс., увеличивалось содержание в нем солей кальция в 1,4–5,5 раза;

– определено, что возбудители сосудистого бактериоза отрицательно повлияли на выход и коэффициент извлечения сахара, показатели которых снижались на 1,0–5,5% абс. и 0,02–0,23 абс. ед.

–показано, что увеличение степени поражения растений сахарной свеклы сопровождалось снижением общего растворимого белка клетки, значительным повышением как общей, так и удельной активности стрессорного фермента пероксидазы, ростом количества изоформ фермента от 4 (контроль) до 5–6 (балл 1–3).

ЛИТЕРАТУРА

1 Кульнева Н.Г., Путилина Л.Н., Селезнева И.Г. Динамика качества свеклы, пораженной сосудистым бактериозом // Актуальная биотехнология. 2015. № 4(15). С. 12–16.

2 Путилина Л.Н., Селиванова Г.А., Минакова О.А., Лазутина Н.А. Сосудистый бактериоз сахарной свеклы и меры ограничения его развития в ЦЧР // Сахар. 2016. № 5. С. 29–32.

3 Селиванова Г.А. Причины широкого распространения корневых гнилей в ЦЧР // Сахарная свекла. 2013. № 5. С. 27–31.

4 Mansfield J. et al. Top 10 plant pathogenic bacteria in molecular plant pathology // Molecular plant pathology. 2012. V. 13. №. 6. P. 614-629.

5 Bulgarelli D. et al. Structure and functions of the bacterial microbiota of plants //Annual review of plant biology. 2013. V. 64. P. 807-838.

REFERENCES

1 Kulneva N.G., Putilina L.N., Selezneva I.G. Dynamics of the quality of the beets, the affected vascular bacteria-zoom. *Aktual'naya biotechnologiya* [Actual biotechnology] 2015, no. 4(15), pp. 12–16. (in Russian).

2 Putilina L.N., Selivanova G.A., Minakova O.A., Lazutina N.A. Vascular bacteriosis of sugar beet and measures to restrict its development in the Central Chernozem region. *Sakhar* [Sugar] 2016, no. 5, pp. 29–32.

3 Selivanova G.A. The reasons for the wide spread of root rot in the Central Chernozem region. *Sakharnaya svekla* [Sugar beet] 2013, no. 5, pp. 27–31. (in Russian)

4 Mansfield J. et al. Top 10 plant pathogenic bacteria in molecular plant pathology. Molecular plant pathology, 2012, vol. 13, no. 6, pp. 614-629.

5 Bulgarelli D. et al. Structure and functions of the bacterial microbiota of plants. Annual review of plant biology, 2013, vol. 64, pp. 807-838.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Людмила Н. Путилина к. с-х. н., доцент, кафедра технологии бродильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, lputilina@bk.ru
Надежда Г. Кульнева д. т. н., профессор, кафедра технологии бродильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, ngkulneva@yandex.ru
Галина А. Селиванова к. б. н., зав. лаборатории иммунитета, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара имени А.Л. Мазлумова», поселок ВНИИСС, 86, Воронежская область, Рамонский район, 396030, Россия, vniiss@mail.ru
Ольга А. Землянухина к. б. н., старший научный сотрудник отдела биотехнологии, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара имени А. Л. Мазлумова», поселок ВНИИСС, 86, Воронежская область, Рамонский район, 396030, Россия, vniiss@mail.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Ludmila N. Putilina candidate of agricultural sciences, associate professor, department of fermentation and sugar industries technology, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, lputilina@bk.ru
Nadezhda G. Kulneva doctor of technical science, professor, department of fermentation and sugar industries technology, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, ngkulneva@yandex.ru
Galina A. Selivanova candidate of biological science, head of the immunity laboratory, Federal State Budgetary Scientific Institution "All-Russian Research Institute of Sugar Beet and Sugar named after A.L. Mazlumov", VNIISS, 86, Voronezh region, Ramonsky district, 396030, vniiss@mail.ru
Olga A. Zemlyanukhina candidate of biological science, senior research officer of the biotechnology department, Federal State Budgetary Scientific Institution "The A.L. Mazlumov All-Russian Research Institute of Sugar Beet and Sugar", VNIISS, 86, Voronezh region, Ramonsky district, 396030, vniiss@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Людмила Н. Путилина предложила методику проведения эксперимента и организовала производственные испытания
Надежда Г. Кульнева написала рукопись, корректировала ее до подачи в редакцию и несет ответственность за плагиат
Ольга А. Землянухина обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперимент, выполнила расчеты
Галина А. Селиванова консультация в ходе исследования
Надежда Г. Кульнева написала рукопись, корректировала ее до подачи в редакцию и несет ответственность за плагиат

CONTRIBUTION

Lyudmila N. Putilina proposed a scheme of the experiment and organized production trials
Nadezhda G. Kulneva wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism
Olga A. Zemlyanukhina review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations
Galina A. Selivanova consultation during the study
Nadezhda G. Kulneva 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 20.07.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 20.08.2016

RECEIVED 7.20.2016

ACCEPTED 8.20.2016

Оригинальная статья/Original article

УДК 664.12

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-247-251

Методические аспекты интегрирования технологических вспомогательных средств в технологический поток производства свекловичного сахара

Любовь И. Беляева, [1] info@rniisp.ru
Валентина Н. Лабузова, [1]
Алла В. Остапенко, [1]
Елена М. Скрипко [1]

[1] технологический отдел, Российский научно-исследовательский институт сахарной промышленности, ул. Карла Маркса, 63, г. Курск, 305029, Россия

Реферат. Рассмотрены современные тенденции применения технологических вспомогательных средств в отечественной технологии свекловичного сахара. Показано, что используемые средства характеризуются высоким технологическим эффектом, пролонгированным действием, целевое их применение технологически и экономически оправдано, локальные технологии закреплены в научно-технической документации, контроль остаточных веществ средств в готовой продукции ведется по их расходу, методики определения действующих веществ в белом сахаре, жоме, мелассе отсутствуют, основная масса средств – зарубежного производства. Отмечено, что эффективность и безопасность каждого средства рассматривается с позиций их узкоспециализированной направленности на локальном участке их применения, а не системно – всего технологического потока. Обоснована необходимость интегрирования технологий применения технологических вспомогательных средств в технологический поток. Обозначен спектр направлений научных исследований для создания системы интегрированных технологий применения технологических вспомогательных средств в производстве сахара, ориентированных на повышение стабильности функционирования технологического потока, безопасность готовой продукции. Разработаны исходные требования к указанной системе, предусматривающие интеграцию технологических вспомогательных средств с технологическим потоком. Сформированы методические подходы к оценке совокупного действия средств, базирующиеся на выявлении между ними синергетического или антагонистического эффектов. Приведены методические аспекты формирования структурной схемы системы интегрированных технологий, включающие декомпозицию технологического потока с выделением участка совокупного действия конкретных средств, выявление между ними синергизма-антагонизма, глубинный анализ причин проявления последнего, его нивелирование или минимизацию на основе интеграционных технологических или технических решений. Рассмотрено формирование структурной схемы интегрированной технологии на примере участка технологического потока от сгущения очищенного сока до получения утфеля I кристаллизации, на котором используются антинакипины и поверхностно-активные вещества. Отмечено, что совокупное их действие в процессе уваривания на этапе образования и роста кристаллов сахарозы сопровождается антагонистическим эффектом. Для интегрирования технологии применения антинакипина в технологический поток предусматривается использование интеграционного технологического решения – ведение процесса фильтрования сиропа через фильтровальные перегородки с диаметром пор 30–50 мкм.

Ключевые слова: технологический поток производства сахара, технологическое вспомогательное средство, интегрированная технология, совокупное действие, синергизм, антагонизм

Methodological aspects of the integration of technological processing aids in the process stream of beet sugar production

Lyubov I. Belyaeva, [1] info@rniisp.ru
Valentina N. Labuzova, [1]
Alla V. Ostapenko, [1]
Elena M. Skripko [1]

[1] technology department, Russian research institute of the sugar industry, Karla Marksa str., 63, Kursk, 305029, Russia

Summary. The modern trends in the application of technological processing aids in the domestic beet sugar technology were considered. It is shown that the means used are characterized by a high technological effect, prolonged action, target application of means is technologically and economically feasible, local technologies are fixed in scientific and technical documentation, control of residual compounds in the finished product is carried out at their expense, methods for determining the active substances in white sugar, pulp, molasses are not available, the bulk of foreign-made means. It is noted that each agent efficiency and safety is considered as extremely specialized orientation on the local area of application, but not in a consistent manner – the entire production flow. The necessity of integrating application technology of processing aids in technological stream. We outlined a range of research areas to create a system

Для цитирования

Беляева Л. И., Лабузова В. Н., Остапенко А. В., Скрипко Е. М. Методические аспекты интегрирования технологических вспомогательных средств в технологический поток производства свекловичного сахара // Вестник ВГУИТ. 2016. № 3. С. 247–251. doi:10.20914/2310-1202-2016-3-247-251

For citation

Belyaeva L. I., Labusowa V. N., Ostapenko A. V., Skripko E. M. Methodological aspects of the integration of technological processing aids in the process stream of beet sugar production. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 3. pp. 247–251. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-3-247-251

of integrated process application of technological processing aids in the sugar production, focused on stability augmentation of technological flow functioning, safety of the finished product. Initial requirements for this system, providing integration of processing aids with the process stream were developed. Methodical approaches to the assessment of collective effect of means, based on the identification of synergistic or antagonistic effects were formed. Methodical aspects of formation of structures scheme of the system of integrated technologies, including technological decomposition with the release of area of collective effect of specific means, identification of synergism and antagonism, deep analysis of the causes of manifestation of the latter, its leveling or minimization based on the integration of technology or technical solutions were listed. The formation of the block diagram of integrated technology by the example of an area of the process stream from purified juice condensation to the I crystallisation massecuite reception was considered, during the process stream antiscalant and surfactants were used. It is noted that the collective effect of the process of boiling at the stage of formation and the growth of sucrose crystals was accompanied by an antagonistic effect. For integration of technology application of antiscalant in process stream it is prescribed the use of integration technological solution – establishment of filtering syrup process through a filtering partition with a pore diameter of 30–50 microns.

Keywords: process stream of sugar production, technological processing aid, integrated technology, collective effect, synergism, antagonism

Введение

В отечественном производстве свекловичного сахара реализация современных технологических решений предусматривает применение технологических вспомогательных средств (ТВС), выступающих как инструмент интенсификации технологических процессов. Ассортимент применяемых ТВС разнообразен по функциональному направлению и линейке внутри функциональных групп, что обусловлено многообразием задач локальных технологических процессов производства сахара, отличающихся сложностью, множественностью, ресурсоемкостью. Рынок ТВС успешно развивается, мотивируя сахарные заводы к активному их применению.

Анализ эволюционного развития использования ТВС в отечественной технологии сахара в течение более двух столетий в разрезе четырех условно выделенных стадий [1]: от первых классических ТВС (химических реагентов известкового молока, углекислого газа, сернистого газа) до широкого и разнообразного ассортиментного ряда средств (рисунок 1), позволяет выделить следующие основные современные тенденции их применения.

Используемые в настоящее время ТВС обладают высоким технологическим эффектом и пролонгированным действием при минимизации их расхода. Распространение получают узконаправленные препараты внутри каждой функциональной группы и многофункциональные комплексные препараты, сочетающие в себе композиции действующих веществ разных функциональных групп [2, 3].

Для каждого конкретного ТВС имеется локальная технология применения, не требующая значительных капиталовложений, позволяющая автоматически вести процесс приготовления и дозирования препарата в зависимости от параметров технологического процесса и качества обрабатываемых полуфабрикатов. Целевое применение каждого средства технологически и экономически оправдано; технологический режим и правила работы с ними закреплены в научно-технической документации (технологических инструкциях, методических рекомендациях и др.). Безопасность ТВС регулируется Техническим регламентом Таможенного союза ТР ТС 029/2012 “Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств”: контроль содержания остаточных количеств в готовой и побочной продукции ведется, как правило, по установленному изготовителем средства расходу, необходимому для достижения технологического эффекта. Стандартизованные методики определения действующих веществ применяемых ТВС в белом сахаре, жоме, мелассе отсутствуют. Основная масса средств – зарубежного производства: в страну импортируется до 75% пищевых ингредиентов (пищевых добавок и ТВС) [4].



Рисунок 1. Стадии эволюции применения ТВС в производстве сахара

Figure 1. Stages of evolution of the use of the fuel assembly in the production of sugar

Однако эффективность и безопасность каждого средства рассматривается изготовителями и потребителями ТВС только с точки зрения достижения узкой технологической цели локального участка их применения. Но в условиях многовариативности использования ТВС совместное их применение в технологическом

потоке может привести к различного рода последствиям, таким как: нивелирование заявленного технологического эффекта; возможность отрицательного действия на пищевую систему, качество протекания технологических процессов; возможность попадания остаточных количеств действующего вещества средства в сахар, жом и мелассу, которое представляет риск для здоровья людей и животных или оказывает негативное влияние на качество продукции и процессы ее производства при использовании их в качестве сырьевого ингредиента.

Вместе с тем, ТВС, как и пищевые добавки, согласно установленной международной практике, должны постоянно проходить переоценку с учетом появления новых научных данных об их воздействии на организм человека, окружающую среду, последствий их применения в пищевых системах [5]. Поэтому эффективность и безопасность каждого средства следует рассматривать системно с позиций всего сложного технологического потока производства сахара, осуществляя интегрирование локальных технологий конкретных ТВС в технологический поток. Полагаем, что четвертая стадия эволюции применения ТВС в производстве сахара завершится созданием системы интегрированных технологий применения ТВС как совокупности локальных технологий, ориентированных на повышение стабильности функционирования технологического потока. Такая система открывает новый уровень использования ТВС: дает возможность повысить эффективность единого технологического процесса производства сахара, увеличить выход и качество готовой продукции при обеспечении защиты здоровья человека и окружающей среды.

Для формирования такой системы необходимы новые знания, вытекающие из результатов научных исследований по широкому спектру направлений: разработка новых специальных ТВС; изучение поведения средств в пищевых системах сахарного производства, взаимосвязи их функциональных действий с выявлением синергизма и антагонизма; исследование совокупного влияния ТВС на качество протекания процессов, в которых они непосредственно используются, опосредованного влияния на другие процессы, изменение состава полуфабрикатов, побочной и готовой продукции, миграции действующих веществ по технологическому потоку; разработка методик определения действующих веществ в сахаре, жоме и мелассе и т. д. По части представленных направлений проводятся теоретические и экспериментальные исследования.

В результате разработаны исходные требования к системе ТВС в производстве сахара из сахарной свеклы, предусматривающие в т. ч. интеграцию ТВС с технологическим потоком, учитывающую все взаимосвязи конкретного средства в совокупном действии с другими ТВС. Сформированы методические подходы к оценке совокупного действия ТВС при их одновременном применении в технологическом потоке [1], которые базируются на выявлении результата взаимодействия между средствами в виде антагонизма (когда одно из средств ослабляет действие другого) или синергизма (когда одно из средств усиливает действие другого). Оценка совокупного влияния ТВС предусматривает дифференциацию качества протекания процессов технологического потока в зависимости от уровня выполнения технологической задачи и состояния в них пищевой системы на основе определения репрезентативных показателей.

Полученные данные предполагается использовать в качестве основы структурной схемы интегрированных технологий применения ТВС в свеклосахарном производстве. Методические аспекты ее формирования включают выполнение декомпозиции технологического потока с выделением участков совокупного действия конкретных ТВС; выявление синергетических или антагонистических эффектов последствий совокупного действия ТВС выделенного участка; при выявлении антагонистического эффекта проводится глубинный анализ причин его проявления и предлагаются варианты интеграционных технических или технологических решений для его нивелирования или минимизации.

Рассмотрим формирование структурной схемы интегрированной технологии на примере участка технологического потока от сгущения очищенного сока до получения утфеля I кристаллизации. На указанном участке в процессах технологического потока используются функциональные группы ТВС: антинакипины – при сгущении сока; поверхностно-активные вещества (ПАВ) – при уваривании утфеля I. Антинакипин, выполнив свое функциональное назначение в процессе сгущения, в составе сиропа поступает на процесс фильтрования, где в качестве фильтровальных перегородок используются фильтровальные ткани с диаметром пор 100–200 мкм, при этом около 70% его от введенной дозы удаляется с осадком, а до 30% мигрирует в составе фильтрованного сиропа на этап уваривания утфеля I. Соответственно, на данном этапе имеет место совокупное взаимодействие антинакипина и ПАВ (рисунок 2).

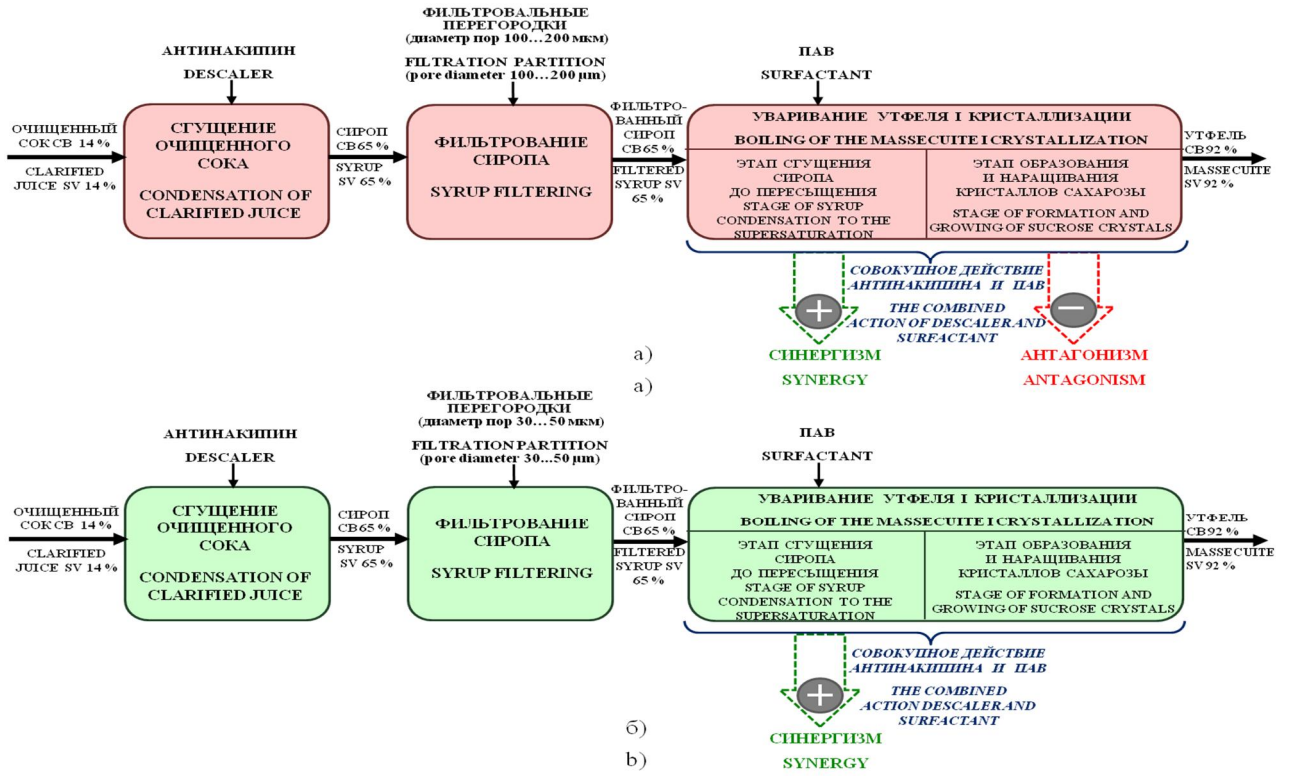


Рисунок 2. Вариант структурной схемы технологии применения антинакипина в технологическом потоке производства свекловичного сахара: а – локальной; в – интегрированной

Figure 2. Option block diagram of the application of technology in the descaling process stream of beet sugar production of a – local; b – integrated

Оценив совокупное действие средств на основе вышеуказанных методических подходов, получаем объективную картину совместного взаимодействия антинакипина и ПАВ в процессе уваривания утфеля I: на этапе сгущения сиропа до пересыщения от сухих веществ 65% до 82% сухих веществ отмечается синергетический эффект, а на этапе образования и наращивания кристаллов сахарозы имеет место антагонистическое влияние антинакипина на функциональное действие ПАВ [6]. Причем, обуславливая формирование неустойчивого состояния пищевой системы утфеля I за счет ухудшения его реологических свойств, антинакипин всегда будет выступать антагонистом ПАВ.

Следовательно, для интегрирования технологии применения антинакипина в технологический поток производства сахара следует устранить или минимизировать этот эффект. Это можно выполнить путем устранения или сведения до минимума поступления антинакипина на этап уваривания утфеля I. Указанное достигается максимальным удалением взвешенных солей кальция из сиропа, а с ними и структурно связанного антинакипина, что возможно при использовании в процессе фильтрования сиропа фильтровальных тканей с диаметром пор 30–50 мкм или фильтрующих материалов (кизельгура, перлита). Такое технологическое решение выступает как интеграционное.

Для наполнения всех позиций структурной схемы интегрированных технологий применения ТВС в свеклосахарном производстве предстоит выполнить подобные исследования по оценке совокупного действия ТВС других функциональных групп.

Заключение

Предложены методические аспекты интегрирования ТВС в технологический поток производства сахара из сахарной свеклы, реализация которых обеспечит повышение эффективности и результативности функционирования технологической линии в целом.

ЛИТЕРАТУРА

1 Беляева Л.И. и др. Технологические вспомогательные средства в производстве сахара: эволюция применения // Сахар. 2015. № 11. С. 39–43.

2 Костенко Т.И., Кузнецова М.В., Лебедев В.С. и др. Отечественные пеногасители для сахарного производства // Сахар. 2014. № 5. С. 39–41.

3 Олянская С.П., Цырульникова В.В., Ровинский А.Д. Использование флокулянтов как метод повышения эффективности очистки диффузионного сока // Сахар. 2010. № 8. С. 43–48.

4 Никифорова Т.А. Научное обеспечение производства пищевых добавок: перспективы развития индустрии микроингредиентов в России // Материалы международной научно-практической конференции “Продовольственная безопасность и научное обеспечение развития отечественной индустрии конкурентоспособных пищевых ингредиентов”. СПб: ФГБНУ ВНИИПД, 2015. С. 150–153.

5 Commission Regulations (EU) No 257/2010 of 25 March 2010 setting up a program for the re-evaluation of approved food additives in accordance with Regulation (EC) No 1333/2008 of the European Parliament and of the Council of 16 December 2008 on food additives.

6 Беляева Л.И. и др. Совокупное влияние антинакипина и поверхностно-активного вещества на качество процесса уваривания утфеля // Материалы XIII международной научно-практической конференции “Пища. Экология. Качество”. Красноярск: ФГБНУ СибНИИП, 2016. С. 140–145.

REFERENCES

1 Belyaeva L.I. et.al. Technological processing aids in the production of sugar: the evolution of the application. *Sakhar* [Sugar] 2015, no. 11, pp. 39–43. (in Russian).

2 Kostenko T.I., Kuznetsova M.V., Lebedev V.S. Domestic defoamers for sugar production. *Sakhar* [Sugar] 2014, no. 5, pp. 39–41. (in Russian).

3 Olanskya S.P, Tsyrulnikova V.V., Rovinskiy A.D. The use of flocculants as a method of increasing the efficiency of purification of diffusion juice. *Sakhar* [Sugar] 2010, no. 8, pp. 43–48. (in Russian).

4 Nikiforova T.A. Scientific support of production of food additives: prospects of development of the industry microingredients in Russia. Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentcii “Prodovol'stvennaya bezopasnost' i nauchnoe obespechenie razvitiya otechestvennoj industrii konkurentnosposobnykh pishchevykh ingridientov” [Proc. Int. sci. conf. “Food safety and scientific support to the development of domestic industry competitiveness food ingredients”, Saint-Petersburg] 2015, pp. 150–153. (in Russian).

5 Commission Regulations (EU) No 257/2010 of 25 March 2010 setting up a programme for the re-evaluation of approved food additives in accordance with Regulation (EC) No 1333/2008 of the European Parliament and of the Council of 16 December 2008 on food additives.

6 Belyaeva L.I. et.al. Combined effect of antiscale agents and surfactants on the quality of the process the boiling in stage. Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentcii “Pisha. Ekologiy. Kachestvo” [Proc. Int. sci. conf. “Food. Ecology. Quality”, Krasnoyarsk] 2016. pp. 140–145. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Любовь И. Беляева к. т. н., зам. директора, Российский научно-исследовательский институт сахарной промышленности, ул. Карла Маркса, 63, г. Курск, 305029, Россия

Валентина Н. Лабузова зав. отделом, технологический отдел, Российский научно-исследовательский институт сахарной промышленности, ул. Карла Маркса, 63, г. Курск, 305029, Россия

Алла В. Остапенко ст. науч. сотр., технологический отдел, Российский научно-исследовательский институт сахарной промышленности, ул. Карла Маркса, 63, г. Курск, 305029, Россия

Елена М. Скрипко мл. науч. сотр., технологический отдел, Российский научно-исследовательский институт сахарной промышленности, ул. Карла Маркса, 63, г. Курск, 305029, Россия

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Lyubov I. Belyaeva candidate of technical science, deputy director, Russian research institute of the sugar industry, Karla Marksa str., 63, Kursk, 305029, Russia

Valentina N. Labusowa head of department, technology department, Russian research institute of the sugar industry, Karla Marksa str., 63, Kursk, 305029, Russia

Alla V. Ostapenko senior researcher, technology department, Russian research institute of the sugar industry, Karla Marksa str., 63, Kursk, 305029, Russia

Elena M. Skripko junior researcher, technology department, Russian research institute of the sugar industry, Karla Marksa str., 63, Kursk, 305029, Russia

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Любовь И. Беляева предложила методику проведения теоретических и экспериментальных исследований

Алла В. Остапенко обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперименты

Валентина Н. Лабузова консультация в ходе исследования, несёт ответственность за плагиат

Елена М. Скрипко написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию

CONTRIBUTION

Lyubov I. Belyaeva proposed a method of carrying out theoretical and experimental studies

Alla V. Ostapenko review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment

Valentina N. Labusowa consultation during the study, responsible for plagiarism

Elena M. Skripko wrote the manuscript, correct it before filing in editing

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

ПОСТУПИЛА 13.06.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 23.08.2016

RECEIVED 6.13.2016

ACCEPTED 8.23.2016

Оригинальная статья/Original article
УДК 330.341
DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-252-259

Мониторинг инновационной среды регионального промышленного предприятия

Юрий А. Саликов, [1] saural@rambler.ru
Елена О. Кулдошина [1]

[1] кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронеж. гос. ун т. инж. технол., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия

Реферат. В сложных современных условиях, характеризующихся высокой экономической нестабильностью и волатильностью, одной из важнейших задач региональных промышленных предприятий является ориентация на устойчивое инновационное развитие, для чего требуется, в свою очередь, создание гибкой, способной к качественным изменениям системы управления. Повышение адаптивности и обретение гибкости в системе управления предприятием невозможно без использования в качестве эффективного управленческого инструментария мониторинга как инновационной среды, так и инновационных процессов на предприятии, позволяющего оценить влияние внутренних и внешних факторов развития организации на ее положение, а также принять решение о своевременном изменении механизма управления предприятием. Инновационное развитие отличается комплексностью, а, следовательно, для осуществления его оперативного управления необходимы механизмы взаимодействия между различными структурными подразделениями, вовлеченными в инновационный процесс. Одним из таких механизмов является мониторинг инновационной среды предприятия. Особенностью мониторинга инновационной среды как инструмента управления инновационным развитием предприятия является концентрация на выявлении тенденций и динамики развития. Суть мониторинга состоит в отслеживании результатов финансовой и хозяйственной деятельности и ее коррекции в рамках планового (проектного) периода. При разработке и реализации стратегии инновационного развития мониторинг выступает механизмом координации действий всех задействованных структурных подразделений хозяйствующего субъекта. Таким образом, мониторинг инновационной среды предприятия можно представить как инструмент устойчивого развития предприятия, и он закладывает основу для осуществления инновационной деятельности компании.

Ключевые слова: инновации, инновационное развитие, инновационная среда предприятия, мониторинг

Monitoring of innovative environment of regional industrial enterprises

Yuriy A. Salikov, [1] saural@rambler.ru
Elena O. Kuldoshina [1]

[1] economic security and the financial monitoring department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia

Summary. In modern conditions of economic instability of one of the major tasks facing the entities of the region creation of a management system, flexible, capable to reorganization, and orientation to sustainable innovative development is. Finding of flexibility is impossible without use of system of monitoring and an assessment of level of innovative development of the entity that allows to estimate influence of internal and external factors of organization development on its provision, and also to make the decision on timely change of the controlling mechanism by the entity. Innovative development differs in complexity, and, therefore, mechanisms of interaction between various structural divisions involved in innovative process are necessary for implementation of its operational management. One of such mechanisms is monitoring of the innovative environment of the entity. Feature of monitoring of the innovative environment as management tool innovative development of the entity is concentration on identification of tendencies and dynamics of development. The essence of monitoring consists in tracking of results of financial and economic activity and its correction within the planning (project) period. In case of development and strategy implementation of innovative development monitoring acts as the mechanism of coordination of actions of all involved structural divisions of an accounting entity. Thus, monitoring of the innovative environment of the entity can be provided as the tool of a sustainable development of the entity, and it lays the foundation for implementation of innovative activities of the company.

Keywords: innovations, innovative development, innovative environment of the entity, monitoring

Введение

В настоящее время во многих развитых и развивающихся странах активно реализуется государственная политика по развитию национальной инновационной системы. Ключевой приоритет инновационной политики предполагает коммерциализацию научных результатов прорывных исследований и разработок, поскольку результаты управленческой деятельности по созданию, внедрению, продвижению на рынок новых товаров и услуг во многом влияют на эффективное функционирование национальной экономики. Применение инструментария стратегического менеджмента в управлении инновационным развитием предприятия объективно обосновано. Внедрение технологических и продуктовых инноваций на предприятии связано с множеством препятствий как внешнего, так и внутреннего характера [5]. Отсутствие при этом стратегического подхода к управлению инновациями, пренебрежение сферой инновационного развития в пользу других, менее рискованных способов расширения хозяйственной деятельности может привести в итоге к технологическому отставанию и краху всей производственной и коммерческой системы предприятия.

Инновационное развитие, в свою очередь, предполагает, как осуществление процесса освоения инноваций, так и формирование системы факторов и условий, необходимых для его успешного осуществления. При этом восприимчивость общества и организаций к созданию и освоению инноваций во многом зависит от инновационной среды предприятия [2]. Часто инновационная среда – имеет возможность сформироваться и в дальнейшем служить источником инновационного и технологического развития только при наличии комплекса четырех элементов: науки, крупного частного

Для цитирования
Саликов Ю. А., Кулдошина Е. О. Мониторинг инновационной среды регионального промышленного предприятия // Вестник ВГУИТ. 2016. № 3. С. 252–259. doi:10.20914/2310-1202-2016-3-252-259

For citation
Salikov Yu. A., Kuldoshina E. O. Monitoring of innovative environment of regional industrial enterprises. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 3. pp. 252–259. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-3-252-259

капитала, современно оснащенных многопрофильных предприятий, большого числа высококвалифицированных инженеров и рабочих.

Однако данный комплекс отражает, на наш взгляд, лишь её внешний характер, т. к. помимо указанных факторов на тенденции, направленность, активность и темпы инновационного развития существенное воздействие оказывает реальное инновационное состояние предприятия. В этой связи инновационное состояние предприятия и, соответственно, его внутреннюю инновационную среду можно, на наш взгляд, разделить на три основные составляющие [3, 4]:

– финансовую (определяет возможности обеспечения приемлемого уровня финансовой устойчивости предприятия);

– операционную (определяет производственный потенциал предприятия);

– и управленческую деятельность организации (определяет уровень эффективности менеджмента).

В результате исследования нами был осуществлен мониторинг инновационной среды регионального промышленного предприятия (хлебопекарная промышленность) на примере ФОУ-разбиения в соответствии с указанными составляющими [1]. Целью мониторинга являлось определение приоритетных задач и направлений инновационного развития предприятия. При этом структурные компоненты, а также удельный вес каждой составляющей и характеризующих её критериев и определялся экспертным путем с учетом вида экономической деятельности.

На рисунке 1 представлены результаты экспертной оценки выбранных ключевых критериев оценки финансовой составляющей, а в таблице 1 – структура полученного сводного индекса финансового состояния компании, позволяющая наглядно продемонстрировать проблемные области, по которым необходимо затем провести детальное рассмотрение типичных проблем, оказывающих влияние на финансовое благополучие предприятия.

В результате итоговый индекс финансовой составляющей составляет 5,6. Это позволяет сделать выводы о том, что основной проблемой финансовой деятельности предприятия в настоящее время являются низкие показатели рентабельности, что связано с наличием ряда проблем внешнеэкономического характера в отрасли вследствие вступления в ВТО, экономических санкций и политики импортозамещения. Также стоит отметить, что важнейшим принципом поддержания финансовой стабильности предприятия является постоянный контроль за финансовыми показателями.

Состав и соотношение критериев операционной деятельности представлено на рисунке 2. Формирование перечня критериев операционной деятельности предполагает выбор причинно-следственных связей между выбранными финансовыми и операционными показателями. Применение показателей оценки производственной деятельности позволяет уточнить ее результаты, выявить влияние побочных факторов на показатели объема выпуска продукции. Весовое значение показателей производственной деятельности в операционной составляющей инновационной среды предприятия определено на уровне 30%.

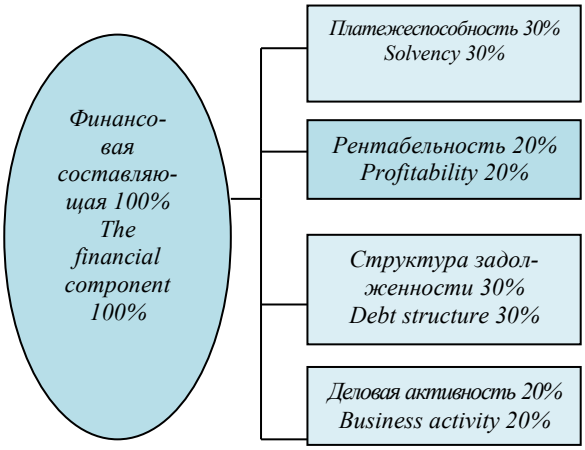


Рисунок 1. Критерии финансовой деятельности

Figure 1. Criteria of financial activities

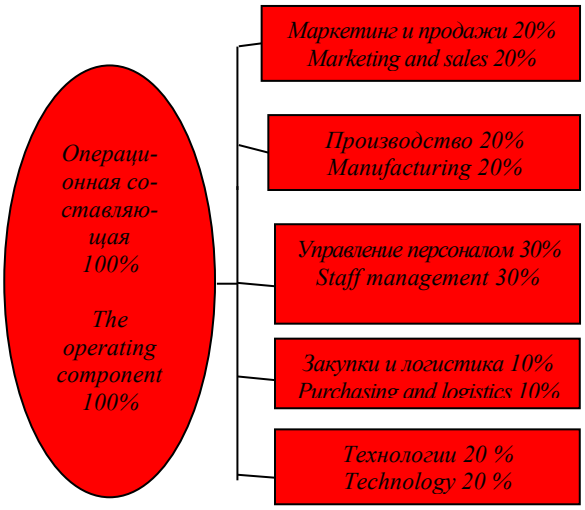


Рисунок 2. Критерии операционной деятельности

Figure 2. Criteria operating activities

Все представленные критерии операционной деятельности являются частью системы мониторинга инновационной среды. Они базируются на расчетной части и опыте экспертов и аналитиков, знающих сильные и слабые места оцениваемого предприятия.

В таблице 2 для предприятия приведен расчет сводного индекса по операционной составляющей. Виден значительный разброс оценок по разным критериям, что в дальнейшем позволит сконцентрировать внимание на наиболее проблемных областях.

Для целей мониторинга управленческой составляющей инновационной среды хозяйствующего субъекта в рамках исследования выделены следующие компоненты (рисунок 3). По результатам мониторинга мощным компонентом управленческой деятельности предприятия является организационное развитие (40%). Это связано с тем, что на предприятии удалось сохранить значительную часть высококвалифицированных рабочих и специалистов, которые составляют интеллектуальный потенциал компании. На предприятии не утрачена преемственность, работает система наставничества. Компания придерживается принципов социальной корпоративной ответственности.

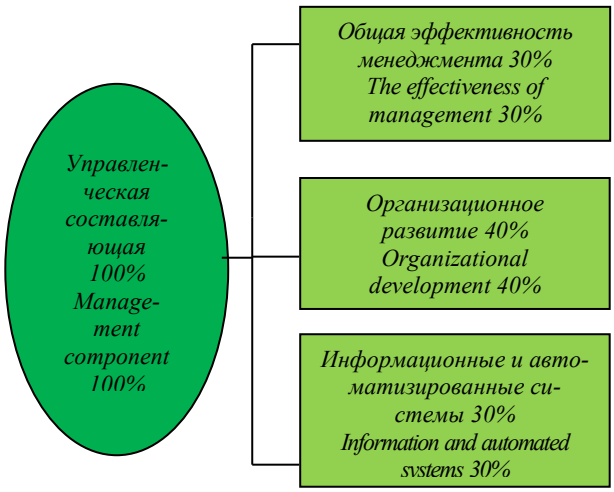


Рисунок 3. Компоненты управленческой составляющей

Figure 3. Components of the management activities

Результаты итоговой экспертной оценки управленческой составляющей инновационной среды анализируемого предприятия представлена в таблице 3 и дают достаточно полное представление о системе управления предприятием.

В таблице 4 соответственно представлена итоговая матрица ФОУ-анализа, в которой интегрируются результаты, относящиеся к различным сферам экономики предприятия. При этом результаты проведенной оценки показывают, что в настоящее время наиболее приоритетной является операционная составляющая, включающая в себя все основные бизнес-процессы на предприятии. Управляющая составляющая имеет достаточно высокий индекс, но наименьший удельный вес по сравнению с другими составляющими. Такая ситуация, на наш взгляд, объясняется тем, что система управления носит в целом достаточно установившийся и консервативный характер, однако является определяющим фактором в вопросах обеспечения инновационного развития.

Заключение

С помощью методики мониторинга инновационной среды предприятия на примере регионального предприятия сформирована информационная база практических рекомендаций для принятия различных стратегических решений, направленных на повышение качества инновационной среды и уровня инновационного развития предприятия в целом.

В частности, в области управления инновационным развитием предприятию необходима разработка системы регулярного менеджмента инноваций, учитывающего условия современного рынка и содержащего в себе более детальную информацию о будущих целях и видении предприятием своего положения.

Руководству и менеджерам предприятия необходимо учитывать все факторы, оказывающие влияние на инновационную среду, представить возможные направления расширения, диверсификации, интеграции, подробно обозначить экономическую эффективность данных процессов.

Регулярное управление должно не только детализировать указанные существующие цели и задачи, но и обозначить промежуточные показатели, пути их достижения, представить качественные характеристики для каждой поставленной цели.

Важной задачей является формирование программы мотивации персонала. Проведение оценки эффективности сотрудников службы развития, чьи профессиональные обязанности лежат в сфере маркетинга и стратегического планирования, позволит выявить проблемные ситуации и найти пути их решения. Сотрудники, имеющие низкую трудовую эффективность, должны быть заменены на более квалифицированный персонал. Кроме того, целесообразно привлечение аутсорсинговых партнеров, которые помогут повысить квалификацию основного персонала и более эффективно представить конкурентные позиции компании на рынке.

В современных условиях динамичного рынка необходимо заранее предугадывать будущие пожелания клиента и уметь представлять особый, отличный от возможных других предложений товар. Необходимо суметь отличиться от конкурентов – предложить продукт, обладающий большей ценностью для данного потребителя. Поэтому возможность такого маневра имеет сравнимую значимость с каждым из уже оцененных критериев.

В целом, реализация представленных задач позволит предприятию не только укрепить конкурентные позиции, но и повысить собственную деловую репутацию.

Таблица 1.

Структура сводного индекса финансовой составляющей инновационной среды предприятия

Table 1.

Structure of the composite index of the financial component of the innovative environment of the enterprise

Финансовая составляющая инновационной среды The financial component of the innovative environment								Факторы Factors	
30% Платежеспособность 30% Solvency			20% Рентабельность 20% of the profitability	30% Структура задолженности 30% debt structure			20% деловая активность 20% of business activity		
коэффициент текущей ликвидности current ratio the the current ratio	Коэффициент обеспеченности собственными ОС The ratio of its own OS	Коэффициент автономии The coefficient of autonomy	рентабельность продаж, % the profitability of sales, %	коэффициент оборачиваемости дебиторской задолженности the coefficient of accounts receivable turnover	доля просроченной дебиторской задолженности the share of overdue receivables	доля просроченной кредиторской задолженности the share of overdue accounts payable	коэффициент оборачиваемости активов asset turnover ratio	Критерии Criteria	
28%	37%	35%	100%	30%	35%	35%	100%		
2–3.	0,25–0,5	0,7–0,8	>20	>12	0	0	>2	10	Баллы Points
1,7–2,0	0,15–0,25	0,8–0,9	15–20	10–12	<5	0	1,5–2	9	
>3	>0,5	>0,9	12–15	9–10	<10	0	1,3–1,5	8	
1,5–1,7	0,1–0,15	0,6–0,7	10–12	8–9	10–12	<5	1,2	7	
1,3–1,5	0,05–0,1	0,5–0,6	8–10	7–8	12–15	5–10	1,1	6	
1,2–1,3	0–0,05	0,5	5–8	6–7	15–20	10–15	1	5	
1,0–1,2	(–0,1) – 0	0,4	3–5	5–6	20–25	15–20	0,9	4	
0,8–1,0	(–0,3)–(–0,1)	0,3	1–2	4–5	25–30	20–25	0,6–0,8	3	
0,5–0,8	(–0,7)–(–0,3)	0,2	0	3–4	30–35	25–30	0,4–0,6	2	
0,3–0,5	(–1)–(–0,7)	0,1	(–1)–(–3)	2–3	35–40	30–40	0,2–0,4	1	
<0,3	←1	<0,1	–3	<2	>40	>40	<0,2	0	
1,23	0,08	0,4	0,38	6,05	0,007	0,22	1,29	значения критериев the values of the criteria	
5	6	4	2	5	9	7	8	набранные баллы scores	
5,0			2,0	7,1			8	индекс index	
5,6								итоговый индекс the final index	

Для связи с редакцией: post@vestnik-vsuet.ru

Таблица 2.

Структура сводного индекса операционной составляющей инновационной среды предприятия

Table 2.

Structure of the composite index of the operating component of the innovation environment of the enterprise

Операционная составляющая инновационной среды / The operating component of the innovative environment																					Факторы Factors	
30% маркетинг и продажи / 30% marketing and sales							30% производство / 30% production						20% управление персоналом 20% personnel management				15% закупки и логистика 15% purchasing and logistics		5% технологии 5% technology			
Работа с конкурентами / Work with competitors	Работа с потребителями / Work with customers	Производственная программа / Production program	Доля рынка / Market share	Оборачиваемость готовой продукции / Turnover of finished products	Своевременность поставок / Timely deliveries	Стабильность клиентской базы / The stability of the customer base	Ритмичность / Rhythm	Качество продукции / The quality of the products	Состояние ОПФ / Status OPF	Сменность оборудования / Shift equipment	Эффективность вспомагательного производства / The effectiveness of auxiliary	Затраты на рубль продукции / The costs per ruble of products	Возраст персонала / Age staff	Текучесть кадров / Turnover	Обучение персонала / Staff training	Уровень средней заработной платы / The average level of wages	Оборачиваемость запасов / Inventory turnover	Цена поставщиков / Price suppliers	Экономический эффект / The economic effect	Доля новых технологий / The share of new technologies	Критерии Criteria	
15%	15%	20%	10%	12%	13%	15%	10%	20%	25%	10%	10%	25%	30%	25%	25%	20%	50%	50%	50%	50%		
			x		x					x											10	Баллы / Points
x				x		x					x		x						x		9	
	x	x												x	x	x		x			8	
																	x			x	7	
																					6	
																					5	
									x			x									4	
								x													3	
							x														2	
																					1	
																					0	
9	8	8	10	9	10	9	2	3	4	10	9	4	9	8	8	8	7	8	9	7	баллы points	
8,9							4,7						8,3				7,5		8		индекс index	
7,68	итоговый индекс / final index																					

Таблица 3.

Оценка управленческой составляющей инновационной среды предприятия

Table 3.

Evaluation of the management component of the innovative environment of the enterprise

Управленческая составляющая инновационной среды/ The management component of the innovation environment										
30% эффективность менеджмента/ 30% management effectiveness					40% организационное развитие / 40% organizational development			30% информационные и автоматизированные системы/ 30% information and automation systems	Факторы / factors	
производительность productivity	конкуренция competition	возраст менеджеров managers age	уровень сложности приема-увольнения сотрудников/ difficulty of reception and dismissal of employees	соотношение управленческого персонал / ratio of administrative staff	организационная структура предприятия / organizational structure of the enterprise	уровень доверия менеджменту / management level of trust	косвенные признаки / indirect signs	уровень информационных систем / level of information systems	Критерии / criteria	
25%	20%	20%	15%	15%	80%	10%	10%	100%		
								x	10	Баллы / points
							x		9	
			x						8	
x					x	x			7	
		x							6	
	x								5	
									4	
				x					3	
									2	
									1	
									0	
7	5	6	8	3	7	7	9	10	набранные баллы/ scored points	
5,55					7,2			10	индекс / index	
7,5									итоговый индекс / final index	

Для связи с редакцией: post@vestnik-vsuet.ru

Таблица 4.

Итоговая матрица ФОУ-анализа предприятия

Table 4.

Resulting matrix of FOU-enterprise analysis

Составляющие инновационной среды Components of the innovative environment												Типы состояния инновационной среды The types of status of the innovative environment
Финансовая составляющая 30% The financial component 30%				Операционная составляющая 45% The operating component 45%					Управленческая составляющая 25% Management component 25%			
Платежеспособность Solvency	Рентабельность Profitability	Структура задолженности Debt structure	Деловая активность Business activity	Маркетинг и продажи Marketing and sales	Производство Production	Управление персоналом Personnel management	Закупки и логистика Purchasing and logistics	Технологии Technology	Эффективность менеджмента The effectiveness of management	Организационное развитие Organizational development	ИТ IT	
30%	20%	30%	20%	20%	20%	30%	10%	20%	30%	40%	30%	
				8,9		8,3					10,0	Благоприятная Favorable
		7,1	8,0				7,5	8,0	5,6	7,2		Неустойчивая Unstable
5,0					4,7							Неблагоприятная Adverse
	2,0											Кризисная Crisis
5,6				7,6					7,8			Индекс Index
7,1												Итоговый индекс Final index

ЛИТЕРАТУРА

1 Конаныхина О.В. Формирование системы управления инновационным климатом региона // Вестник АГТУ. 2010. № 2. С. 184–189.

2 Саликов Ю.А., Гончарова И.А., Исаенко М.И. Финансовые и организационные меры поддержки развития инновационно-активных предприятий // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2014. № 3. С. 67–75.

3 Morkovina S.S., Drapalyuk M.V., Evlakov P.M., Safonova N.A. Innovational mechanisms of biotechnologies support in forest sector for providing economic security of the state // Asian Social Science. 2015. V. 11. № 20. P. 41–48.

4 Саликов Ю.А., Кулдошина Е.О. Анализ инновационной среды промышленного предприятия // Вестник ВГУИТ. 2016. № 1. С. 233–236.

5 Khorev A.I., Salikov Y.A., Serebryakova N.A. Conceptual features of the bal-anced development of business organizations //Asian Social Science. 2015. V. 11. № 20. P. 22–28.

6 Golovina T.A., Polyanin A.V., Kokorev K.V. The development of innovative management on the principles of business partnership // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2016. V. 56. №8. P. 163-170.

7 Kremer K.I., Sabetova T.V. Implementation of the non-profitable marketing principles in electronic auctions for public procurement // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2016. V.56. №8. P. 152-162.

REFERENCES

1 Konanykhina O.V. Formation of system of management of innovation climate of the region. Vestnik AGTU [Proceedings of ASTU] 2010, no. 2, pp. 184–189. (in Russian)

2 Salikov Yu. A., Goncharova I.A., Isaenko M.I. Financial and organizational support of development of innovative enterprises. Tekhnologii pishchevoi I pererabatyvayushchei promyshlennosti APK – produkty zdorovogo pitaniya [Technologies of food and processing industry of AIC – healthy food] 2014, no. 3, pp. 67–75. (in Russian)

3 Morkovina S.S., Drapalyuk M.V., Evlakov P.M., Safonova N.A. Innovational mechanisms of biotechnologies support in forest sector for providing economic security of the state. Asian Social Science, 2015, vol. 11, no. 20, pp. 41–48.

4 Salikov Yu.A., Kuldoshina E.O. Analysis of innovative environment of industrial enterprises. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET] 2016, no. 1, pp. 233–236. (in Russian)

5 Khorev A.I., Salikov Y.A., Serebryakova N.A. Conceptual features of the bal-anced development of business organizations. Asian Social Science, 2015, vol. 11, no. 20, pp. 22–28.

6 Golovina T.A., Polyanin A.V., Kokorev K.V. The development of innovative management on the principles of business partnership. Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences, 2016, vol. 56, no.8, pp. 163-170.

7 Kremer K.I., Sabetova T.V. Implementation of the non-profitable marketing principles in electronic auctions for public procurement. Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences, 2016, vol. 56, no. 8, pp. 152-162.

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, 394036, Россия, saural@rambler.ru
Елена О. Кулдошина магистр, кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Yuriy A. Salikov doctor of economic sciences, professor, department of economic security and the financial monitoring department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, @mail.ru
Elena O. Kuldoshina master student, department of economic security and the financial monitoring department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia.

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Юрий А. Саликов консультация в ходе исследования
Елена О. Кулдошина написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

CONTRIBUTION

Yuri A. Salikov consultation during the study
Elena O. Kuldoshina 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 25.07.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 25.08.2016

RECEIVED 7.25.2016

ACCEPTED 8.25.2016

Оригинальная статья/Original article

УДК 338

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-260-268

Обеспечение экономической безопасности правоохранительными органами в контексте приоритетов социально-экономического развития и новой стратегии национальной безопасности Российской Федерации

Александр И. Хорев [1] al.khorev@gmail.com

[1] кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия

Реферат. В конце декабря 2015 года была утверждена новая Стратегия национальной безопасности Российской Федерации, являющаяся одним из базовых документов долгосрочного стратегического планирования деятельности государственных органов в отношении внешней и внутренней политики, официально определяющая национальные интересы и стратегические национальные приоритеты Российской Федерации в области обороны страны; государственной и общественной безопасности; повышения качества жизни российских граждан; экономического роста; науки, культуры, технологий, образования и здравоохранения; экологии живых систем и рационального природопользования и стратегической стабильности и равноправного стратегического партнерства. Обобщение и анализ данных официальной статистки за последнее десятилетие показывают негативные тенденции и динамику социальных индикаторов экономической безопасности. В соответствии с Концепцией к 2020 году уровень безработицы должен составлять не более 4–5%, уровень инфляции – 3,5%, численность населения с денежными доходами ниже величины прожиточного минимума – 6,2%. Согласно консервативному варианту Прогноза к 2030 году безработица должна находиться на уровне 4,7%, инфляция – 3,8%, численность населения с денежными доходами ниже величины прожиточного минимума – 8%. Приведенные данные и анализ указанных документов в целом показывают, что положения Концепции и Прогноза требуют внесения существенных корректировок, основанных на сложившейся ситуации внутри нашей станы и в мире и необходимости изменения подходов к проводимой социально-экономической политике. В современных условиях эффективная реализация положений новой Стратегии национальной безопасности имеет огромное значение для дальнейшего успешного развития Российской Федерации.

Ключевые слова: экономическая безопасность, правоохранительные органы, стратегия

Ensuring economic safety by law enforcement authorities in the context of the priorities of socio-economic development and the new Russian national security strategy

Aleksandr I. Khorev [1] al.khorev@gmail.com

[1] economic security and financial monitoring department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia

Summary. At the end of December 2015, was approved a new national security Strategy of the Russian Federation, which is one of the basic documents of strategic planning of activity of state bodies regarding domestic and foreign policy, formally defining the national interests and national strategic priorities of the Russian Federation in the field of defense; state and public safety; improve the quality of life of Russian citizens; economic growth; science, culture, technology, education, and health. ecology of living systems and rational use of natural resources and of strategic stability and equitable strategic partnership. The compilation and analysis of data of official statistics over the last decade show negative trends and the dynamics of social indicators of economic security. In accordance with the Concept, by 2020 the unemployment rate should be no more than 4-5%, inflation is 3.5%, the population with incomes below the subsistence minimum is 6.2%. According to the conservative scenario by 2030, unemployment should be at the level of 4.7%, inflation is 3.8%, the population with incomes below the subsistence minimum – 8%. Given the data and the analysis of these documents as a whole show that the concept of the provisions and forecasts require making significant adjustments based on layer-lived situation inside the country and in the world and the need to change approaches to the ongoing socio-economic policy. In modern conditions the effective implementation of the provisions of the new national security Strategy is of great importance for the further successful development of the Russian Federation

Keywords: economic security, law enforcement, strategy

Для цитирования

Хорев А. И. Обеспечение экономической безопасности правоохранительными органами в контексте приоритетов социально-экономического развития и новой стратегии национальной безопасности Российской Федерации // Вестник ВГУИТ. 2016. № 3. С. 260–268. doi:10.20914/2310-1202-2016-3-260-268

For citation

Khorev A. I. Ensuring economic safety by law enforcement authorities in the context of the priorities of socio-economic development and the new Russian national security strategy. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 3. pp. 260–268. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-3-260-268

Введение

Устойчивое и динамичное развитие национальной экономики, ее производительность и конкурентоспособность на внутреннем рынке и на мировых рынках тесно связаны с экономической безопасностью страны. Она в свою очередь является важнейшим компонентом национальной безопасности. Только страна, обладающая мощной и развитой экономикой, большими ресурсами и надежным производственным потенциалом, способна обеспечить свою военную, социальную безопасность, территориальную целостность и неприкосновенность [1]. Ситуация, складывающаяся в последние несколько лет внутри нашей страны и в мире, является безусловным подтверждением этих слов.

Изменение места и роли России на международной арене, активные и непрекращающиеся попытки США и отдельных стран ЕС навязать свою агрессивную позицию большинству стран мира, введение ограничительных и экономических санкций в отношении Российского государства, их расширение и постоянное ужесточение, существенное снижение цен на нефтегазовые ресурсы и ослабление курса рубля резко обострили социально-экономическую обстановку в РФ. В этих условиях вопросы о необходимости поиска новой модели долгосрочного стабильного развития России в целях укрепления ее национальной безопасности и успешной реализации национальных интересов приобрели особую актуальность. Очевидно, что на решение этих задач должна быть направлена деятельность всех государственных структур, и, в первую очередь, принимая во внимание усиление криминализации общества, – силовых и правоохранительных ведомств.

В конце декабря 2015 года была утверждена новая Стратегия национальной безопасности Российской Федерации [2], являющаяся одним из базовых документов долгосрочного стратегического планирования деятельности государственных органов [3] в отношении внешней и внутренней политики, официально определяющая национальные интересы и стратегические национальные приоритеты РФ в области обороны страны; государственной и общественной безопасности; повышения качества жизни российских граждан; экономического роста; науки, культуры, технологий, образования и здравоохранения; экологии живых систем и рационального природопользования и стратегической стабильности и равноправного стратегического партнерства.

Положения новой Стратегии содержат цели, задачи и меры, направленные на локализацию и нейтрализацию угроз национальной безопасности, ее укрепление, а также на обеспечение устойчивого развития РФ на долгосрочную перспективу. Более того, в новой Стратегии в качестве структурного элемента национальной безопасности, наряду с государственной и общественной безопасностью, включена экономическая безопасность. В ранее действующей Стратегии национальной безопасности до 2020 года [4] понятие экономической безопасности отсутствовало. Вопросы о необходимости экономического роста рассматривались в контексте «обеспечения национальной безопасности в экономической сфере». Теперь понятие «экономическая безопасность» возвращено в действующую нормативную правовую базу, что актуализирует проблемы экономической безопасности, повышает ее роль и значение в системе национальной безопасности, и, учитывая негативное влияние кризисных процессов на социально-экономическую сферу нашей страны, – подтверждает важность и необходимость решения вопросов по ее эффективному обеспечению.

К наиболее острым угрозам государственной и общественной безопасности в Стратегии отнесены:

– разведывательная и иная деятельность специальных служб и организаций иностранных государств, отдельных лиц, наносящая ущерб национальным интересам;

– деятельность террористических и экстремистских организаций, направленная на насильственное изменение конституционного строя РФ, дестабилизацию работы органов государственной власти, уничтожение или нарушение функционирования военных и промышленных объектов, объектов жизнеобеспечения населения, транспортной инфраструктуры, устрашение населения, в том числе путем завладения оружием массового уничтожения, радиоактивными, отравляющими, токсичными, химически и биологически опасными веществами, совершения актов ядерного терроризма, нарушения безопасности и устойчивости функционирования критической информационной инфраструктуры РФ;

– деятельность радикальных общественных объединений и группировок, использующих националистическую и религиозно-экстремистскую идеологию, иностранных и международных неправительственных организаций, финансовых и экономических структур, а также частных лиц, направленная на нарушение единства и территориальной

целостности РФ, дестабилизацию внутриполитической и социальной ситуации в стране, включая инспирирование «цветных революций», разрушение традиционных российских духовно-нравственных ценностей;

– деятельность преступных организаций и группировок, в том числе транснациональных, связанная с незаконным оборотом наркотических средств и психотропных веществ, оружия, боеприпасов, взрывчатых веществ, организацией незаконной миграции и торговлей людьми;

– деятельность, связанная с использованием информационных и коммуникационных технологий для распространения и пропаганды идеологии фашизма, экстремизма, терроризма и сепаратизма, нанесения ущерба гражданскому миру, политической и социальной стабильности в обществе;

– преступные посягательства, направленные против личности, собственности, государственной власти, общественной и экономической безопасности;

– коррупция.

Перечисленные выше угрозы демонстрируют особую роль правоохранительных органов в системе обеспечения национальной безопасности. Каждый вид этих угроз требует от правоохранительных структур эффективного и своевременного реагирования, готовности и способности адекватного противостояния существующим и новым угрозам. Однако, роль правоохранительных органов в системе обеспечения национальной безопасности гораздо шире, чем обеспечение государственной и общественной безопасности. Их деятельность также направлена на противодействие угрозам в сфере экономики и в социальной сфере. К таким угрозам, непосредственно связанным с профессиональной деятельностью правоохранительных структур, в Стратегии 2015 года отнесены: сохранение значительной доли теневой экономики, условий для коррупции и криминализации хозяйственно-финансовых отношений, незаконной миграции, нецелевое расходование бюджетных ассигнований. Таким образом, если говорить об экономической безопасности, то роль правоохранительных органов в системе ее обеспечении значительна и очевидна. При этом, например, в структуру МВД России входит Главное управление экономической безопасности и противодействия коррупции; в Структуру Следственного комитета РФ – Управление по расследованию особо важных дел о преступлениях против государственной власти и в сфере экономики; в структуру Генеральной прокуратуры – Управление по надзору за исполнением законодательства в сфере экономики. Каждый из этих правоохранительных органов и конкретных подразделений в составе того или иного правоохранительного ведомства решает свой круг специфических задач в рамках противодействия экономическим преступлениям, между тем, деятельность каждого из них прямым образом связана с правоохранительным обеспечением экономической безопасности.

В целом, экономическая безопасность – это сложное, многогранное, многоаспектное и многоуровневое социально-экономическое явление, состоящее из совокупности взаимосвязанных элементов, включающих, в частности, экономическую безопасность в финансовой сфере, экономическую безопасность в налоговой сфере, экономическую безопасность в бюджетной сфере и т. п. Важнейшим структурным элементом экономической безопасности является социальная компонента экономической безопасности или экономическая безопасность в социальной сфере.

Состояние социальной сферы государства и динамика ее развития оказывают существенное влияние на уровень экономической безопасности, направления и приоритеты ее обеспечения. Высокий уровень благосостояния граждан и качества их жизни, развитая система здравоохранения, образования, пенсионного обеспечения являются необходимым условием для экономического роста и прогресса. В свою очередь, слабая система социального развития государства, усиление социальной напряженности в обществе, возникновение социальных взрывов и конфликтов способны стать фактором, оказывающим влияние на снижение или замедление темпов роста экономики, а также ее спад.

Если анализировать роль правоохранительных органов в обеспечении экономической безопасности в социальной сфере, то, напервый взгляд, она не так заметна. Однако, в целом это не так. Конечно, деятельность правоохранительных структур непосредственно не направлена на решение проблем, связанных с низким уровнем пенсионного обеспечения, ухудшением демографической ситуации в стране, высокой долей граждан, живущих за чертой бедности. Снижение степени воздействия и остроты таких угроз как безработица, низкие уровень благосостояния и качества жизни населения, резкая дифференциация общества по уровню доходов и т. п., в основном, зависят не от результатов деятельности правоохранительных ведомств, а от состояния экономики и социальной сферы страны, динамики, тенденций и перспектив их развития, продуманности предпринимаемых государством решений

и программ реформирования, а также от эффективности практической реализации поставленных руководством страны задач. Однако в целом правоохранительные органы выполняют множество задач по обеспечению экономической безопасности в социальной сфере.

Рассмотрим наиболее серьезные угрозы экономической безопасности в социальной сфере под углом зрения деятельности органов внутренних дел, как наиболее крупной структуры среди правоохранительных органов РФ, как в плане выполняемых задач, так и в отношении численности сотрудников и объемов бюджетного финансирования, выделяемого МВД России, и, в частности, органам внутренних дел, из средств федерального бюджета по статье «Национальная безопасность и правоохранительная деятельность».

Обобщение и анализ данных официальной статистки за последнее десятилетие показывают негативные тенденции и динамику социальных индикаторов экономической безопасности.

В 2006–2015 гг. был весьма высоким уровень бедности населения России. Например, численность граждан с денежными доходами ниже прожиточного минимума в общей численности населения составляла от 10,7% (2012 г.) до 15,2% (2006 г.). Хотя в 2006–2012 гг. наблюдалась тенденция ежегодного снижения величины этого показателя, тем не менее, начиная с 2013 года, его размер стал ежегодно расти. К 2015 году удельный вес численности населения с денежными доходами ниже прожиточного минимума достиг отметки в 13,3%, что на 2,1% больше, чем в 2014 году (рисунок 1) [4].

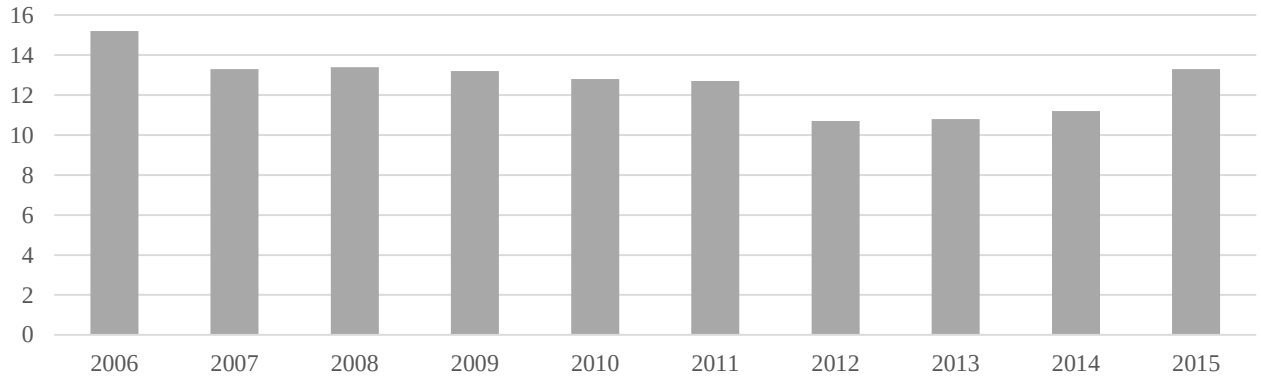


Рисунок 1. Удельный вес численности населения с денежными доходами ниже прожиточного минимума в общей численности населения за 2006–2015 гг., %

Figure 1. The share of population with money incomes below the subsistence minimum in total population over 2006-2015, %

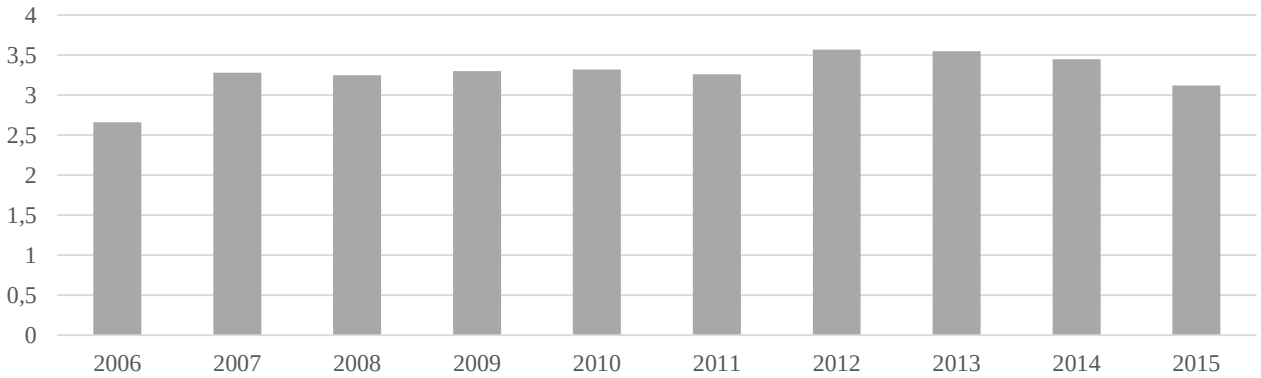


Рисунок 2. Соотношение среднедушевых денежных доходов населения и прожиточного минимума за 2006–2015 гг., %

Figure 2. The ratio of per capita incomes and subsistence minimum for 2006-2015, %

Еще один показатель, характеризующий уровень благосостояния граждан и социально-экономического развития РФ в целом, – это соотношение среднедушевых денежных доходов населения и величины прожиточного минимума. В 2006–2015 гг. этот показатель был невысок и находился в интервале от 2,66 до 3,57. Начиная с 2013 года, значение рассматриваемого показателя ежегодно падает. В 2015 году соотношение среднедушевых денежных доходов населения и прожиточного минимума снизилось до уровня 3,12 раза (рисунок 2) [4].

В последнее десятилетие в России отмечается высокий уровень безработицы граждан нашей страны и низкие темпы ее снижения. Если в 2006 году этот показатель находился

на уровне 6,7%, в 2009 году – 8,2%, то в 2015 году уровень безработицы составил 5,6% численности рабочей силы. При этом 2015 году наблюдается повышение размера данного показателя по сравнению с предыдущим годом на 0,4% – с 5,2% до 5,6% (рисунок 3) [4].

В 2006–2015 гг. сохранялся высокий уровень дифференциации доходов граждан. Данные официальной статистики показывают, что за последние десять лет соотношение между средним уровнем денежных доходов 10% населения с самыми высокими доходами и 10% населения с самыми низкими доходами (коэффициент фондов) было крайне велико. В рассматриваемый период коэффициент фондов находился на уровне 15,6–16,6 раз, то есть в последнее десятилетие размеры данного показателя снижаются очень медленными темпами (рисунок 4) [4].

Приведенные данные статистики, в том числе динамика удельного веса численности населения с денежными доходами ниже прожиточного минимума в общей численности населения, соотношения среднедушевых денежных доходов и прожиточного минимума, уровня безработицы, коэффициента фондов показывают, что в последнее десятилетие состояние социальной сферы представляет угрозу экономической безопасности государства. Причем после некоторой стабилизации, начиная с 2009 года, в последние два года ситуация ухудшается.

Низкий уровень жизни граждан, нищета, отсутствие работы или ее потеря, невозможность найти новую достойно оплачиваемую работу, резкая имущественная дифференциация населения усиливают социальное напряжение в обществе, провоцируют возникновение социальной напряженности, способны стать причинами вовлечения граждан в преступную деятельность, в том числе, в преступную деятельность в сфере экономики, провоцируют разрастание теневого сектора и усиление криминализации социально-экономических отношений.

Например, довольно много преступлений совершается безработными гражданами. По данным официальной статистики в 2006–2015 гг. гражданами, не имеющими работы, совершалось от 22 000 (в 2015 г.) до 84 000 (в 2006 г.) преступлений в год. Хотя наблюдается стабильная динамика ежегодного снижения размеров данного показателя, тем не менее, уровень преступности безработных высок.

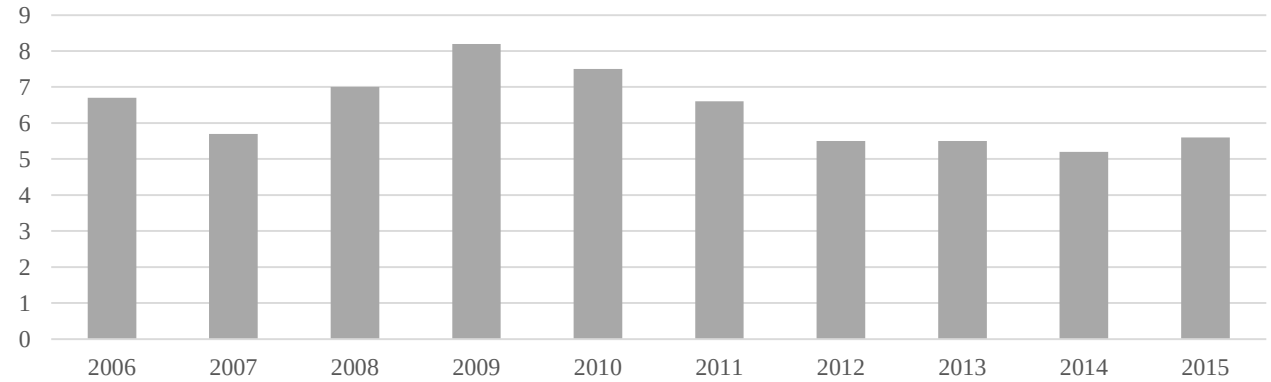


Рисунок 3. Удельный вес численности безработных в численности рабочей силы за 2006–2015 гг., %

Figure 3. The percentage of unemployed in the labour force for 2006–2015, %

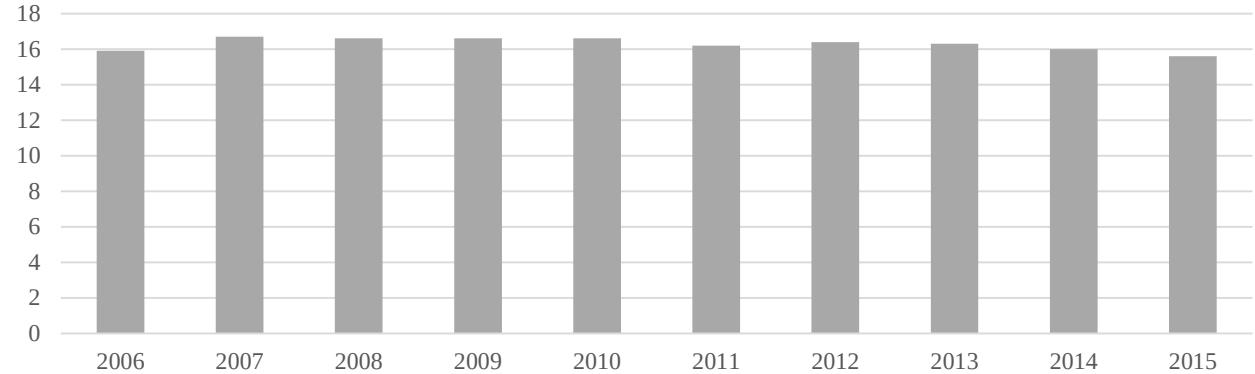


Рисунок 4. Соотношение уровня доходов 10% населения с самыми высокими доходами и 10% населения с самыми низкими доходами (коэффициент фондов) за 2006–2015 гг., раз

Figure 4. The ratio of incomes of 10% of the population with the highest incomes and 10% of the population with the lowest incomes (funds coefficient) for 2006–2015, times

На решение задач, связанных с профилактикой, предупреждением, выявлением, раскрытием преступлений, совершаемых социально уязвимыми категориями граждан, а также гражданами и организованными преступными группами, которые вовлекают социально незащищенные слои общества в преступную деятельность, в том числе деятельность, осуществляемую в рамках теневой экономики, направлена работа органов внутренних дел.

В связи со сказанным важным в контексте обеспечения и укрепления экономической безопасности, в частности экономической безопасности в социальной сфере, является:

– с одной стороны, разработка и принятие комплекса мер, направленных на успешное и стабильное развитие социальной сферы и экономики России, эффективная реализация социально-экономических приоритетов и достижение стратегических ориентиров устойчивого социально-экономического развития РФ на долгосрочную перспективу;

– с другой стороны, повышение результатов работы органов внутренних дел и правоохранительных структур, в целом.

В Стратегии национальной безопасности РФ этим вопросам уделено немало внимания. В отношении противодействия угрозам качеству жизни населения среди приоритетных направлений деятельности органов государственной власти и органов местного самоуправления во взаимодействии с институтами гражданского общества обозначены:

– совершенствование защиты прав и свобод человека путем развития законодательства, судебной и правоохранительной систем;

– содействие росту благосостояния граждан, снижению дифференциации населения по уровню доходов, сокращению бедности, в том числе путем развития пенсионной системы, социальной поддержки отдельных категорий граждан, совершенствования системы социального обслуживания;

– обеспечение поддержки трудовой занятости населения, контроля за соблюдением трудовых прав работников, совершенствование системы защиты от безработицы, создание условий для вовлечения в трудовую деятельность лиц с ограниченными физическими возможностями;

– создание условий для стимулирования рождаемости, снижения смертности населения, ведения здорового образа жизни, организация пропаганды здорового образа жизни;

– совершенствование системы контроля за использованием бюджетных ассигнований и механизма государственно-частного партнерства в целях повышения качества жизни граждан.

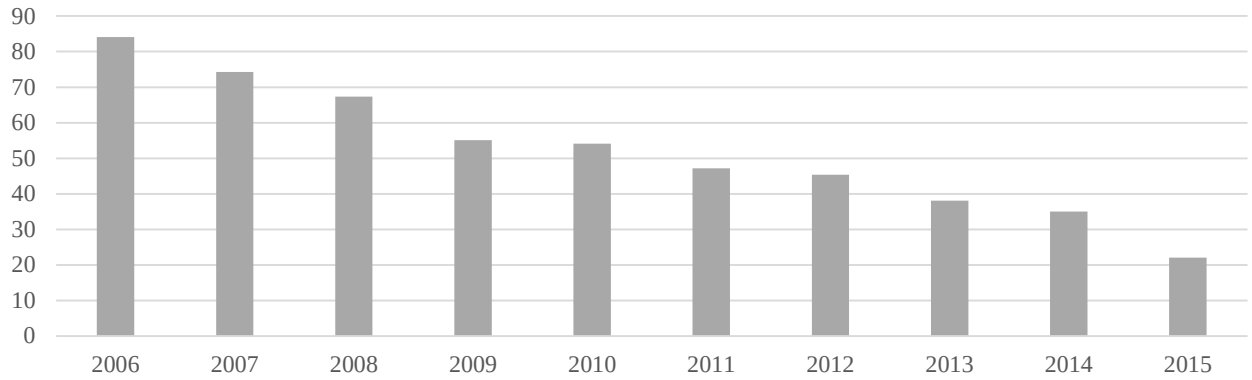


Рисунок 5. Численность беззаботных граждан, совершивших преступления, в 2006–2015 гг., тыс. чел.

Figure 5. The number of carefree citizens who have committed crimes in the 2006–2015, thousand people

В части совершенствования правоохранительной деятельности в Стратегии определено, что необходимо комплексное развитие правоохранительных органов и укрепление социальных гарантий их сотрудникам.

В 2012–2013 гг. в рамках реформирования правоохранительных органов были приняты нормативные правовые акты, касающиеся предоставления социальных гарантий сотрудникам правоохранительных структур, в том числе:

– Федеральный закон от 19.07.2011 г. № 247-ФЗ «О социальных гарантиях сотрудникам органов внутренних дел РФ и внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ» [5], распространивший свое действие на сотрудников органов внутренних дел;

– Федеральный закон от 30.12.2012 г. № 283-ФЗ «О социальных гарантиях сотрудникам некоторых федеральных органов исполнительной власти и внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ [6], распространивший свое

действие на учреждения и органы уголовно-исполнительной системы; органы по контролю за оборотом наркотических средств и психотропных веществ; таможенные органы РФ; учреждения и органы федеральной противопожарной службы.

Новая нормативная правовая база включает в себя все направления социальной защиты сотрудников правоохранительных структур – от оплаты труда до пенсионного обеспечения. В частности, изменен состав выплат, входящих в денежное довольствие; увеличены размеры должностных окладов и окладов по специальным званиям; сокращено количество дополнительных выплат и изменена их величина; введена единовременная социальная выплата для приобретения или строительства жилого помещения и определены условия и правила для ее предоставления; отменены отдельные компенсации; повышены размеры выплат по государственному страхованию жизни и здоровья; увеличен размер выплачиваемых пенсий, введен дополнительный механизм их повышения. Таким образом, можно говорить о произошедших положительных изменениях в отношении социальных гарантий сотрудникам правоохранительных ведомств.

Однако современная социально-экономическая ситуация и негативные прогнозы ее развития, которые озвучиваются как специалистами-практиками, так и профильными ведомствами (например, Минэкономразвития РФ) требуют адекватного реагирования со стороны правоохранительных органов на угрозы и вызовы национальной и экономической безопасности РФ. Следовательно, учитывая, что развитая и эффективно действующая система оплаты труда и других социальных гарантий работникам предприятий и организаций различных организационно-правовых форм, в том числе правоохранительных ведомств, способна оказать существенное влияние на результаты труда, сегодня нельзя останавливаться на достигнутом уровне социальных гарантий сотрудникам правоохранительных ведомств. Особенно, принимая во внимание, что этот уровень при отсутствии индексации размеров денежного довольствия в этих структурах и растущей инфляции ежегодно снижается. В современных условиях и в перспективе важным становится повышение благосостояния сотрудников и качества их жизни, а также создание благоприятных и безопасных условий служебной деятельности, что является основной предпосылкой повышения результатов их работы. Совершенствование системы социальных гарантий должно проводиться в русле как реализуемой государственной социально-экономической политики РФ и приоритетов ее развития на долгосрочную перспективу, так и с учетом целей и задач правоохранительной деятельности, направленных эффективное противодействие угрозам национальной безопасности.

В настоящее время ключевые направления и ориентиры социально-экономической политики РФ определены в:

– Концепции долгосрочного социально-экономического развития РФ на период до 2020 года [7] (далее – Концепция);

– Прогнозе долгосрочного социально-экономического развития РФ на период до 2030 года [8] (далее – Прогноз).

Так, например, в соответствии с Концепцией к 2020 году уровень безработицы должен составлять не более 4–5%, уровень инфляции – 3,5%, численность населения с денежными доходами ниже величины прожиточного минимума – 6,2%. Согласно консервативному варианту Прогноза к 2030 году безработица должна находиться на уровне 4,7%, инфляция – 3,8%, численность населения с денежными доходами ниже величины прожиточного минимума – 8%. Приведенные данные и анализ указанных документов, в целом, показывают, что положения Концепции и Прогноза требуют внесения существенных корректировок, основанных на сложившейся ситуации внутри нашей станы и в мире и необходимости изменения подходов к проводимой социально-экономической политике. Более того, действующим законодательством предусмотрена разработка одного из основополагающих документов стратегического планирования – Стратегии социально-экономического развития РФ на долгосрочный период [9], включающего в себя систему долгосрочных приоритетов, целей и задач государственного управления, направленных на обеспечение устойчивого и сбалансированного социально-экономического развития России.

Очевидно, что положения новой Стратегии социально-экономического развития РФ на долгосрочный период должны быть ориентированы на:

– обеспечение достойного уровня и качества жизни российских граждан, их увеличение;

– повышение уровня социальной защиты населения, в частности за счет совершенствования механизма адресности предоставляемых социальных услуг;

– формирование условий и стимулов для максимально полного использования человеческого капитала и его развития;

– поворот в сторону интересов среднего класса (в том числе, социальных);

– реализацию социальной политики, с учетом системного подхода к решению социальных вопросов, планомерное проведение мероприятий, ориентированных на устойчивое долгосрочное социально-экономическое развитие;

– повышение эффективности бюджетного планирования и использования бюджетных ресурсов, направляемых в социальную сферу;

– усиление контроля за целевым, эффективным и экономным расходованием бюджетных средств, направляемых на социальную политику, здравоохранение и образование.

Заключение

В современных условиях эффективная реализация положений новой Стратегии национальной безопасности имеет огромное значение для дальнейшего успешного развития РФ. Важнейшая роль отводится обеспечению национальных приоритетов, связанных с обеспечением обороны страны. Но не меньшее значение имеет решение вопросов, связанных с экономическим ростом и социальным развитием. Особое место в системе национальной безопасности отводится необходимости развития правоохранительных структур, как в части обеспечения государственной и общественной безопасности, так и в отношении экономической безопасности, в том числе экономической безопасности в социальной сфере. Сегодня необходима разработка комплекса мер, направленных на повышение эффективности правоохранительной деятельности, в частности, за счет укрепления социальных гарантий предоставляемых сотрудникам правоохранительных ведомств. Реализация этой задачи должна осуществляться в русле приоритетов социально-экономического развития РФ, и при этом учитывать цели и задачи государственной важности, стоящие перед этими структурами, а также требования общества к правоохранительной деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

1 Agibalov A.V., Zaporozhtseva L.A., Tkacheva J.V. The concept of formation of economically safe life cycle of agricultural enterprises // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2016. V. 55. № 7. P. 62–71.

2 Указ Президента РФ от 31.12.2015 г. № 683 «О Стратегии национальной безопасности РФ».

3 Федеральный закон от 28.06.2014 г. № 172-ФЗ «О стратегическом планировании в РФ».

4 Указ Президента РФ от 12.05.2009 г. № 537 «О Стратегии национальной безопасности РФ до 2020 года».

5 Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики. URL: http://www.gks.ru.

6 Федеральный закон от 19.07.2011 г. № 247-ФЗ «О социальных гарантиях сотрудникам органов внутренних дел РФ и внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ».

7 Федеральный закон от 30.12.2012 г. № 283-ФЗ «О социальных гарантиях сотрудникам некоторых федеральных органов исполнительной власти и внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ».

8 Распоряжение Правительства РФ от 17 ноября 2008 г. № 1662-р «О Концепции долгосрочного социально-экономического развития РФ на период до 2020 года».

9 Прогноз долгосрочного социально-экономического развития РФ на период до 2030 года (разработан Минэкономразвития России).

10 Федеральный закон от 28 июня 2014 г. № 172-ФЗ «О стратегическом планировании в РФ».

11 Шедий Е.Г. Анализ и оценка эффективности агропромышленных формирований холдингового типа белгородской области // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2012. Т. 2. № 2. С. 10–14.

12 Ендовицкая А.В., Волкова Т.А. Финансовая устойчивость как фактор экономической безопасности предприятия // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2015. № 3 (65). С. 258–162.

13 Самойлов П.В., Федосеев А.И., Смарчкова 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 Agibalov A.V., Zaporozhtseva L.A., Tkacheva J.V. The concept of formation of economically safe life cycle of agricultural enterprises // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2016. V. 55. № 7. P. 62–71.

2 O strategii natsionalnoi bezopasnosti v Rossiiskoi Federatsii [The decree of the President of the Russian Federation dated 31.12.2015 № 683 “On the strategy of national security of the Russian Federation”]. (in Russian)

3 O strategicheskom planirovanii v Rossiiskoi Federatsii [Federal law of 28.06.2014 No. 172-FZ “On strategic planning in the Russian Federation”]. (in Russian)

4 O Strategii natsional'noi bezopasnosti RF do 2020 goda [The decree of the President of the Russian Federation of 12.05.2009 № 537 "About strategy of national security of the Russian Federation until 2020"]. (in Russian)

5 Ofitsialnyi sait sluzhby gosudarstvennoi statistiki [Official website of the Federal service of state statistics]. Available at: http://www.gks.ru. (in Russian)

6 O sotsial'nykh garantiyakh sotrudnikam organov vnutrennikh del RF i vnesenii izmenenii v otdel'nye zakonodatel'nye akty RF [Federal law of 19.07.2011, № 247-FZ "About social guarantees to employees of internal Affairs bodies of the Russian Federation and amendments to certain legislative acts of the Russian Federation"]. (in Russian)

7 O sotsial'nykh garantiyakh sotrudnikam nekotorykh federal'nykh organov ispolnitel'noi vlasti i vnesenii izmenenii v otdel'nye zakonodatel'nye akty RF [Federal law of 30.12.2012 № 283-FZ "About social guarantees to employees of some Federal Executive bodies and modification of separate acts of the Russian Federation"]. (in Russian)

8 O Kontseptsii dolgosrochnogo sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya RF na period do 2020 goda [The government of the Russian Federation of 17 November 2008 No. 1662-R "About the concept of long-term socio-economic development of the Russian Federation for the period till 2020"]. (in Russian)

9 Prognoz dolgosrochnogo sotsialno-ekonomicheskogo RF na period do 2030 goda [Forecast long-term socio-economic development of the Russian Federation for the period up to 2030 (developed by the Ministry of economic development)]. (in Russian)

10 O strategicheskom planirovanii v RF [Federal law of June 28, 2014 № 172-FZ "On strategic planning in the Russian Federation"]. (in Russian)

11 Shedii E.G. Analysis and assessment of efficiency of agroindustrial formations of holding type of the Belgorod region [Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences] 2012, vol. 2, no. 2, pp. 10–14. (in Russian)

12 Endovitskaya A.V., Volkova T.A. Financial sustainability as a factor of economic security of enterprise. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of Voronezh state university of engineering technologies] 2015, no. 3 (65), pp. 258–162. (in Russian)

13 Samoilov V.P., Fedoseev A.I., Smarchkova L.V., Zhitenev S.L. Managing conflict in a crisis situation in order to increase the economic security of enterprise. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of Voronezh state university of engineering technologies] 2015, no. 4 (66), pp. 203–207 (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

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Александр И. Хорев написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 03.07.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 23.08.2016

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, 394036, Russia, al.khorev@gmail.com

CONTRIBUTION

Aleksandr I. Khorev 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 3.7.2016

ACCEPTED 8.23.2016

Оригинальная статья/Original article

УДК 334.7:378.1

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-269-273

Совершенствование форм стратегического партнерства высших учебных заведений и промышленных предприятий в рамках стимулирования инновационного развития

Александр О. Ермаков [1] laharl@mail.ru

1 Научно-исследовательский институт корпоративного и проектного управления, Кривоарбатский переулок, 13, стр. 2, г. Москва, 119002, Россия

Реферат. В данной статье автором проведен анализ положения отечественной системы стратегического планирования инновационного развития, проведена анализ документов стратегического планирования в рамках формирования концепции инновационного развития экономики Российской Федерации, ее перехода к экономике знаний. Вместе с этим, автором рассмотрены текущие показатели развития экономики России и проведен сравнительный анализ ВВП стран мира и объемов финансирования научных разработок странами мира - лидерами рейтинга глобальной конкурентоспособности. Проведен анализ и декомпозиция отдельной составляющей глобального рейтинга конкурентоспособности в части инновационной активности в отношении России. Автором приведена аналитика по странам мира и количеству занятого в исследованиях и разработках персонала в динамике. В статье представлена информация по объемам финансирования научных исследований в США, Японии, России и др. как процентное отношение к ВВП, а также в абсолютных величинах. Статья демонстрирует сводный перечень применяемых в России инструментов стимулирования инноваций (субсидирование затрат на инновационные проекты, проектное финансирование и др.), с учетом ссылок на документы, имплементировавшие данные инструменты. Автором рассмотрена проблематика сотрудничества вузов с промышленными предприятиями на пути становления подобного взаимодействия как фактора инновационного роста в зарубежной литературе. В заключении автором сформировано предложение по интенсификации исследований в части совершенствования форм стратегического партнерства вузов и промышленных предприятий на основе опыта зарубежных исследователей, результатов применения внедренных инструментов на государственном и региональном уровнях и обязательной адаптации их к Российским реалиям и особенностям.

Ключевые слова: инновационное развитие, экономика, стратегического партнерство, вуз, промышленное предприятие

Development of strategic cooperation of higher school and industrial enterprises to promote innovative development

Aleksandr O. Ermakov [1] laharl@mail.ru

1 Corporate and project management research institute, Krivoarbatskiy side street, 13/2, Moscow,119002, Russia

Summary. In this article the author analyzes the provisions of the national system of strategic planning of innovation development, of strategic planning documents within the formation of the concept of innovative development of the Russian economy, its transition to the knowledge economy Along with this, the author reviewed the current development indicators of the Russian economy and comparative analysis of world GDP and volumes of financing of scientific development of the countries of the world - the Global Competitiveness Report. The article provides the analysis and decomposition of component Pillar 12. Innovation on the innovative activity in Russia. The author gives the analysis on number of people employed in research and development personnel in the dynamics and by countries. The article presents information on the funding of scientific research in the United States, Japan, Russia, etc. as percentage of GDP and in absolute values. The article shows a consolidated list of used Russia's innovation promotion instruments (subsidies of costs for innovative projects, project financing, etc.), taking account of links to documents, implementating these tools. The author considers problems of cooperation of Universities with industry in the establishment of such interaction as a factor of innovative growth in foreign literature. In the conclusion the author formulates a proposal for the intensification of research to improve forms of strategic partnership of universities and industrial enterprises on the basis of experience researchers form eastern countries, the results of applying the introduced tools at the state and regional levels and binding of adapting them to Russian realities and specifics.

Keywords: innovative development, economics, strategic partnerships, higher school, industrial enterprise

Введение

Стратегия инновационного развития объявлена главенствующим направлением развития Российской Федерации в 2008 году. Данная стратегия подразумевает наиболее эффективное применение знаний и умений людей для постоянного улучшения технологий, экономических результатов, жизни общества в целом [1].

В этом же 2008 году в Российской Федерации утверждена Концепция долгосрочного социально-экономического развития РФ до 2020 года (распоряжение Правительства РФ от 17.11.2008 №1662-р), но непосредственно стратегия инновационного развития утверждена только в 2011 году распоряжением Правительства РФ от 06.12.2011 №2227-р «Об утверждении Стратегии инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года».

Затем в 2012–2013 формируются прикладные программы: фундаментальных исследований, обеспечения лидерства российской экономики и др. Таким образом, можно сказать, что на государственном уровне отправной точкой в направлении становления России как инновационной, как экономики, построенной на знаниях можно считать 2008 год.

Для цитирования

Ермаков А. О. Совершенствование форм стратегического партнерства высших учебных заведений и промышленных предприятий в рамках стимулирования инновационного развития // Вестник ВГУИТ. 2016. № 3. С. 269–273. doi:10.20914/2310-1202-2016-3-269-273

For citation

Ermakov A. O. Development of strategic cooperation of higher school and industrial enterprises to promote innovative development. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 3. pp. 269–273. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-3-269-273

Документы стратегического планирования в РФ

Вместе с этим необходимо отметить, что Россия занимает 6-ое место по объему ВВП по паритету покупательной способности (3,46 трлн долл. США) по результатам 2015 г. [10] (рисунок 2). При этом прогнозное значение ВВП России до 2020 года составляет порядка 4 трлн долл. США, т. е. рост по 3% в год. Приблизительно аналогичный рост ВВП имели такие страны, как Китай, Южная Корея и др. Но следует отметить, что обеспечение стабильного роста ВВП в настоящее время возможно добиться за счет применения не только экстенсивных моделей, но и посредством активного применения интенсивных моделей развития экономики, другими словами, инноваций, повышения конкурентоспособности страны на мировой арене [8].

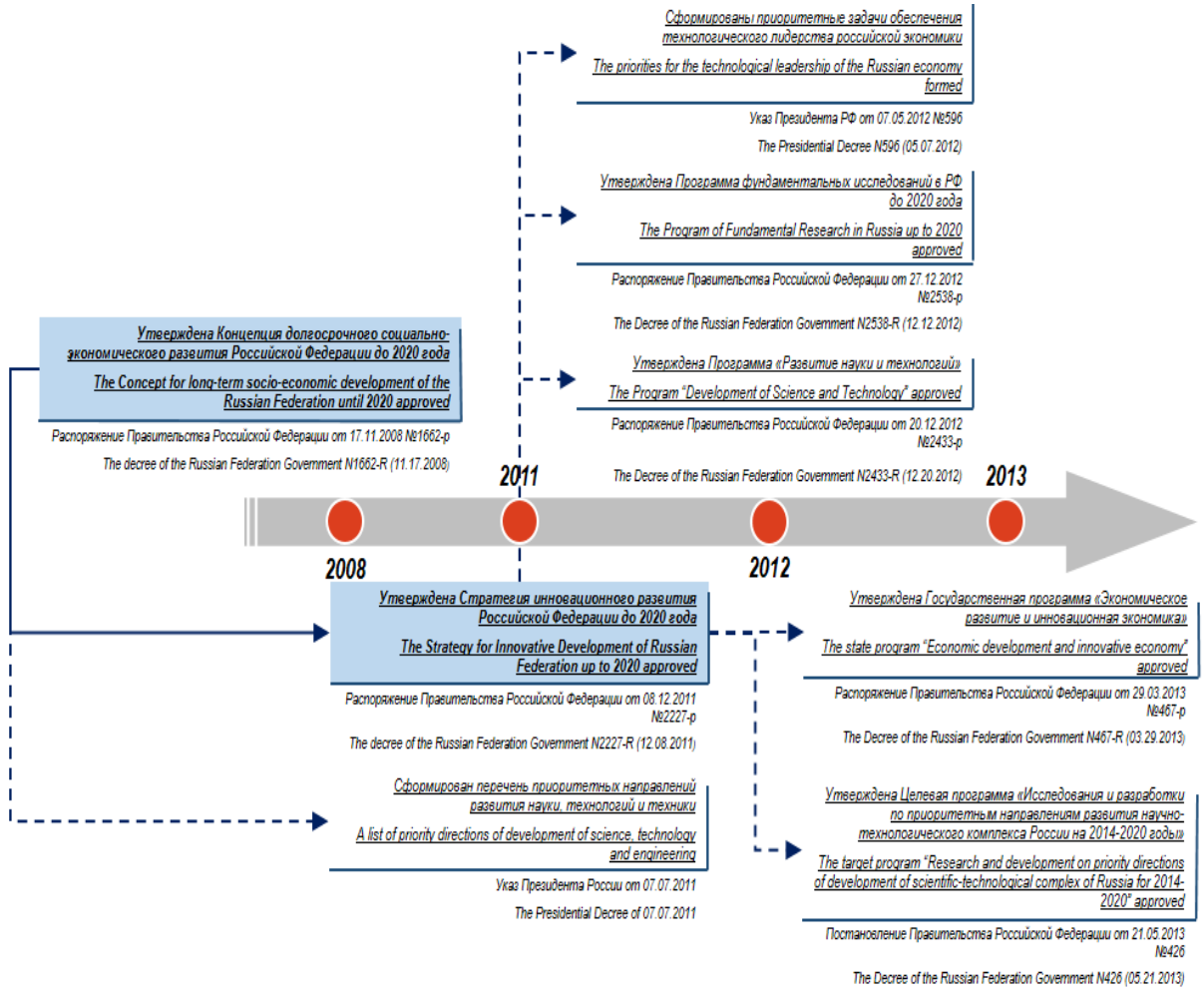


Рисунок 1. Стратегическое планирование инновационного развития РФ.
Figure 1. Strategic planning of innovative process in Russian Federation.

Рейтинг конкурентоспособности

Оценка мирового уровня конкурентоспособности экономик стран мир осуществляется с 1979 года Всемирным экономическим форумом. Анализ положения России в данном рейтинг позволяет говорить об имеющих место позитивных тенденциях: если с 2010 по 2012 год экономика опускалась вниз в рейтинге, то с 2013до настоящего времени можно видеть значительный рост – с 67 места в рейтинге стран до 45 (на 22 позиции). При этом, если рассматривать инновационную составляющую рейтинга (Pillar 12. Innovation), то Россия показывает здесь в целом постепенное упущение позиций: 51 место в 2010 году и 68 к концу 2016 года [5] (рисунок 3).

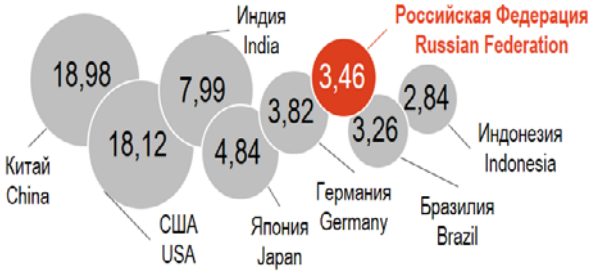


Рисунок 2. Объем ВВП по паритету покупательной способности (2015 год), $ трлн.
Figure 2. GDP by PPP (2015), bln US dollars.

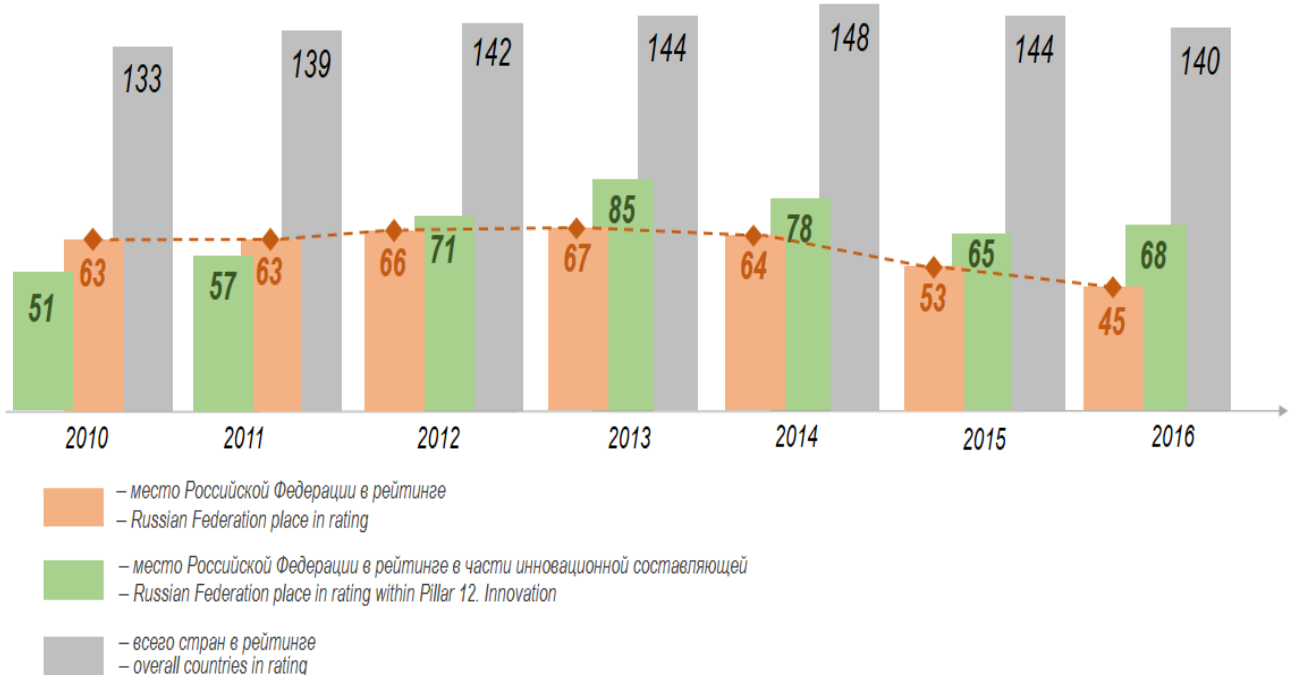


Рисунок 3. Рейтинг конкурентоспособности Российской Федерации.
Figure 3. Russia's place in Global Competitive Report.

Состояние инновационной среды в РФ

В действительности доступность квалифицированных кадров – исследователей в России снижается (рисунок 4), вместе с этим количество защищаемых диссертационных работ в 2015 году по сравнению с 2007 годом на основании статистических данных ЕГИСУ НИОКТР снизилось более чем в 2 раза: с 45 960 до 21 113.

Объёмы финансирования научных разработок в России по результатам 2015 года согласно данным Организации экономического сотрудничества и развития составили 1,19% ВВП или 41,17 млрд долл. США [9].

Лидером по показателю объёмов затрат на научные разработки к ВВП является Южная Корея – 4,29% от ВВП (79,37 млрд долл. США). Лидер по абсолютному объёму финансирования научных разработок – США со значением в 496,49 млрд долл. США (2,74% от ВВП) (рисунок 5).

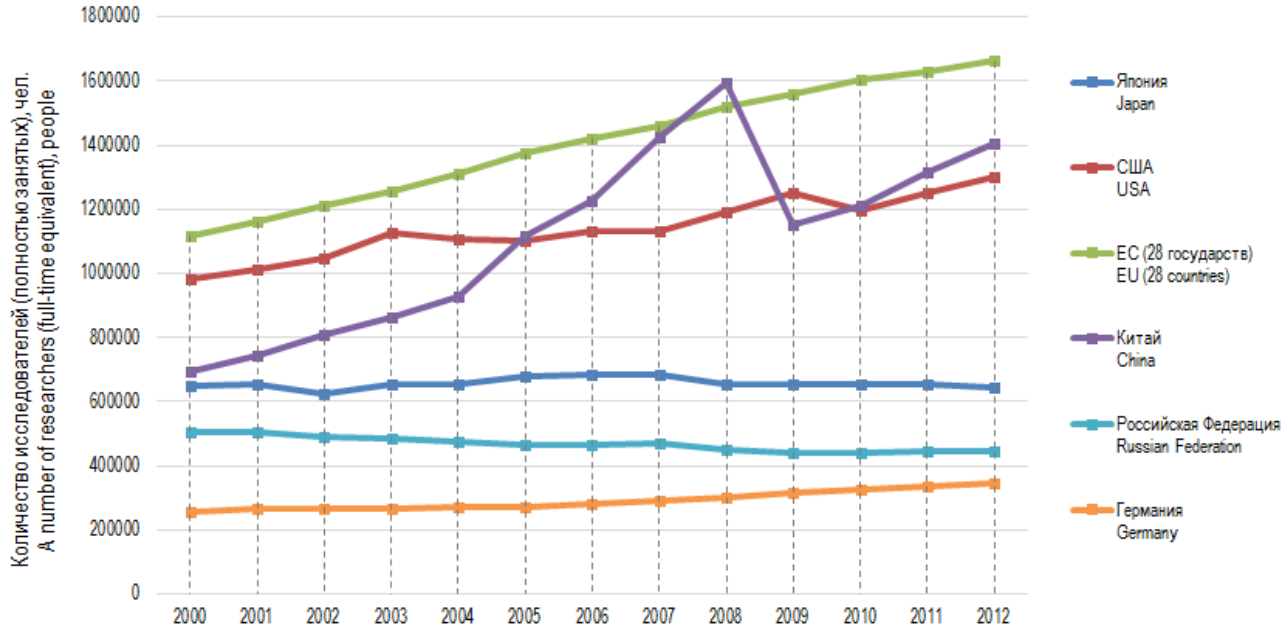


Рисунок 4. Количество исследователей в странах мира [3]
Figure 4. Number of R&D personnel within countries [3].

Таблица 1.

Декомпозиция инновационной составляющей рейтинга глобальной конкурентоспособности.

Table 1.

Decomposition of Pillar 12. Innovation of Global Competitive Report.

Годы оценки / Years	2009–2010	2010–2011	2011–2012	2012–2013	2013–2014	2014–2015	2015–2016
Количество стран в рейтинге / Overall number of countries	133	139	142	144	148	144	140
12-й раздел. Инновации / 12th pillar: Innovation							
Качество научно-исследовательских институтов Quality of scientific research institutions	42	53	60	70	65	56	58
Объемы расходования средств на научные разработки Company spending on R&D	46	50	61	79	69	62	75
Уровень сотрудничества ВУЗов и промышленных предприятий University-industry collaboration in R&D	48	61	75	85	64	67	67
Продвижение применения современных технологий государством Government procurement of advanced tech products	69	82	99	124	108	81	67
Доступность квалифицированных кадров Availability of scientists and engineers	48	56	72	90	90	70	64
Количество патентов на миллион населения Utility patents per million population	44	49	47	44	43	41	41

Подходы к стимулированию инновационного развития в России

Для стимулирования инноваций в России в настоящее время используется довольно большое количество заимствованных зарубежных инструментов, к числу которых относятся:

— инновационные кластеры, сформированные согласно поручению Председателя Правительства РФ от 28.08.2012 №ДМ-П8-5060 «Об утверждении перечня инновационных территориальных кластеров;

— особые экономические зоны, деятельность которых регулируется Федеральным законом от 22.07.2005 №116-ФЗ «Об особых экономических зонах в Российской Федерации»;

— проектное финансирование, осуществляемое в рамка постановления Правительства РФ от 11.10.2014 №1044 «Об утверждении Программы поддержки инвестиционных проектов, реализуемых на территории Российской Федерации на основе проектного финансирования»;

— субсидирование затрат, имплементированное постановлением Правительства РФ от 09.04.2010 №218 «О мерах государственной поддержки развития кооперации российских высших учебных заведений и организаций, реализующих комплексные проекты по созданию высокотехнологичного производства»;

— центры коллективного пользования;

— малые инновационные предприятия и др.

Однако использование «лучшего зарубежного опыта» не всегда приводит к ожидаемым результатам [4]. При этом, конечно, важно обратить внимание, что для экономики СССР важную роль играла именно значительная кооперация, порой даже сплетение, учебных заведений и промышленных предприятий. В настоящее время выделяют 5 основных направлений участия вуза в инновационной среде [2]:

— обучение;

— исследовательская деятельность;

— трансфер технологий;

— взаимодействие с регионами;

— международная деятельность.

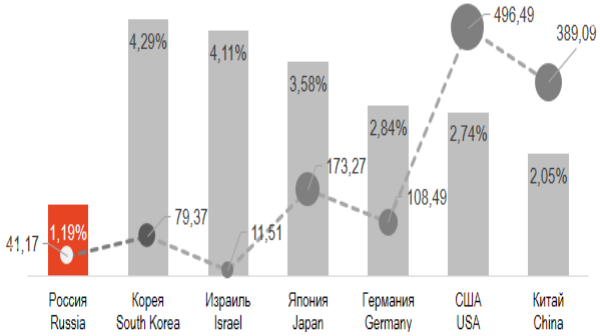


Рисунок 5. Объем финансирования научных разработок,% к ВВП и млрд долл. США.

Figure 5. Volumes of R&D expenditures, as % to GDP and in bln of US dollars.

Заключение

Ряд зарубежных авторов [6, 7] считают, что в текущих экономических условиях взаимодействие вузов и предприятий по таким направлениям, как консалтинг, совместные проекты и стратегическое долгосрочное сотрудничество по подготовке кадров и ведению НИОКР, могут оказать существенный толчок в становлении экономики знаний в стране, увеличении количества высокопроизводительных рабочих мест и улучшении качества жизни населения.

Детальное изучение такого направления социально-экономических взаимоотношений, как стратегическое партнерство вузов и промышленных предприятий, и совершенствование форм, в которых данное партнерство может выражаться, должно стать объектом дальнейших серьезных и глубоких исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1 Выступление Владимира Путина на расширенном заседании Государственного совета «О стратегии развития России до 2020 года», 08 февраля 2008 года Москва, Кремль. URL: http://www.kremlin.ru/events/president/transcripts/24825.

2 Еленев К.С. Разработка механизма инновационного развития высших учебных заведений на основе управления интегрированными коммуникациями: дис… канд. эконом. наук. М., 2013. С. 107–108

3 Ермаков А.О. Анализ проблематики кооперации между вузами и производственными предприятиями // ESSJ (Европейский журнал социальных наук). 2014. № 10 (1). С. 42–49.

4 Инновационное развитие экономики России: междисциплинарное взаимодействие: Седьмая международная научная конференция; Москва, МГУ имени М.В. Ломоносова, экономический факультет; 16–18 апреля 2014 г.: сборник статей / под ред. А.А Аузана, В.П. Колесова, В.В. Герасименко, Л.А. Тутова. М.: Проспект, 2016. С. 112

5 Global Competitiveness Report. WEF. URL: https://www.weforum.org/reports.

6 Guimon J. Promting University-Industry Collaboration in Developing Countries // World Bank. 2013. P. 3

7 Measuring university-industry collaboration in regional innovation system // Scientometrics. 2010. № 84. P. 661

8 Porter M.E., Heppelmann J.E. How Smart, Connected Products Are Transforming Competition // Harvard Business Review. URL: https://hbr.org/2014/11/how-smart-connected-products-are-transforming-competition.

9 OECD Database. URL: https://data.oecd.org.

10 World Economic Outlook, April 2016. International Monetary Fund. URL: http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2016/01/weodata.

REFERENCES

1 Vystuplenie Vladimira Putina na rasshirennom zasedanii Gossoveta “Ostrategicheskom razvitii Rossii do 2020 goda” [Speech of Vladimir Putin at the enlarged meeting of the State Council "About strategy of development of Russia till 2020", 08 February 2008 the Kremlin, Moscow] Available at: http://www.kremlin.ru/events/president/transcripts/24825 (in Russian)

2 Elenev K.S. Razrabotka mekhanizma innovatsionnigi razvitiya vuzov na osnove upravleniya interirovannymi kommunikatsiyami [Development of mechanism of innovative development of higher education institutions based on integrated EN-Suite communication, Diss. cand. econ. sci.] Moscow, 2013, pp. 107–108 (in Russian)

3 Ermakov A.O. Analysis of problems within cooperation between universities and industrial enterprises. *Evropeiskii zhurnal sotsial’nykh nauk* [ESSJ (European Social Science Journal)] 2014, no. 10 (1), pp. 42–49. (in Russian)

4 Innovatsionnoe razvitie ekonomiki Rossii: mezhdistsiplinarnoe vzaimodeistvie [Innovative development of economy of Russia: interdisciplinary closer cooperation: the Seventh international scientific conference, Moscow, MSU named after M.V. Lomonosov, faculty of Economics April 16–18, 2014: collection of articlesю edited by A.A. Auzan, V.P. Kolesov, V.V. Gerasimenko, L.A. Tutov] Moscow, Prospekt, 2016, p. 112. (in Russian)

5 Global Competitiveness Report. WEF. Available at: https://www.weforum.org/reports.

6 Guimon J. Promting University-Industry Collaboration in Developing Countries. World Bank, 2013, pp. 3.

7 Measuring university-industry collab-oration in regional innovation system. Scientometrics, 2010, no. 84, pp. 661.

8 Porter M.E., Heppelmann J.E. How Smart, Connected Products Are Transforming Competition. Harvard Business Review. Available at: https://hbr.org/2014/11/how-smart-connected-products-are-transforming-competition

9 OECD Database. Available at: https://data.oecd.org.

10 World Economic Outlook, April 2016. International Monetary Fund. Available at: http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2016/01/weodata.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Александр О. Ермаков руководитель Департамента отраслевых решений, Научно-исследовательский институт корпоративного и проектного управления, Кривоарбатский переулок, 13, стр. 2, г. Москва, 119002, Россия, laharl@mail.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Aleksandr O. Ermakov head of the Department of industry solutions, Corporate and project management research institute, Krivoarbatskiy side street, 13/2, Moscow,119002, Russia, laharl@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Александр О. Ермаков обзор литературных источников по исследуемой проблеме, проведение аналитического исследования, выполнение расчётов, подготовка выводов, написание рукописи, её корректировка до подачи в редакцию. Несёт ответственность за плагиат

CONTRIBUTION

Aleksandr O. Ermakov review of the literature on an investigated problem, conducted an analysis, performed computations, worked on conclusion, wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST

The author declare no conflict of interest.

ПОСТУПИЛА 10.07.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 19.08.2016

RECEIVED 7.10.2016

ACCEPTED 8.19.2016

Оригинальная статья/Original article

УДК 331.5

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-274-282

Личная конкурентоспособность на рынке труда: сущность и классификация составляющих элементов

Татьяна В. Сабетова [1] tsabetova@mail.ru

[1] кафедра управления и маркетинга в АПК, Воронежский государственный агроуниверситет, ул. Мичурина, 1, г. Воронеж, 394087, Россия

Реферат. В статье исследуется явление конкурентоспособности на рынке труда. Отмечается, что данное явление привлекает большое внимание в областях психологии, социологии и педагогики, однако экономические исследования этой проблематики недостаточны, что доказывает актуальность предложенной темы. Конкурентоспособность любого субъекта означает его способность противостоять конкуренции с подобными субъектами в конкретной среде. Это предполагает необходимость исследования конкурентоспособности работника на рынке труда на основании исследования конкуренции. Термин «конкуренция» имеет множество определений, и автор показывает, что наиболее применимым для рынка труда является понимание поведенческого подхода. Автор также считает, что все особенности конкурентоспособности как в целом, так и на рынке труда, следует изучать и рассматривать, учитывая конкретные пары носителя конкурентоспособности и потребителя его продукта или услуги, применительно к рынку труда – трудовой услуги. Кроме того, автор в данной статье соглашается с мнением о том, конкурентоспособность индивида представляет собой совокупность его способностей, компетенций и мотивов, что предполагает возможность того, что элементы, составляющие такую конкурентоспособность могут как проявляться, так и не использоваться на момент исследования либо в течение периода времени любой протяженности. Существенная часть статьи посвящена путям и способам приобретения компетенций. Все сказанное подвигло автора предложить сложную классификацию по множеству оснований характеристик, включаемых в понятие конкурентоспособности работника на целевом сегменте рынка труда. Утверждается, что, несмотря на невозможность составления полного перечня качеств, полезных для той или иной профессиональной деятельности, их классификация по источникам, энергоемкости, длительности формирования, способам и сферам приложения, принадлежности разным подсистемам личности, может с успехом применяться для различных целей исследований и практической деятельности.

Ключевые слова: конкуренция, конкурентоспособность, рынок труда, сегменты рынка труда, личность, компетенции, трудовая мотивация

Individual competitiveness within the labour market: essence and classification of its elements

Tatyana V. Sabetova [1] tsabetova@mail.ru

[1] management and marketing in agroindustrial complex department, Voronezh state agricultural university, Michurina str. 1, Voronezh, 394087, Russia

Summary. The article researches the phenomenon of competitiveness in the labor market. It is noted that this phenomenon receives considerable attention in the fields of psychology, sociology, and pedagogy, but the economic researches of it are insufficient which proves the relevance of the suggested topic. The competitiveness of any subject means its ability to resist rivalry with similar subjects within certain environment. It implies the necessity to study employee competitiveness in the labor market on the basis of rivalry research. The term 'competition' has various definitions and the author demonstrates that the one most suitable for the labor market is the one provided by the conduct-based approach. The author also suggests that all features of the competitiveness in general and in the labor market should be studied and interpreted taking into account the specific pair of competitiveness bearer and consumer of his product or service, in case of labor market meaning labor service. Besides, the author agrees in this article with the opinion that competitiveness of an individual comprises of the total of his abilities, competencies and motives, which brings about the possibility that the elements forming individual's competitiveness may be applied or disused at the moment of research or within a period of any duration. Considerable part of the article is devoted to the ways and methods of competency acquisitions. All this makes the author suggest a complex, multi-bases classification of characteristics included in the idea of an employee's competitiveness in the target segment of the labor market. It is stated, that despite the impossibility of making the complete list of qualities useful for some professional activity, their classifications in terms of sources, effort input, and period of formation; methods and areas of application; inclusion in the various personality sub-systems may be successfully applied for various research or practical objectives.

Keywords: rivalry, competitiveness, labor market, labor market segments, personality, competencies, labor motivation

Introduction

The conceptual apparatus of competitiveness as a scientific knowledge area at the micro, meso and macro levels is not yet fully formed. No universal technique for complex estimation of competitiveness of an organization as a system has been designed. Also there are no methods for individual sectors of the economy, as well as for certain market types, including resource ones.

The phenomenon of competitiveness in the labour market and the attention to it in the scientific community is not new, as it naturally arises from such an important and socially relevant in the labour market as unemployment and the associated competition for positions. However, as the study of scientific journals proves, the focus of competitiveness and potential wage workers is placed by social scientists and educators, while the economists do so to a small extent only. The formers actively explore personal and professional characteristics of a person, making him competitive employee, paying special attention to young people just at the start of

Для цитирования

Сабетова Т. В. Личная конкурентоспособность на рынке труда: сущность и классификация составляющих элементов // Вестник ВГУИТ. 2016. № 3. С. 274–282. doi:10.20914/2310-1202-2016-3-274-282

For citation

Sabetova T. V. Individual competitiveness within the labour market: essence and classification of its elements. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 3. pp. 274–282. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-3-274-282

their career, as well as graduates of various educational institutions, justly believing that considerable part of the features providing competitiveness is formed due to the efforts of those organizations.

However, we should point out, that it is important to consider the competitiveness in the labour market in a way accepted by economics. The labour market remains one of the resource markets, albeit with certain unique features.

According to R. A. Fatkhutdinov, 'competitiveness of a business unit means its ability to resist rivalry with similar units' [9]. Competitiveness in an extended sense can be described as a subject's (whether a company, region, or person) ability to achieve his goals under the condition of competitors' antagonism. From the point of view of studying companies' competitiveness, the measure of a subject's competitiveness is 'comparison of forces' between this subject and his main competitors within the market. In the opinion of L. S. Egorova and A. A. Makarychev, 'company's competitiveness is its ability to resist rivalry compared to the similar companies in that market' [5]. We believe it consistent to apply such approach to any subjects of competition. In this case is becomes clear that the term 'competitiveness' is closely related to the term 'competition' and its specific features associated with particular market, as the same economic subject may act simultaneously in different markets, and with different degree of competitiveness.

It implies the necessity to study employee competitiveness in the labour market in such sequence:

1. Study of the term 'rivalry' in economics.
2. Scrutiny of the labour market specific features as well as of labour itself as an object of market exchanges.
3. Consideration of the labour market features from the point of view of rivalry existence and development in it.
4. Creation of the definition for the term 'employee competitiveness in the labour market' of its reasoning.
5. Grounding of the specifics of competitiveness formation within labour market.
6. Researches of the matters of assessment, measurement, and deliberate action on the employee competitiveness in the labour market.

According to Definition dictionary of Russian language by S. I. Ozhegov [7], competitiveness can be defined as the ability to stand competition, to resist competitors. Market competition is dynamic and progressing process which consists of the companies' rivalry for limited effective demand of consumers with the available market segments. The term 'competition' has various definitions which can be classified into three theoretical approaches: conduct-based, structural, and functional approaches.

The conduct-based approach of this category was the first to arise in the 18th century in the works of Adam Smith and Karl Marx. In the neo-classic variant of the conduct-based approach, supported by P. Heine and M. Porter, the rivalry is presented as struggle for rare economic benefits [12]. Despite the fact that contemporary labour market in most cases is considered as labour spill-over market, we cannot deny that usually the business requires not just any labour effort provided by any person, but very special knowledge and skills possessed by few people. So, the conduct-based approach to understanding the competition is very well applicable to the specific features of the labour market.

Over the 19th and 20th centuries the structural approach spread in economics (C. R. McConnell, S. L. Brue, A. O. Cournot, F. Edgewater, etc.) where the term 'competition' defines the market structure and conditions as opposed to the term 'rivalry' used by the conduct-based approach for the struggle among the economic subjects at the micro level.

The functional approach describes the role played by the competition in the economy (F. A. von Hayek, J. A. Schumpeter, etc.): start of innovative business, rivalry between the old and the new, modernization and re-engineering. We see this approach as applicable to the labour market to some degree, especially in relation to the segments that most reflect the specifics of the contemporary knowledge economy: innovation sector, competency development, life-long learning, etc.

Most recent approach to classic competition theory was as follows: 'Competition as economic phenomenon has lost its classic meaning of collision of business interests in attempt to achieve the same objective'. The basis for an organization's success and development is cooperation and collaboration. Within the labour market this change is even more clearly observed than anywhere else. First of all, it is manifested through labour division and cooperation. No matter how skilled and knowledgeable is a single worker or expert, no matter how great his labour productivity is; there is very limited range of activities where he can implement these qualities, producing certain economy result quite alone. Much more often an alliance of numbers of executives, as well as managers is required for obtaining economic results, any such alliance (work group, company, or national economy with its complex structure) weak link principle is in action which means that the result obtained will be limited to the capacity of the worst member of the alliance, not the best or even average.

The first scientific works concerning competitiveness were published in early 1980s. They may be divided into several groups in accordance with the schools of economics:

—American school (M. Porter, C. R. McConnell, S. L. Brue);
—Austrian school (I. M. Kirzner, F. Von Hayek);
—Russian (G. N. Ruzavin, R. A. Fatkhutdinov).

The most well-known concept among them was the M. Porter's theory which diffused throughout the world in 1990s. At the same time the matters of regional, good, industry, and national competitiveness were actively researched as well as the related theories like limitless wants theory, price and market theory, extra-market factor influence, etc.

According to many authors, the competitiveness is a multidimensional concept. One may recognize competitiveness of goods, services and technologies, of companies and organizations, branches of industry, region, national economy, specialist, graduate, human resources, etc.

N. V. Vasilenko notes, that all these cases are united by the same feature of ability of the competitiveness bearer (possessor of the competitive advantages) to overwhelm the rival and achieve better results in their struggle for better conditions [3].

In theory and practice of economics competitiveness is one of the key ideas which can be considered as a specific form of manifestation of more general concept of performance along with similar terms of benefit, value, efficiency, etc., varying in terms of generalization degree and interconnections. It is obvious that the only bearer and exponent of any abilities is a human being, living matter.

Goods, service, business, or any other object in itself, unlike living matter, can not possess any ability, including competitiveness. Speaking of the labour market where labour services are exchanged, or sold, we state the same idea – no such service may possess any 'objective value'. Only a seller and buyer are able to evaluate the degree of an object's attractiveness, or its competitiveness [3]. Thus, competitiveness, including that of an employee, cannot be studied separately from the specific pair of Employee and Employer (Position).

Work force quality is a total of individual characteristics manifesting through labour and including qualification, personal and professional qualities of an employee. The work force competitiveness is sometimes defined as an aggregate of qualitative and value characteristics of the specific goods – 'work force' – that provide satisfying of specific employer's requirements.

In psychology, competitiveness is interpreted as a basic characteristic of an individual determined by conscious and subconscious mechanisms. In pedagogy, competitiveness is seen as complex characteristic including such parameters as 'age, somatomental health, appearance, abilities, intelligence, energy resources as well as moral aspects (personal values, beliefs, personal limitations, etc.). Modern researchers in pedagogy pay greatest attention to the students' and graduates' competitiveness, and this matter is closely related to the idea of employee/specialist competitiveness. Specialist's competitiveness is based on the complex of various abilities (gnostic, projecting, constructive, organizational, communicative) and the development of the skills for these abilities implementation for various and changing situations of some activities or everyday life.

Abilities are something that cannot be reduced to knowledge and skills but provides their speedy grasp, consolidation, and effective practical application. Competitiveness interpreted as one of the abilities may be realized in various activities including those we see as labour, such as sports, research, entrepreneurship, arts, which all may serve as jobs.

So, S. N. Yaroshenko asks whether there are many types of competitiveness instead of the only one, and answers this question in the affirmative. One person may be successful as a machinist, another as a manager, yet another as artist, etc. [11]. We assume, however, that one should not speak of various types of individual competitiveness but of scrutinizing competitiveness with regard of certain situation, and never otherwise. We accept that it is correct to view and assess an employee's competitiveness not within the labour market in general but within its segments which are available or desirable for an individual. Nevertheless, it remain incorrect to divide the competitiveness into different types in relation to those segments, and one of the proves for this idea is the fact that some factors determining the individual competitiveness remain the same for various labour market segments, while others greatly differ.

According to the statement of E. A. Seregina and V. V. Kot, personal competitiveness is an integral characteristic conveying the individual's internal attitude to the performed activity and functions. Study of the essence of the competitive individual reveals its close connection with labour and professional activity as only use of certain personal characteristics within the labour market testifies its competitiveness [8]. Personal competitiveness certainly may show itself in any types of activities. However, we agree with the researches mentioned above in two aspects. Firstly, employee's competitiveness is closely interconnected with personal competitiveness and, in essence, results from the latter. Secondly, despite the rivalry and personal competitiveness manifestations in wide variety of activities such as studies, sports, communications, gaining affection and winning spurs, the only place for economic manifestation of personal competitiveness remains within labour market and working career.

So, we come to the conclusion, that the following can be stated considering the individual competitiveness within the labour market:

1. It suggests the individual's possessing of certain abilities which may be personal or professional.

2. Those abilities may be realized or not at the moment of the observation, but they are to

be accompanied by the internal personal ability of their implementation under certain conditions.

3. Just any individual characteristics cannot form his competitiveness, but only those meeting the actual or potential employers' requirements.

4. It follows from the latter, that an individual cannot be absolutely competitive within the labour market as a whole, his competitiveness existing only for some market segments.

5. Employee's competitiveness in the labour market is the special case and the only economic manifestation of personal competitiveness.

6. It is possible to assess personal competitiveness only by comparison with other persons, while absolute value of competitiveness cannot exist.

The most complex but practically important question is which characteristics form the individual competitiveness in the labour market, and how an individual can obtain those characteristics.

We have already marked, that those shall be personal and professional qualities useful for professional function performance, the degree of such usefulness being defined by the labour consumer (employer). Due to labour market heterogeneity and fundamental differences of the requirements set for applicants for various vacancies it becomes obvious that some general list of characteristics of an absolutely competitive individual cannot exist even in theory. Nevertheless, it is possible, firstly, to point out that various features differently affect the individual competitiveness under various conditions and within different labour market segments. Secondly, we need to stress out that all such features form a considerable sub-system within an employee's personality, and thus all the system theory principles are applicable to it, including interaction and inter-influence of all elements, synergy and emergence, and all attributes of open systems. Thirdly, despite the impossibility of making the complete list of qualities useful for some professional activity, the classification of the elements forming labour competitiveness is possible and desirable. The classification foundations vary greatly including sources, effort input, and period of formation; methods and areas of application; inclusion in the various personality sub-systems.

The latter foundation produces widely different classification groups depending on which theory of personality structure forms its basis. In our opinion, theories like those of S. Freud, C. Jung, E. Berne are hardly suitable for research of the features forming personal competitiveness in general and within the labour market in particular. The theories much more suitable for such purpose were created by K. K. Platonov and S. L. Rubinshtein which are actually similar to some degree. We used the latter as the basis for classification finding it the most simple and easy to interpret.

Its basis provides the opportunity to link three elements of the personality structure found by S. L. Rubinshtein with the groups of features determining the personal competitiveness within the labour market (table 1).

If we apply competency approach to the described classification, then the second and third sub-systems include the set of personal professional and social competencies from the labour market competitiveness point of view, while the first one contains the motivation for its expanding and improving.

Table 1

S. L. Rubinshtein's personality structure units and their links to employee's competitiveness elements

Sub-system	Units	Competitiveness elements
orientation	needs, interests, ethos, beliefs, motives	targets, career aspirations, labour and development motivation
knowledge and skills	knowledge and skills, but also habits, experience, etc.	the total of all features gained during the lifetime including two groups: professional and personal
personal features	temper, character, abilities	inborn features, abilities and disposition as well as features and skills gained without effort

A. A. Fedchenko and K. A. Danker [10] suggested to define the elements of personal competitiveness based on their physical properties, such as health, including physical, mental and emotional conditions; emotional intelligence, including, among other issues, adaptability for the needs of the labour service; and professional knowledge and skills gained from education and applicable for any or particular professional activity. The authors united the second and third blocks into a complex of inborn and gained competencies without dividing them into these two groups.

Meanwhile we deem it desirable and important for any practical recommendations to classify the competencies based specifically on the ways of their attainment (figure1).

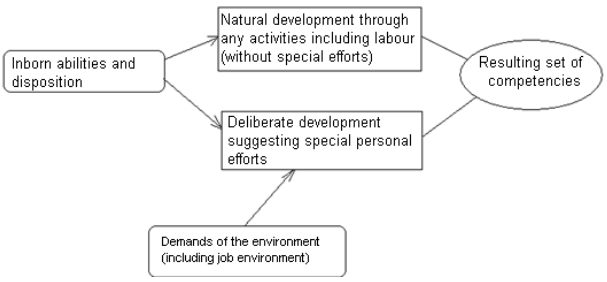


Figure 1. Competitiveness elements in terms of the methods of their attainment

Natural development in our terminology means development of inborn abilities and formation of extrinsic ones as a result of any activities (not just work or learning, but also games, sports,

even recreation), when an individual unavoidably gains some new experience and thus acquires knowledge, work and social skills, emotions, etc. We named such development 'without special effort' meaning that no extra effort, irrelevant to the activity itself, is necessary to gain such new competencies. Nevertheless, the activity in question may be highly effort-consuming as well as not so. For instance, a child or a youth goes in for some team sport. By doing so he may develop tactic planning, team work, willpower, courage and other qualities, but he need not exercise them separately – they arise directly from his sport training and contests. Another example: a teacher attends a demo lesson given by his colleague. Typically, the objective of such event is demonstration of the 'host's' proficiency and its assessment. However, nothing prevents the 'guest' to adopt some ideas or methods for his own use, which actually means gaining new competencies.

We interpret deliberate formation or development of competencies as self-contained activity type with independent time and effort exertion. Such activities include but are not limited to training, both on-job and off-job. An individual may attain competencies by means of self-education during his leisure time. In the course of his work an employee may try and apply or even invent new methods of operations taking into account his or other workers' experience, exerting his creativity, and often spending additional time and effort for that or temporarily reducing his labour productivity. All those examples should be viewed as special efforts for gaining come competencies and achieving professional improvement, though it is often difficult or even impossible to differentiate 'natural' and 'deliberate' competency acquisition.

It is also important to point out ultimate necessity of time and effort for acquisition of the vast majority of competencies required for any job performance.

No less important is competitiveness element classification based on the period of their acquisition within human lifetime, or prevailing in some periods. Analysing the moment of competency acquisition one should take into account that personal psychological group is formed during one period of life (mainly during the childhood and youth), while professional group (knowledge and skills) is gained later (figure 2).

In the end we reach the conclusion, that the ways of work competency acquisition also vary depending on the individual's age, occupation and the specific features of the competency in question (figure 3).

It is essential, that under such interpretation of the work competency acquisition stages we get to understand some of the features of this process. Firstly, despite the division of the studied competitiveness elements into professional and others, including physical, psychological, and social, this division is virtual only and it is almost impossible to make it in actual situations.

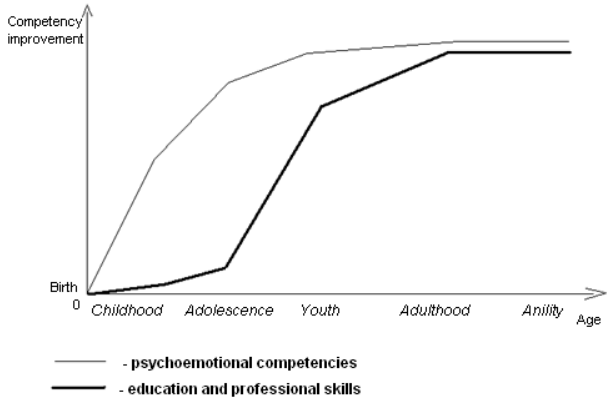


Figure 2. Competitiveness elements in terms of periods of their development

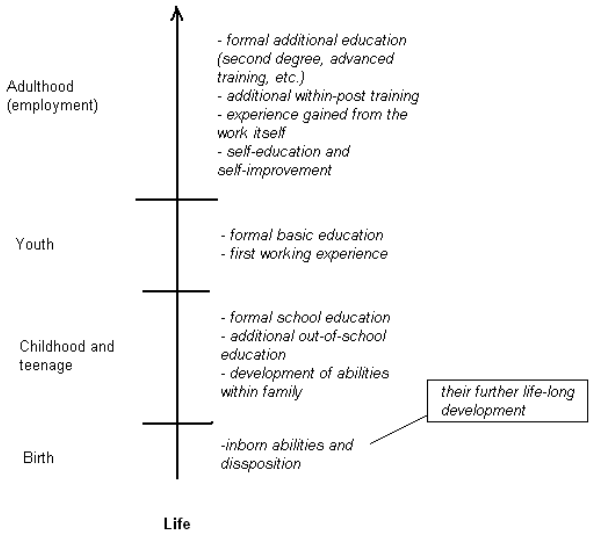


Figure 3. The ways of forming labour competencies at the various stages of a person's life

Secondly, even though an individual enters his working career with a set of competencies formed and sufficient for rivalry within the labour market, competency development in the course of work in particular has a lot more sufficient effect on personal competitiveness, as during this period an individual seizes the opportunities to gain the competencies exactly as required by the given employer or by the labour market segment. Thus, he may choose not waste his time and effort for developing unnecessary/optional knowledge and skills. Many researches in the field of work/professional competency acquisition are dedicated to finding ways of professional training improvement towards its suitability for the employers' needs [5]. However, further on-job competency acquisition imbibes such selection of characteristics almost

without any effort both on the part of special organizations and the executives themselves.

Thirdly, the life-long learning concept under such conditions instead of being new and artificially inculcated becomes natural and unavoidable. Obviously, the intensity of an individual's competency development after the start of his working career may vary greatly depending on the economic demands, personal disposition, and situational factors. Nevertheless, this process cannot cease till the end of economic activity of the individual but may only need some correction concerning improvement points, intensity, and steadiness. At the same time we should not disregard the methods of competency acquisition typical for this period of life, especially the ones we termed as deliberate, including core and additional education and self-education and other forms of personal and professional growth. Such competency acquisition ways are of even greater importance concerning the excessive competencies which are not currently applied by an individual for his work. The need for such competency acquisition occurs in the situations:

– an employee moves to another company, industry, or profession;

– job description changes abruptly within the same occupation due to the need of business adaptation to external changes;

– increase in employee's duties (for instance, internal secondary employment).

Besides the time and effort exerted for gaining the characteristics making an individual competitive in the labour market, one of the significant bases for classification is the ways, situations, and intensity of their actual application.

We have already noted, that an employee's competitiveness can only be determined as how well his characteristics meet the employer's requirements, as each occupation is to a certain degree unique and the optimal set of competencies is equally distinct. Such optimum may be outlined in theory but remains practically inaccessible. Still, the set of competencies actually possessed by the employee winning the rivalry for a given job differs as well, depending on the job, company, and immediate situation. It should be mentioned, that the same characteristics will be indispensible for one case, for in the other, immaterial for the third one, and inapplicable for the fourth. This naturally complicates the task for the researcher wishing to classify those characteristics. Thus, we suggest, that the actual content of each classification group defined based on the ways of use may vary greatly. However, this does not make the classification itself irrelevant.

Many researchers, such as A. A. Borisova [1], P. M. Kozyreva [6] note, that achievement of goods results in different activities, including studies and further work within the studied major, often require different sets of qualities, abilities, efforts, and competencies. Moreover, enquiries undertaken among Moscow students by M. B. Bulanova and P. A. Borisova prove, that the very same students do not equate successful education and future successful employment and professional integration [2].

The same can be stated concerning the competencies required for job hunting and acquisition and those necessary for successful work in the chosen position. For example, M. V. Volodina studied the new graduate market segment and found unreasonable complexity of the job hunting process itself, the complications often being implied by the applicant himself because of his unrealistic ideas and wrong interpretation of external information [4]. For instance, particular attention is paid to clothing, confident behaviour, demonstrating the loyalty to the employer, as well as the attempts to guess the expected answer instead of giving the sincere one, etc. It is most unlikely, that any of these abilities can help an accountant or programmer in their work.

Besides, the employers also seek different characteristics in different groups of applicants in terms of age, gender, social status, and profession. They also evaluate internal and external applicants by different parameters.

Thus, we define the following groups of personal work competencies in terms of the period of their application:

1. Competencies applied for initial creation of the target competency set by means of education, self-improvement, gaining experience, etc., which may be termed 'learning, or development competencies'. Even though they cannot affect the immediate work performance we believe in future the employers will pay more and more attention to these competencies, as they well suit the life-long learning concept and the conditions of knowledge economy.

2. Competencies applied for job search and application, which can be called 'direct rivalry competencies'. They include unbiased assessment of a person's achievements as well as his actual career aspirations; self-presentation; communications, etc. We may note, that despite the objective need for such competencies, an employer may not always view their advanced development as an advantage in an applicant, as it probably results from frequent practice during extended unemployment periods.

3. Competencies useful for effective operation under pressure, crisis, or new and unexpected conditions, whether at work or in private life. They might be named 'adaptation competencies' and viewed more as social than professional skills. Still, employers sometimes check them in the applicants even where the vacation does not directly involves dealing with stress and emergency.

4. Competencies directly applied for effective job performance, or 'professional competencies'.

An individual at any moment of observation is in possession of a certain complex of abilities, knowledge, work and social skills, etc. Within a period of any considerable duration he adds to this complex by means of gaining new or improving present characteristics. Earlier we mentioned that an employee competes with his rivals using both professional and other competencies. However, only some part of the total of individual's skills and qualities do and can improve his competitiveness in the labour market. At each particular moment and position he normally applies but few of these skills and qualities. The longer the observation duration is, the larger and more heterogeneous part of individual's potential is used. However, there is great probability, that some of the elements of his potential remain disused during considerable periods or even throughout his life. However negligible is this disused share we believe that it should not be ignored from the point of view of time and effort consumption.

As the result we think it possible to suggest the individual potential elements based on the intensity of their application:

– regularly/constantly used elements, which form the basis of the professional activity of a person;

– periodically/sporadically used elements required for casual work, search of new position, in crisis situations, etc.;

– optional elements used for routine operation but unnecessary for it and applied at the employee's decision; they may improve his performance, or make his work easier, or just form his habits;

– latent elements disused during long periods; however, they might be useful or even important in case of dramatic changes in situation, whatever is the probability of such changes.

One may also argue that some elements should be termed 'dead' where the probability of the situation when an individual needs them tends to vanish. However, the length of the work life, high volatility of the labour market and of economy in general, make any estimation of probabilities as close to zero imprecise and risky. That is why we assume it systematically right to consider all long disused competencies as 'latent', even if they will never be needed during a given person's life. The choice of action when an individual faces the opportunity to acquire a competency tending to become latent resides in that same individual and his subjective assessment of probabilities.

The way of application of the individual's characteristics forming his competitiveness in the labour market can also be of considerable importance. Such methods presumably include intuitive, conscious, and reflexive.

The characteristics not recognized by their bearer in their fullest extent, or those of which presence the latter is totally ignorant, or never used before, are applied intuitively, sub-consciously. The key feature of such characteristics is that the bearer cannot consciously predict the results of their application.

The individual applies the characteristics and competencies consciously, if those competencies are well developed for adequate use; if the individual knows how to use them and what results to expect according to his logic and experiential estimations.

The individual applies the characteristics and competencies reflexively when the latter are developed to the degree of automaticity by means of regular use. However, they might prove unsuccessful because of the differences between the new situation in question and the usual situations where the competencies had been forming and improving.

The last important feature for labour market participant's competency classification is the degree of their development, of their acquisition. Pedagogy defines three such degrees: knowledge, skill, proficiency.

Knowledge is the precondition for activity but may never result in capability of performance. Existence of such capability conditioned by knowledge and manifested in practical action is termed skill. Skill may be developed and manifested to various degrees of perfection. It is normally controlled by bearer's consciousness but at the same time he can never realise the whole complex of his performance elements. Some procedures and operations within it become automatic through numerous repetitions and are executed without conscious control, thus turning into proficiency.

These grades are logical, reasonable, and convenient from the educational point of view. However, we have already stressed out, that from the point of view of competitiveness in the labour market any individual's advantages should be estimated as it is done by the labour service consumer. Any employer assesses the applicant's competencies in connection with the job requirements, which is: whether the competency exists at present; whether it is developed enough for effective work performance; whether it should be developed further or altered; and whether the applicant is capable of doing so. The last position is to be estimated where the employer tends to pay attention to personnel development, including training, exchange in the best practices, career, self-improvement stimulation.

Conclusion

Proceeding from this estimation position we can suggest dividing all social and professional competencies of a person into the following groups:

1. Sufficient: the competency is present and developed enough for satisfactory performance. But it may require further improvement in some cases, for instance, career progress.

2. Superfluous: the competency is present and developed up to the degree quite unnecessary for the position in question, allowing gaining better/higher post. However, this does not happen for some reason, like applicant's ignorance of the requirements, or lack of some other competencies (competency disproportion). Which even is the actual reason, such situation may cause further individual's dissatisfaction, incorrect self-esteem, decline in the work motivation.

3. Deficient: the competency is present but its development is below the desirable level.

4. Developing/forming: the competency is being acquired by the individual at the moment by means of training, self-education, or gaining experience.

5. Sleeping: the competency is present, its sufficient level can be detected, but it is not manifested in work performance, or demonstrates rather lower level of development. Such situation happens when the employee's work motivation is low, or his position is worse than his abilities might gain him. Sleeping competencies may later be lost due to their lengthy disuse.

6. Lost: the competency was present but is lost or degenerated because of disuse or rare use. The most typical example of when it happens is unemployment or occupation in different profession.

7. Lacking: the competency is necessary for the job but is completely absent.

We should specially note that the whole total of the classifications presented above is very complex. But various research or practical objectives induce the need for some or other of the mentioned classifications.

ЛИТЕРАТУРА

1 Борисова А.А. Предпосылки и ограничения формирования конкурентоспособности выпускников вузов // Проблемы современной экономики. 2015. № 2. С. 351–353.

2 Буланова М.Б., Борисова П.А. Высшее образование и трудоустройств: современные риски // Вестник РГГУ. Серия: Философия. Социология. Искусствоведение. 2014. № 4 (126). С. 233–240.

3 Василенко Н.В. Институциональная конкурентоспособность или конкурентоспособность институтов: постановка проблемы // Научные труды Донецкого национального технического университета. Серия: экономическая. 2011. № 1 (40). С. 187–191.

4 Володина М.В. Риск в процессе трудоустройства: формы взаимодействия и тактические приемы // Молодой ученый. 2014. № 19. С. 459–461.

5 Егорова Л.С., Макарычев А.А. Управление конкурентоспособностью предприятия // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. 2008. № 6. С. 316–322.

6 Козырева П.М. Образование и трудоустройство: возможности и реальность // Россия реформирующаяся. 2015. № 13. С. 304–323.

7 Ожегов С.И., Шведова Н.Ю., Скворцов Л.И. Толковый словарь русского языка. М.: Оникс, 2010. 736 с.

8 Серегина Е.А., Кот В.В. Теоретические аспекты формирования конкурентоспособности выпускника вуза в контексте характеристик конкурентоспособности работника. В книге «Институциональный механизм преодоления рецессии»: коллективная монография. Ростов-на-Дону, 2015. С. 56–65.

9 Фатхутдинов Р.А. Уровни и объекты конкурентоспособности // Современная конкуренция. 2009. № 4 (16). С. 135.

10 Федченко А.А., К.А. Данкер Компетентностный подход при оценке уровня конкурентоспособности персонала // Нормирование и оплата труда в промышленности. 2015. № 10. С. 34–40.

11 Ярошенко С.Н. Учебно-профессиональная конкурентоспособность студентов вуза как вид личной конкурентоспособности // Известия высших учебных заведений. Уральский регион. 2013. № 5. С. 119–122.

12 Kilduff G. et al. Whatever it takes to win: Rivalry increases unethical behavior // Academy of Management Journal. 2015. P. amj. 2014.0545.

13 Krugman P.R. Making sense of the competitiveness debate // Oxford review of economic policy. 1996. V. 12. №. 3. P. 17–25.

14 Neumark D., Wascher W. The effects of minimum wages on employment //FRBSF Economic Letter. 2015. V. 2015. P. 37.

15 Porter M. Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance. New York: The Free Press, 1985. 592 p.

REFERENCES

1 Borisova A.A. Background and limitations for the new graduates' competitiveness formation. *Problemy sovremennoy ekonomiki* [Problems of the modern economy] 2015, no. 2, pp. 351–353 (in Russian).

2 Bulanova M.B., Borisova P.A. Higher education and employment: modern risks / M.B. Bulanova. *Vestnik RGGU. Seriya: Filosofiya. Sotsiologiya, Iskusstvovedeniye* [Bulletin of RSHU: Series: Philosophy. Sociology. Art history] 2014, no. 4 (126), pp. 233–240 (in Russian).

3 Vasilenko N.V. Institutional competitiveness or institutes' competitiveness: problem statement. *Nauchnye Trudy Donetskogo natsional'nogo telhnicheskogo universiteta. Seriya: ekonomicheskaya* [Scientific papers of Donetsk National Engineering University. Series: economic] 2011, no. 1 (40), pp. 187–191. (in Russian).

4 Volodina M.V. Risk of the employment process: forms of interaction and tactical techniques. *Molodoy uchyony* [Young scientist], 2014, no. 19, pp. 459–461 (in Russian).

5 Egorova L.S., Makarychev A.A. Business competitiveness management. *Vestnik Nizhegorodskogo universiteta imeni N.I. Lobachevskogo* [Bulletin of Nizhny Novgorod University after N.I. Lobachevskiy] 2008, no. 6, pp. 316–322 (in Russian).

6 Kozyreva P.M. Education and employment: opportunities and reality. *Rossia formiruyuzshayasya* [Forming Russia] 2015, no. 13, pp. 304–323 (in Russian).

7 Ozhegov S.I., Shvedova N. Yu., Skvortsov L.I. Tolkovyi slovar' russkogo yazyka [Definition dictionary of Russian language] Moscow, Oniks, 2010, 736 p. (in Russian).

8 Seregina E.A., Kot V.V. Theoretic aspects of the new graduate competitiveness formation in the context of employee competitiveness characteristics. *V knige «Institutsional'ny mekhanizm preodoleniya retsessii»* [In the book «Institutional mechanism for recession overcoming». Multi-author monograph] Rostovna-Donu, 2015, pp. 56–65 (in Russian).

9 Fatkhutdinov R.A. Levels and objects of competitiveness. *Sovremennaya konkurentsiya* [Modern competition], 2009, no. 4(16), p. 135 (in Russian).

10 Fedchenko A.A., Danker K.A. Competency approach for personnel competitiveness assessment. *Normirovanie i oplata truda v promyshlennosti* [Labour rating and remuneration in industry] 2015, no. 10, pp. 34–40 (in Russian).

11 Yaroshenko S.N. Educational and professional competitiveness of new graduates as a type of individual competitiveness. *Izvestiya vysshykh uchebnykh zavedeniy. Ural'skiy region* [Journal of higher education organizations. Ural region] 2013, no. 5, pp. 119–122 (in Russian).

12 Kilduff G. et al. Whatever it takes to win: Rivalry increases unethical behavior. Academy of Management Journal, 2015, pp. amj. 2014.0545.

13 Krugman P.R. Making sense of the competitiveness debate. Oxford review of economic policy, 1996, vol. 12, no. 3, pp. 17–25.

14 Neumark D., Wascher W. The effects of minimum wages on employment. FRBSF Economic Letter, 2015, vol. 2015, pp. 37.

15 Porter M. Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance. New York, The Free Press, 1985, 592 p.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Татьяна В. Сабетова к. э. н., доцент, кафедра управления и маркетинга в АПК, Воронежский государственный аграрный университет, ул. Мичурина, 1, г. Воронеж, 394087, Россия, tsabetova@mail.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Tatiana V. Sabetova candidate of economic sciences, associate professor, management and marketing in agroindustrial complex department, Voronezh state agricultural university, Michurina str. 1, Voronezh, 394087, Russia, tsabetova@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Татьяна В. Сабетова обобщила материал, систематизировала информацию, построила выводы, написала рукопись, несёт ответственность за плагиат

CONTRIBUTION

Tatiana V. Sabetova integrated the information, organized the information, drew results, wrote the manuscript and is responsible for plagiarism

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

ПОСТУПИЛА 15.07.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 24.08.2016

RECEIVED 7.15.2016

ACCEPTED 8.24.2016

Оригинальная статья/Original article

УДК 330.131.7

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-283-289

Состояние и оценка рисков предприятий промышленного комплекса Северного региона Крыма

Валерия В. Коротицкая, [1] lerchik-89@yandex.ru
Рена Р. Тимиргалеева, [2] renatimir@gmail.com

[1] кафедра экономики и управления, Институт педагогического образования и менеджмента (филиал) Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, ул. Железнодорожная, 5, г. Армянск, Р.Крым, 296012, Россия

[2] кафедра производственного менеджмента и экономики отраслей народного хозяйства, «Кубанский государственный технологический университет», ул. Московская, 2, г. Краснодар, Краснодарский край, 350072, Россия

Реферат. В современных условиях нестабильности экономических процессов, происходящих в стране под воздействием значительного числа факторов внешней сферы и мобильности рыночной конъюнктуры, деятельность ряда предприятий и организаций промышленного комплекса Северного региона Крыма не обеспечивает получение прибыли, необходимой для их перспективного развития, появляется тенденция резкого увеличения количества и уровня опасности факторов экономического риска. Будущее для предприятий в таких условиях становится менее прогнозированным. Поэтому успех работы предприятия зависит от точного и своевременного определения источников и факторов риска предприятия, от точности оценки будущих рисков, разработки и реализации превентивных мероприятий по предупреждению нежелательных последствий. В связи с этим, предлагается апробированная методика, позволяющая определить среднюю вероятность наступления ряда рисков и их рейтинговую значимость. Проведенные исследования показывают, что на данный период, наиболее остро перед предприятиями и организациями Северного региона Крыма стоит риск отсутствия налаженных каналов поставки сырья. Для предприятий это может выражаться в перебоях и задержках поставок, штрафов от клиентов и их потеря, а также дополнительных издержках. Предложенная методика позволяет оценить вероятность наступления того или иного риска, но при этом не указывая на возможный эффект от риска, как отрицательный, так и положительный. Полученные данные могут быть использованы при разработке государственных, региональных и отраслевых стратегий и программ, и обеспечивают менеджмент предприятий и организаций промышленного комплекса полноценным инструментарием управления рисками.

Ключевые слова: риск, неопределенность, оценка, итерация, суждение, вероятность, результат

Status and assessment of risks at the enterprises of industrial complex of the Northern region of the Crimea

Valeriya V. Korotitskaya, [1] lerchik-89@yandex.ru
Rena R. Timirgaleeva, [2] renatimir@gmail.com

[1] economics and management department, Institute of pedagogical education and management (branch) V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Railway st., 5, Armyansk, Crimea, 296012, Russia

[2] industrial management and economics industries department, Kuban state technological University, Moskovskaya st. 2, Krasnodar, Krasnodar region, 350072, Russia

Summary.In today's unstable economic processes taking place in the country under the influence of a considerable number of factors of the external sector and the mobility of market conditions, the activities of a number of industrial enterprises of Northern Crimea does not ensure a profit necessary for their future development, there is a tendency to a sharp increase in the number and level of danger of the economic risks. The future for companies in such conditions becomes less predictable. Therefore, the success of the enterprise depends on the accurate and timely identification of sources and enterprise risk management, the accuracy of the assessment of future risks, development and implementation of preventive measures to prevent undesirable consequences. In this connection, it is proposed approved methods, which allows to determine the average probability of occurrence of a number of risks and their importance rating. Studies have shown that for a given period, the most severe for the enterprises of Northern Crimea region is the risk of lack of established supply chain of raw materials. For businesses, this can be expressed in interruptions and delays in deliveries, penalties from customers and their loss, as well as additional costs. The proposed method allows us to estimate the probability of occurrence of a risk, but it is not pointing to the possible effect of the risk, both negative and positive. The data obtained can be used in the development of national, regional and sectoral policies and programs, and provide full management of industrial enterprises the tools of risk management.

Keywords: risk, uncertainty, evaluation, iteration, judgment, probability, result

Введение

По данным рейтинга инвестиционной привлекательности «Эксперта РА» Республика Крым вошла в группу 3В1 с пониженным потенциалом и умеренным уровнем рисков для частных предпринимателей (уровень Владимирской и Астраханской областей, Ставропольского края). Данная группа является самой многочисленной в рейтинге среди субъектов Российской Федерации. Основой инвестиционной привлекательности является туристический потенциал, и в меньшей степени – инфраструктурный. Потребительский и производственный потенциал Крыма находится в пятом и шестом десятке регионов России, соответственно. При этом, регион характеризуется повышенными социальными, криминальными и финансовыми рисками.

Занятость в промышленном секторе составляет около 9% всей занятости Республики, и способствует поступлению значительной части налогов в местный бюджет. Основными отраслями промышленности в регионе являются химическая промышленность, производство стройматериалов и машиностроение, основной объем производства которых, сосредоточен на несколько крупных промышленных предприятиях.

Для цитирования

Коротицкая В. В., Тимиргалеева Р. Р .Состояние и оценка рисков предприятий промышленного комплекса Северного региона Крыма // Вестник ВГУИТ.2016. № 3. С. 283–289. doi:10.20914/2310-1202-2016-3-283-289

For citation

Korotitskaya V.V., Timirgaleeva R.R. Status and assessment of risks at the enterprises of industrial complex of the Northern region of the Crimea. *VestnikVSUET*[ProceedingsofVSUET].2016. no. 3.pp. 283–289. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-3-283-289

Однако множество малых предприятий различных форм собственности также задействованы в промышленном производстве, их общее число составляет более 2000, и они обеспечивают занятость более чем 100 тыс. крымчан.

Немалая роль в регионе отведена химической промышленности (около 13,2% всего промышленного производства полуострова). В основном химическое производство размещено на севере Крыма, и сконцентрировано на заводах АФ ООО «Титановые инвестиции» – «Крымский Титан» (г. Армянск), ПАО «Крымский содовый завод» (г. Красноперекопск), АО «Бром» (г. Красноперекопск), ЗАО «УКснаб» (г. Красноперекопск).

В связи с нестабильностью экономической ситуации в мире возрастает информационная неопределенность деятельности хозяйствующих субъектов, соответственно, увеличивая риски этой деятельности. Предприятия химической промышленности подвержены большому количеству рисков, в первую очередь, из-за специфики производства. Также в связи с быстрым развитием технологий производства, изменением цен на сырье существует высокий конкурентный риск относительно продукции предприятий химической промышленности. Следовательно, вопросы оценки и управления экономическими рисками являются актуальными для предприятий промышленного комплекса Северного региона Крыма [3].

Описание методики

Для оценки рисков промышленных предприятий Северного региона Крыма воспользуемся методикой определения наиболее значимых факторов риска, разработанной Капустиной Н. В. [2], основанной на использовании экспертных методов оценки рисков.

Сначала необходимо провести анализ факторов риска, которые влияют на промышленное предприятие. Источником информации является разработанная для опроса экспертов анкета, в которую были отобраны факторы, наиболее значимые для промышленных предприятий исследуемого региона.

Факторы были разбиты на две группы:

— *Внешние*. Барьеры при выходе на мировые рынки; высокая зависимость от колебания закупочных цен / цен на сырье (ценовые риски); действия государственных органов, которые невозможно предвидеть; отсутствие налаженных каналов поставки сырья; высокая конкуренция со стороны российских, западных, азиатских производителей; налоговые риски; доля кредитных средств (высокий леверидж); зависимость от ключевых поставщиков (отсутствие альтернатив); введение ряда ограничений, запрещающих использование местных природных ресурсов; ужесточение экологических требований и др.;

— *Внутренние*. Управленческие риски: отсутствие компетенции у сотрудников, неэффективное расходование средств, отсутствие налаженной системы внутреннего контроля; разрывы в ликвидности, риск финансовой нестабильности; отсутствие необходимой инфраструктуры для реализации технологии (оборудование, здания, квалифицированная рабочая сила); нарушения техники безопасности и охраны труда; нелояльность персонала в различных формах (коррупция, хищение, разглашение информации) и др.

Перед экспертами была поставлена задача – оценить влияние факторов риска на деятельность промышленного предприятия по сто балльной шкале. К участию в экспертизе привлекались специалисты предприятий Северного региона Крыма, таких как АФ ООО «Титановые инвестиции» – «Крымский Титан» (г. Армянск), ПАО «Крымский содовый завод» (г. Красноперекопск), АО «Бром» (г. Красноперекопск), ЗАО «УКснаб» (г. Красноперекопск), консультанты. Группа экспертов состояла из 35 человек.

Для более точных результатов исследования необходимо учитывать фактор аргументированности и компетентности экспертов. Для этого эксперту предлагается оценить степень влияния различных источников аргументации на его ответ. Эксперт отмечает степень своего знакомства с областью, к которой относится обсуждаемый вопрос, по десятибалльной шкале.

Компетентность рассматривалась в прямой зависимости от занимаемой должности и стажа работы в отрасли, на предприятии. Оценка занимаемой должности проводилась по пятибалльной шкале: 5 – руководители высшего звена (дирекция); 4 – начальники основных подразделений предприятия; 3 – ведущие специалисты подразделения; 2 – специалисты; 1 – рядовые работники.

Присвоенный балл умножался на 0,01. Стаж работы оценивался как произведение величины стажа работы и коэффициента 0,01. Коэффициент объективной оценки компетентности определялся по формуле:

$$K_{\text{о}} = \frac{1}{2}\left(O_{\text{д}} + O_{\text{с}}\right) \quad (1)$$

где $K_{\text{о}}$ – коэффициент объективной оценки компетентности; $O_{\text{д}}$ – оценка занимаемой должности; $O_{\text{с}}$ – оценка стажа работы.

Самооценка проводилась самим экспертом. Коэффициент компетентности K_c определялся на основе суждений экспертов о своей информированности по решаемой проблеме и указании типовых источников аргументации своего мнения по формуле:

$$K_c = \frac{1}{2}(K_и + K_а) \quad (2)$$

где $K_и$ – коэффициент информированности; $K_а$ – коэффициент аргументации.

Затем проводилась статистическая обработка результатов анкетирования.

Результаты исследования

По итогам анкетирования для промышленных предприятий Северного Крыма выделены основные 12 групп рисков:

– барьеры при выходе на мировые рынки;

– невозможность привлечения требуемого дополнительного финансирования;

– разрывы в ликвидности, риск финансовой нестабильности;

– высокая доля кредитных средств (высокий леверидж);

– высокая зависимость от колебания закупочных цен/цен на сырье(ценовые риски);

– налоговые риски;

– зависимость от ключевых поставщиков (отсутствие альтернатив);

– отсутствие налаженных каналов поставки сырья;

– отсутствие необходимой инфраструктуры для реализации технологии (оборудование, здания, квалифицированная рабочая сила);

– нарушения техники безопасности и охраны труда;

– высокая конкуренция со стороны российских, западных, азиатских производителей;

– управленческие риски: отсутствие компетенции у сотрудников, неэффективное расходование средств, отсутствие налаженной системы внутреннего контроля.

На следующем этапе работы с экспертами им предлагалось заполнить индивидуальные опросные листы с перечнем ранее выделенных рисков, где в качестве оценки вероятности наступления рискового события использовалась такая шкала: 0–24 – риск несущественный; 25–49 – вероятность наступления риска очень незначительна; 50–74 – вероятность наступления риска не определена; 75–99 – вероятность наступления риска высокая; 100 – риск наступит наверняка.

После того, как средняя вероятность по данным экспертной оценки определена, необходимо установить объективность мнения экспертов, и для этого применим метод «расстановки парных приоритетов», предложенный М. И. Мигуновой.

Суть данного метода заключается в установлении значимости объектов в совокупности, когда необходимо последовательно попарно сравнить между собой определенные риски с целью выявления приоритетных отношений.

Преимущества данного метода:

– эксперту не нужно придерживаться строгой транзитивности при попарном сравнении;

– пары рисков сравниваются независимо от результатов предыдущих сравнений, что позволяет избежать искажения оценок;

– упрощенная процедура высказывания суждений, без применения сложных количественных оценок.

Приоритетность каждой пары рисков определялась путем выставления оценок: 1 – риск *i* выше риска *j*; 0,5 – риски эквивалентны; 0 – риск i ниже риска j.

Полученные данные были представлены в индивидуальных матрицах каждого эксперта, и на основе суммирования наддиагональных элементов индивидуальных матриц построена обобщенная матрица.

Диагональные элементы обобщенной матрицы определяются по формуле:

$$D = \frac{m}{2} \quad (3)$$

где m – количество экспертов.

Поддиагональные элементы обобщенной матрицы определяются с помощью формулы:

$$A_{ij}^{поддиаг} = m - A_{ij}^{наддиаг} \quad (4)$$

где $A_{ij}^{поддиаг}$ – поддиагональные элементы матрицы; $A_{ij}^{наддиаг}$ – наддиагональные элементы матрицы

Согласно данным обобщенной матрицы, если полученное значение превышает величину диагональных элементов, то это значит, что уровень риска в строке более высокий, чем сопоставимый риск, указываемый в столбце. Если присвоенное значение равно диагональным элементам – уровни сопоставляемых рисков примерно равноценны, но при условии их отдельного рассмотрения вне системы остальных видов рисков.

Следующим шагом являлся расчет коэффициентов значимости каждого вида риска промышленного предприятия, с дальнейшим их ранжированием в порядке убывания по их значимости. Расчет коэффициентов выполняется итерационным методом, уточняя значимость каждого частного показателя после каждой последующей итерации.

Далее выполнялась итерированная оценка первого порядка для каждого вида риска $I_i(1)$, представляющая собой начальное приближение к окончательной оценке:

$$It_i(1) = \sum_{j=1}^{n} A_{ij}, \quad (5)$$

где A_{ij} – элементы обобщенной матрицы парных сравнений; n – количество рисков.

После вычисления итерированной оценки первого порядка рассчитываем первый коэффициент значимости:

$$Cs_i(1)=\frac{It_i(1)}{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}A_{ij}}=\frac{\sum_{j=1}^{n}A_{ij}}{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}A_{ij}}, \quad (6)$$

Для расчета итерированной силы второго порядка по каждому виду риска применима следующая формула:

$$It_i(2)=It_i(1)\cdot Cs_i(1)=\sum_{j=1}^{n}A_{ij}\cdot Cs_i \quad (7)$$

Второй коэффициент значимости:

$$Cs_i(2)=\frac{It_i(2)}{\sum_{i=1}^{n}It_i(2)} \quad (8)$$

Итерационные расчеты можно прекратить, если модуль разности коэффициентов значимости последней и предыдущей итерации не превышают значения, вычисленного по формуле:

$$\overline{Cs}\left(\frac{1}{n}\right) \quad (9)$$

Если же полученные результаты не удовлетворяют условию, продолжаем проводить последующие итерации.

Результаты расчетов коэффициентов значимости рисков промышленных предприятий представлены в таблице 1.

Проведя вторую итерацию, проверим модуль разности коэффициентов значимости $Cs_i(2)$ последней и предыдущей итерации, полученные результаты не превышают значения 0,083, и могут использоваться для построения ранжированного списка.

Прежде чем приступить к ранжированию списка рисков, необходимо проверить результаты оценки экспертов на согласованность, для чего наиболее применим будет коэффициент конкордации Кендалла (W) [5]:

$$W=\frac{12S}{n^2\left(m^3-m\right)}, \quad (10)$$

где S – сумма квадратов отклонений всех оценок рангов каждого объекта экспертизы (каждого риска) от среднеарифметического ранга; n – число экспертов; m – число объектов экспертизы.

Если после расчетов, коэффициент конкордации принимает значение 0, то это значит, что мнение экспертов абсолютно не согласовано; значение 0,4–0,5 – качество оценки удовлетворительное; значение, превышающее 0,7–0,8 означает высокое качество оценки. Полученные данные обобщим в таблицу 2.

При апробации методики расчеты показали высокое значение коэффициента конкордации Кендалла при ранжировании рисков промышленных предприятий (W =0,7), что характеризует высокое качество экспертной оценки.

Из проведенных исследований видим, что в основном ранговая значимость видов рисков промышленных предприятий, которая определена на основании усредненных экспертных оценок в основном совпадает с методом «парных приоритетов». Но, всё же, некоторые отличия существуют и требуют комплексной оценки. В ее формировании будут выступать рейтинговые баллы, которые определялись как произведение коэффициента значимости на его вероятность. Результаты ранжирования представим в таблице 3.

Таблица 1.

Результаты итерационных расчетов рисков промышленных предприятий

Table 1.

The results of the iterative calculations of risks of industrial enterprises

Риски/Показатели Risks/Indicators	Итерированная оценка первого порядка $It_i(1)$ Iterated estimation of the first order $It_i(1)$	Коэффициент значимости первого порядка $Cs_i(1)$ The significance coefficient of the first order $Cs_i(1)$	Итерированная оценка второго порядка $It_i(2)$ Iterated estimation of the second order $It_i(2)$	Коэффициент значимости второго порядка $Cs_i(2)$ The significance coefficient of the second order $Cs_i(2)$	Модуль разности коэффициентов значимости The modulus of the difference of the coefficients of importance
1	2	3	4	5	6
Барьеры при выходе на мировые рынки Barriers to access to world markets	133,5	0,053	7,072	0,031	0,022
Невозможность привлечения требуемого дополнительного финансирования The impossibility of mobilizing the required additional funding	104,5	0,041	4,333	0,019	0,022
Разрывы в ликвидности, риск финансовой нестабильности Gaps in liquidity, the risk of financial instability	166	0,066	10,935	0,049	0,017
Высокая доля кредитных средств (высокий леверидж) A high proportion of borrowed money (high leverage)	151,5	0,060	9,108	0,040	0,020
Высокая зависимость от колебания закупочных цен/цен на сырье (ценовые риски) High dependence on fluctuations in purchase prices/commodity prices (price risk)	233	0,092	21,543	0,096	0,003

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6
Налоговые риски Tax risks	189,5	0,075	14,250	0,063	0,012
Зависимость от ключевых поставщиков (отсутствие альтернатив) Dependence on key suppliers (no alternatives)	251,5	0,100	25,100	0,111	0,012
Отсутствие налаженных каналов поставки сырья The lack of established channels of delivery of raw materials	274	0,109	29,792	0,132	0,023
Отсутствие необходимой инфраструктуры для реализации технологии (оборудование, здания, квалифицированная рабочая сила) The lack of the necessary infrastructure for the implementation of the technology (equipment, buildings, skilled labor force)	235,5	0,093	22,008	0,098	0,004
Нарушения техники безопасности и охраны труда Violations of safety and labor protection	231,5	0,092	21,267	0,094	0,002
Высокая конкуренция со стороны российских, западных или азиатских производителей High competition from Russian, Western or Asian manufacturers	262,5	0,104	27,344	0,121	0,017
Управленческие риски: отсутствие компетенции у сотрудников, неэффективное расходование средств, отсутствие налаженной системы внутреннего контроля Management risks: lack of competence of employees, inefficient spending, lack of an established system of internal control	287	0,114	32,686	0,145	0,031
Итого In total	2520	1	225,4389	1	–

Таблица 2.

Расчет коэффициента конкордации Кендалла

Table2.

Calculation of coefficient of concordance Kendal

Риски/Показатели Risks/Indicators	Сумма рангов The sum of the ranks	Отклонение от среднего значения рангов The deviation from the average value of grades	Квадрат отклонений The square deviation
Барьеры при выходе на мировые рынки Barriers to access to world markets	111	-116,5	13572,25
Невозможность привлечения требуемого дополнительного финансирования The impossibility of mobilizing the required additional funding	223	-4,5	20,25
Разрывы в ликвидности, риск финансовой нестабильности Gaps in liquidity, the risk of financial instability	274	46,5	2162,25
Высокая доля кредитных средств (высокий леверидж) A high proportion of borrowed money (high leverage)	249	21,5	462,25
Высокая зависимость от колебания закупочных цен / цен на сырье (ценовые риски) High dependence on fluctuations in purchase prices / commodity prices (price risk)	80	-147,5	21756,25
Налоговые риски Tax risks	378	150,5	22650,25
Зависимость от ключевых поставщиков (отсутствие альтернатив) Dependence on key suppliers (no alternatives)	109	-118,5	14042,25
Отсутствие налаженных каналов поставки сырья The lack of established channels of delivery of raw materials	96	-131,5	17292,25
Отсутствие необходимой инфраструктуры для реализации технологии (оборудование, здания, квалифицированная рабочая сила) The lack of the necessary infrastructure for the implementation of the technology (equipment, buildings, skilled labor force)	266	38,5	1482,25
Нарушения техники безопасности и охраны труда Violations of safety and labor protection	372	144,5	20880,25
Высокая конкуренция со стороны российских, западных или азиатских производителей High competition from Russian, Western or Asian manufacturers	258	30,5	930,25
Управленческие риски: отсутствие компетенции у сотрудников, неэффективное расходование средств, отсутствие налаженной системы внутреннего контроля Management risks: lack of competence of employees, inefficient spending, lack of an established system of internal control	314	86,5	7482,25
Итого In total			122733
Среднеарифметическое число рангов Average grades	227,5		
Число экспертов Number of experts	35		
Число оцениваемых показателей (рисков) The number of estimated parameters (risks)	12		
Коэффициент конкордации Кенделла The coefficient of concordance	$W = (12 \cdot 122733) / \left(35^2 \cdot \left[12^3 - 12\right]\right) = 0,7$		

Таблица 3.

Ранжирование рисков промышленных предприятий

Table3.

Risk ranking of industrial enterprises

Риски / Показатели	Средняя вероятность по данным экспертной оценки, % Average probability according to expert estimates, %	Коэффициент значимости по методу парных приоритетов Significance coefficient by the method of pairwise priorities	Рейтинговый балл Rating point	Рейтинг риска Risk rating
Отсутствие налаженных каналов поставки сырья The lack of established channels of delivery of raw materials	79,86	0,132	10,542	1
Высокая конкуренция со стороны российских, западных или азиатских производителей High competition from Russian, Western or Asian manufacturers	79,39	0,121	9,606	2
Управленческие риски: отсутствие компетенции у сотрудников, неэффективное расходование средств, отсутствие налаженной системы внутреннего контроля Management risks: lack of competence of employees, inefficient spending, lack of an established system of internal control	63,23	0,145	9,168	3
Зависимость от ключевых поставщиков (отсутствие альтернатив) Dependence on key suppliers (no alternatives)	79,86	0,111	8,864	4
Высокая зависимость от колебания закупочных цен / цен на сырье (ценовые риски) High dependence on fluctuations in purchase prices / commodity prices (price risk)	69,79	0,096	6,700	5
Отсутствие необходимой инфраструктуры для реализации технологии (оборудование, здания, квалифицированная рабочая сила) The lack of the necessary infrastructure for the implementation of the technology (equipment, buildings, skilled labor force)	67,87	0,098	6,651	6
Нарушения техники безопасности и охраны труда Violations of safety and labor protection	67,03	0,094	6,301	7
Налоговые риски Tax risks	79,23	0,063	4,992	8
Разрывы в ликвидности, риск финансовой нестабильности Gaps in liquidity, the risk of financial instability	65,11	0,049	3,191	9
Барьеры при выходе на мировые рынки Barriers to access to world markets	84,95	0,031	2,633	10
Высокая доля кредитных средств (высокий леверидж) A high proportion of borrowed money (high leverage)	51,20	0,04	2,048	11
Невозможность привлечения требуемого дополнительного финансирования The impossibility of mobilizing the required additional funding	71,65	0,019	1,361	12

Заключение

Таким образом, проведя оценку рисков промышленных предприятий на основе применения апробированной методики, была определена средняя вероятность наступления ряда рисков и их рейтинговая значимость. Это позволило выявить наиболее значимые риски для разработки механизма управления ими в системе риск-менеджмента промышленного предприятия.

Особенностью проведенного исследования является то, что метод парных приоритетов удалось соединить с методикой определения наиболее значимых факторов риска.

Преимуществом метода парных приоритетов среди других методов является упрощение процедуры высказывания суждений, экспертам не нужно соблюдать условия транзитивности оценок и их количественное выражение. Однако, адекватность субъективных оценок базируется на обоснованности выбора списка экспертов, их знаний, опыта и способности формировать прогностические оценки.

Вместе с тем, данный подход показывает оценку только вероятности наступления того или иного риска, при этом не указывая на возможный эффект от риска, как отрицательный, так и положительный. Таким образом, в целях повышения достоверности оценки рисков промышленных предприятий экспертный метод следует дополнять оценкой, сформированной на базе фактических статистических данных по определенной пространственной или временной совокупности. Для минимизации выявленных рисков при проектировании бизнес-процессов как элементов систем менеджмента качества необходимо применять рекомендации стандартов ISO 31000:2009, ISO/IEC 31010:2009[4].

ЛИТЕРАТУРА

1 Haimes Y.Y., Sage A.P. Risk Modeling, Assessment, and Management. Wiley. 2015. 720 p.

2 Капустина Н.В. Новая методика оценки рисков деятельности предприятия // Управление экономическими системами. 2015. № 1(73).

3 Коротицкая В.В., Тимиргалеева Р.Р. Управление экономическими рисками на промышленных предприятиях Северного Крыма // Актуальные проблемы науки. 2014. Т.7. С. 59–61

4 Крышкин О. Настольная книга по внутреннему аудиту: Риски и бизнес-процессы. М.: Альпина Паблишер, 2013. 64 с.

5 Ларина Р.Р., Гришин И.Ю., Илаев А.А., Илаев С.А. Методы оптимизации управленческих решений в условиях риск-менеджмента. Ялта, 2011. 156 с.

6 Ларина Р.Р., Лукьянова Е.Ю. Повышение конкурентоспособности предприятий путем коррелированной имплементации процесного менеджмента и управления рисками // Актуальные проблемы гуманитарных, социальных и экономических наук: вопросы теории и практики. 2013. С. 47–50.

7 Родионова Л.Н., Фатхлисламов Р.А. Оценка и анализ финансовых рисков инвестиционного проекта // Экономические науки. 2012. № 8(93). С. 87–91

8 Häring I. Introduction to Risk Analysis and Risk Management Processes // Risk Analysis and Management: Engineering Resilience. 2015. P. 9–26

REFERENCES

1 Yacov Y. Haimes, Andrew P. Sage. Risk Modeling, Assessment, and Management, Wiley, 2015, 720 p.

2 Kapustina N.V. New methods of risk assessment of activity of the enterprise. Upravlenie ekonomicheskimi sistemami [Management of economic systems] 2015, no 1 (73). (in Russian)

3 Korotitskaya V.V., Timirgaleeva R.R. Management of economic risks in industrial enterprises of the Northern Crimea. Aktual'nye problem nauki [Actual problems of science] 2014, vol. 7, pp. 59–61. (in Russian)

4 Kryshkin O. /nastol'naya kniga po vnutrennemu auditu [Handbook internal audit: Risks and business processes] Moscow, Alpina Pablisher, 2013, 64 p. (in Russian)

5 Larina R.R., Grishin, I. Yu., Ilaev A.A., Ilaev S.A. Metody optimizatsii upravlencheskikh reshenii v usloviyakh risk-menedzhmenta [Methods of optimization of management decisions in terms of risk management] Yalta, 2011. 156 p. (in Russian)

6 Larina R.R., Lukyanova E.Yu. Increase the General competitiveness of enterprises through the implementation of a correlated process-based management and risk management. Aktual'nye problem gumanitarnykh, sotsial'nykh i ekonomicheskikh nauk: voprosy teorii i praktikii [Actual problems of humanitarian, social and economic Sciences: theory and practice] 2013, pp. 47–50 (in Russian)

7 Rodionova L.N., Fatkhlislamov R.A. Assessment and analysis of the financial risks of the investment project. Ekonomicheskie nauki [Economics] 2012, no. 8(93), pp. 87–91. (in Russian)

8 Häring I. Introduction to Risk Analysis and Risk Management Processes. Risk Analysis and Management: Engineering Resilience, 2015, pp. 9–26

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Валерия В. Коротицкая ассистент, кафедра экономики и управления Институт педагогического образования и менеджмента (филиал), Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского, ул. Железнодорожная, 5, г. Армянск, Р. Крым, 296012, Россия, lerchik-89@yandex.ru

Рена Р. Тимиргалеева д.э.н., профессор, кафедра производственного менеджмента и экономики отраслей народного хозяйства, Кубанский государственный технологический университет, ул. Московская, 2, г. Краснодар, Краснодарский край, 350072, Россия, renatimir@gmail.com

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Valeriya V. Korotitskaya assistant, economics and management department, Institute of pedagogical education and management (branch), V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Railway st., 5, Armyansk, Crimea, 296012, Russia, lerchik-89@yandex.ru

Rena R. Timirgaleeva doctor of economical science, professor industrial management and Economics industries department, Kuban state technological University, Moskovskaya st. 2, Krasnodar, Krasnodar region, 350072, Russia, renatimir@gmail.com

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Валерия В. Коротицкая предложила методику проведения эксперимента, выполнила расчёты, несёт ответственность за плагиат
Рена Р. Тимиргалеева консультация в ходе исследования, корректировала рукопись до подачи в редакцию

CONTRIBUTION

Valeriya V. Korotitskaya proposed a scheme of the experiment, performed computations and is responsible for plagiarism
Rena R. Timirgaleeva consultation during the study, correct the manuscript before filing in editing

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

ПОСТУПИЛА 20.07.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 23.08.2016

RECEIVED 7.20.2016

ACCEPTED 8.23.2016

Оригинальная статья/Original article

УДК 657.45

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-290-295

Отдельные аспекты учета банковской гарантии у принципала и бенефициара

Лилия А. Зимакова, [1] zimakova@bsu.edu.ru
Диана В. Назаренко [1] diana987@yandex.ru

1 институт экономики, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, ул. Победы, 85, г. Бегород, 308015, Россия

Реферат. Для любого вида бизнеса свойственна такая категория как риски. Исследование данной категории проводились учетными с разных точек зрения, были выработаны определенные подходы к защите от рисков и предложены инструменты снижения финансовых рисков. Банковская гарантия сегодня является одним из наиболее востребованных инструментов дополнительной финансовой защиты. Активное ее использование коммерческими организациями порождает вопросы организации детализированного учета гарантий у принципала и бенефициара. Немного коснувшись исторического аспекта банковской гарантии, авторы представили обзор определений «банковской гарантии», характеризующих ее как банковскую услугу, обеспечивающую распределение ответственности между гарантом и принципалом на определенных условиях. Рассмотрев сущность, юридическую природу и особенности банковской гарантии были выработаны рекомендации по организации детализированного бухгалтерского учета на забалансовых счетах. В частности, обоснована необходимость выделения вида валюты как направления ведения аналитического учета, обеспечивающего правильность отражения стоимостного критерия. С целью осуществления контроля за своевременностью проведения расчетов рекомендовано выделять гарантии: совпадающие и несовпадающие с основным обязательством; краткосрочные и долгосрочные. С точки зрения характера гарантий были выделены платежные гарантии и гарантии исполнения обязательств. Данные рекомендации касаются бенефициара, а отсутствие бухгалтерских записей у принципала порождает необходимость составления дополнительных регистров и аналитических отчетов, формы которых были предложены авторами. Представленные рекомендации позволят получать прозрачную информацию о банковских гарантиях с целью полноценного ее раскрытия в финансовой отчетности.

Ключевые слова: банковская гарантия, детализированный учет гарантий, гарант, принципал, бенефициар, забалансовые счета

Certain aspects of the accounting of the bank guarantee at the principal and the beneficiary

Liliya A. Zimakova, [1] zimakova@bsu.edu.ru
Diana V. Nazarenko [1] diana987@yandex.ru

1 institute of economy, Belgorod national research university, Pobedy str. 85, Belgorod, 308015, Russia

Summary. For any kind of business such category as risks is peculiar. The research of this category was conducted by scientists from the different sides, certain approaches of protection against risks were developed and instruments of decrease in financial risks are offered. The bank guarantee is one of the most demanded instruments of additional financial protection today. Its active using of the commercial organizations courses questions of the organization of the detailed accounting of guarantees at the principal and the beneficiary. A little concerning the historical aspect of the bank guarantee, authors provided the overview of the determinations of "bank guarantee" characterizing it as the banking service providing distribution of responsibility between the guarantor and the principal under certain conditions. Having considered the essence of the legal nature and features of the bank guarantee recommendations about the organization of the disaggregated financial accounting on off-balance accounts were developed. In particular, need of allocation of a currency type as the directions of conducting the analytics providing correctness of reflection of cost criterion is proved. For the purpose of control of timeliness of carrying out calculations it is recommended to allocate guarantees: coincident and in coincident with primary obligation; short-term and long-term. From the point of view of nature of guarantees payment guarantees and guarantees of obligation fulfilment were allocated. These recommendations concern the beneficiary, and lack of accounting entries at a principal generates need of creation of additional registers and analytical reports which forms were offered by authors. The provided recommendations will allow obtaining transparent information on bank guarantees for the purpose of its full disclosure in the financial reporting.

Keywords: bank guarantee, detailed account guarantees, guarantor, principal, beneficiary, off-balance-sheet account

Введение

Особенности современного бизнеса предполагают наличие определенных рисков, а финансовая сфера имеет специфические риски, связанные с возможностью потери денежных средств. На протяжении многих десятилетий формировались и продолжают создаваться различные деловые схемы, формы и способы расчетов, направленные на снижение рисков неполучения или неполного получения денег. Можно выделить различные варианты дополнительной защиты финансовых интересов: гарантия, поручительство, страхование и другие [6].

Банки, являясь элементом кредитно-финансовой системы государства, выполняют роль посредников между поставщиками и потребителями финансового капитала, принимают участие в расчетах между контрагентами, поэтому они не только заинтересованы в сокращении финансовых рисков, но могут использовать банковские финансовые инструменты, позволяющие снижать риски коммерческих организаций. В частности, одним из банковских продуктов является гарантия, которая предлагается в качестве страховки финансового риска по сделкам [11].

Банковские гарантии все более активно используются коммерческими организациями, но при этом возникает ряд вопросов, связанных с бухгалтерским учетом, как у бенефициара, так и у принципала и раскрытием этой информации в отчетности. Для получения детализированной информации необходимо разобраться в их сущности и особенностях, определить направления организации детализированного учета и сгруппировать их по признакам.

Для цитирования

Зимакова Л.А., Назаренко Д.В. Отдельные аспекты учета банковской гарантии и принципала и бенефициара // Вестник ВГУИТ. 2016. № 3. С. 290–295. doi:10.20914/2310-1202-2016-3-290-295

For citation

Zimakova L.A., Nazarenko D.V. Certain Aspects of the Accounting of the Bank guarantee at the Principal and the Beneficiary. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 3. pp. 290–295. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-3-290-295

Изучение исторического аспекта банковских гарантии свидетельствует о том, что их появление и распространение произошло сравнительно недавно и связано с мировыми экономическими кризисами. В мировой торговле банковская гарантия используется около 50 лет, а в российском обороте – примерно 10 лет.

В СССР гарантия рассматривалась как разновидность договора поручительства, а банковская гарантия использовалась как способ обеспечения по внешнеторговым операциям. 1994 г. ознаменовался событием, имеющим принципиальное значение, как для банков, так и для хозяйствующих субъектов РФ: Гражданский кодекс ввел новый институт банковской гарантии, при разработке норм которого были использованы международные правила и обычаи. С этих пор банковская гарантия перестала рассматриваться как разновидность договора поручительства. Гарантийное обязательство стало носить независимый характер. Активное использование банковской гарантии наблюдается только с 2007–2008 гг.

Согласно п. 3 ст. 368 ГК РФ независимые гарантии могут выдаваться банками или иными кредитными организациями, а также другими коммерческими организациями [1]. В банковской гарантии в качестве гаранта выступает банк.

Рассмотрение банковской гарантии, с юридической и экономической точек зрения, позволяет сделать вывод о том, что большинство авторов рассматривают ее как многогранный финансовый, кредитный, страховой инструмент и как средство расчетов. Их особенностями являются: односторонний характер, безотзывность, срочность, платность. Гарантия формализуется гарантийным письмом.

В таблице 1 представлены некоторые определения банковской гарантии. Из представленных определений следует, что под банковской гарантией можно понимать самостоятельный инструмент кредитных отношений, основной целью которого является защита интересов хозяйствующих субъектов (главным образом бенефициара) через механизм распределения ответственности между гарантом и принципалом (гарант обязуется возместить бенефициару причиненные принципалом убытки в пределах суммы банковской гарантии). При этом банковская гарантия, в зависимости от конкретной ситуации, может являться разновидностью кредита или средства платежа [7]. Ее преимуществами являются: не высокая стоимость и не сложная процедура получения выплат.

Субъектами банковской гарантии являются принципал, бенефициар и гарант. Гарант – это лицо, которое выдает гарантию на выплату денежной суммы в случае представления бенефициаром письменного требования об оплате; принципал – должник; бенефициар – кредитор.

Исходя из сущности и юридического регулирования правоотношений, возникающих между участниками гарантийных отношений, гарантия – это услуга банка, оказанная принципалу, поэтому она признается у принципала в качестве расходов организации. Так как в данном случае никаких изменений в участниках обязательства не происходит, в отличие от договоров цессии и перевода долга, то гарантийные обязательства банка не находят отражение на счетах бухгалтерского учета у принципала. Складывается нестандартная ситуация: факт хозяйственной жизни – получение банковской гарантии и передача ее кредитору имеет место, но это не находит отражение даже на забалансовых счетах принципала.

В американской практике используется термин резервный аккредитив [12], но операции по открытию аккредитива должны отражаться на счетах бухгалтерского учета у организации–покупателя. Поэтому, использование данного термина в отечественной практике может привести к противоречиям в учетной практике.

Банковская гарантия – это услуга, получение которой сопряжено с подготовкой и предоставлением в банк определенного пакета документов и, как и любая услуга, она предоставляется на возмездной основе. Кроме этого принципал, в зависимости от требований банка-гаранта может нести дополнительные расходы, связанные с получением гарантии:

- расходы на страхование имущества, передаваемого в залог под обеспечение;
- расходы на хранение имущества, передаваемого в залог под обеспечение и другие.

При этом расходы, связанные с получением банковской гарантии будут отражаться на различных счетах бухгалтерского учета. Если речь ведется об обеспечении заявки при проведении торгов на оказание услуг, то данные расходы могут быть отражены:

— по дебету субсчета 91.2 «Прочие расходы», участие в торгах носит разовый характер;

— по дебету счета 26 «Общехозяйственные расходы», если участие в торгах сопряжено с осуществлением основного вида деятельности.

Следует учесть, что на момент проведения торгов еще нельзя определить будет ли заключен контракт, а в соответствии с ПБУ 10/99 признаются расходы в том отчетном периоде, в котором они имели место.

Когда имеют место расходы по получению гарантии обеспечения выполнения обязательств по контракту, то данные расходы могут быть соотнесены с конкретным объектом и должны быть включены в себестоимость выполняемого заказа и должны найти отражение на счете 20 «Основное производство».

Таблица 1.

Определение понятия «банковская гарантия» в различных источниках

Table 1.

The definition of «bank guarantee» in various sources

Источник/автор Source/author	Трактовка определения Interpretation of definition
Гражданский Кодекс РФ (ст. 368 ГК РФ) Civil Code of the Russian Federation (article 368)	один из способов обеспечения исполнения обязательств, при котором банк, иное кредитное учреждение или страховая организация (гарант) выдает по просьбе должника (принципала) письменное обязательство уплатить кредитору (бенефициару) денежную сумму при предоставлении им требования об её уплате [1]. / One of ways of ensuring performance of obligations at which bank, other credit institution or insurance company (guarantor) issues at the request of the debtor (principal) the written obligation to pay to the creditor (beneficiary) a sum of money when providing to them the requirement about her payment.
Налоговый Кодекс РФ (ст. 74.1 НК РФ) Tax Code of the Russian Federation (article 74.1)	банк (гарант) обязывается перед налоговыми органами исполнить в полном объеме обязанность налогоплательщика по уплате налога, если последний не уплатит в установленный срок причитающиеся суммы налога, и соответствующих пеней в соответствии с условиями даваемого гарантом обязательства уплатить денежную сумму по представленному налоговым органом в письменной форме или электронной форме по телекоммуникационным каналам связи требованию об уплате этой суммы [2]. / The bank (guarantor) undertakes to fulfill before tax authorities in full a duty of the taxpayer on payment of a tax if the last doesn't pay at the scheduled time the due amounts of a tax, and the corresponding penalty fee according to conditions of the obligation given by the guarantor to pay a sum of money according to the requirement about payment of this sum submitted by tax authority in writing or an electronic form on telecommunication channels.
МСФО (IAS) 39 IFRS (IAS) 39	договор, согласно которому эмитент обязан произвести определенные выплаты с целью возмещения держателю инструмента убытка, понесенного им в связи с тем, что определенный должник не в состоянии совершить платеж в установленный срок в соответствии с первоначальными или пересмотренными условиями долгового [4]. / The contract according to which the issuer is obliged to make certain payments for the purpose of compensation to a tool holder of the loss suffered by him because a certain debtor isn't able to make payment at the scheduled time according to the initial or reconsidered conditions of debt.
Борисов А.Б. Borisov A. B.	выдаваемое банком-гарантом поручительство за выполнение клиентом либо другим лицом денежных или иных обязательств. В случае невыполнения этих обязательств банк, выдавший гарантию, несет ответственность по долгам заемщика в пределах, оговоренных в гарантии. Банковская гарантия выдаётся под соответствующее обеспечение [5]. / The guarantee issued by bank guarantor for performance by the client or other person of monetary or other obligations. In case of failure to follow these obligations the bank which has given a guarantee bears liability for debts of the borrower in the limits stipulated in a guarantee. The bank guarantee is issued under the corresponding providing.
Райзберг Б.А., Лозовский Л.Ш., Стародубцева Е. Б Rayzberg B. A., Lozovsky L. Sh., Starodubtsev E. B.	поручительство банка-гаранта за выполнение денежных обязательств своего клиента; при неуплате клиентом в срок это сделает банк [8]. / The guarantee of bank guarantor for implementation of liabilities of the client; at failure to pay by the client in time bank will make it.

В случае использования гарантии обеспечения контракта на поставку ценностей, в рамках торговой деятельности, стоимость услуг банка и дополнительных расходов отражается на счете 44 «Расходы на продажу».

Банковская гарантия может быть выдана для обеспечения сделки по приобретению объекта основных средств, в таком случае расходы по ее приобретению относятся к фактическим расходам, связанным с вложением во внеоборотный актив (её наличие непосредственно влияет на совершение сделки). Схожие требования определены и при приобретении нематериальных активов (п. 8 ПБУ 14/2007), и при выполнении научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ (п. 9 ПБУ 17/02). Отсюда, расходы по оплате услуг банковской гарантии будут включены в стоимость актива и отражены по дебету счета 08 «Вложения во внеоборотные активы».

Если банковская гарантия была необходима для получения займа (кредита), то необходимо учитывать требования ПБУ 15/2008 «Учёт расходов по займам и кредитам». Расходы, непосредственно связанные с получением займов (кредитов), относятся к дополнительным расходам по займам. Они равномерно включаются в состав прочих расходов в течение всего срока займа (кредитного договора). В бухгалтерском учёте такие расходы также отражаются по дебету счёта 76 с использованием при этом отдельного аналитического счёта или субсчёта. Списание стоимости банковской гарантии производится равномерно (например, ежемесячно) в течение срока действия договора займа (кредитного договора) в дебет счёта 91.

Отсутствие бухгалтерских записей по факту получения банковской гарантии у принципала может создавать трудности при обосновании расходов, связанных с ее получением. Следовательно, организация – принципал должна вести регистры аналитического учета, отражающие основную информацию о приобретенных гарантиях. Форма регистра представлена в таблице 2.

Синтетический учет у бенефициара (коммерческой организации) полученных гарантий ведётся на забалансовом счёте 008 «Обеспечения обязательств и платежей полученные». В силу того, что организация может неоднократно в одном отчетном периоде пользоваться услугами гаранта, то необходимо вести детализированный учет.

Банковские гарантии достаточно активно используются в международных расчетах и как следствие они могут быть выданы в национальной валюте и иностранной валюте (доллары, евро и т. п.).

Гарантия, полученная в иностранной валюте, подлежит отражению в рублевом эквиваленте и соответственно ее учет должен вестись в соответствии с ПБУ 3/2006 «Учет активов и обязательств, стоимость которых выражена в иностранной валюте». То есть стоимость гарантии должны пересчитываться по курсу валюты на дату составления финансовой отчетности. Конечно, курсовые разницы, возникающие в связи с ее пересчетом, не будут находить отражение на счетах бухгалтерского учета, так как полученная гарантия учитывается на забалансовом счёте.

Отсюда необходимо выделить вид валюты, как направление организации бухгалтерского учета банковских гарантий.

Гарантия, как договор между банком и бенефициаром, с одной стороны, юридически не связана с договором между должником и кредитором, но, с другой стороны, нельзя отрицать, что это многосторонняя сделка, так как она является следствием или составной частью взаимоотношений принципала и бенефициара. С экономической точки зрения, она снижает риск не поступления денег, не выполнения обязательств, но отношения между банком и бенефициаром возникают только, если принципал не выполняет определенные обязательства.

Таблица 2.

Регистр учета приобретенных банковских гарантий

Table 2.

Register account the acquired bank guarantees

Наименование банка-гаранта Name of bank guarantor	Вид гарантии Guarantee type	Наименование бенефициара Name of the beneficiary	№ договора (с бенефициаром) Number of the contract (with the beneficiary)	Сумма по договору с бенефициаром, руб. The sum under the contract with the beneficiary, RUR	Сумма гарантиb, руб. Guarantee sum, RUR	Расходы на получение гарантии, руб. Expenses on receiving a guarantee, RUR	Дата исполнения договора Date of performance of the contract
Белгородский филиал 8592 ПАО Сбербанк Belgorod branch №8592 PJSC Sberbank of Russia	Обеспечение исполнения обязательств Ensuring performance of obligations	ООО «Квант» «Kvant» limited liability company	№ 15 от 25.04.2016 № 15 from 25.04.2016.	100000,00	80000,00	15000,00	31.12.2016

Следовательно, необходимо отслеживать факт выполнения или не выполнения обязательств, чтобы обращаться к гаранту. Поэтому, для целей осуществления максимально точного учета банковских гарантий и контроля за правильностью информации, раскрываемой в отчетности, бенефициару необходимо составлять внутренние управленческие отчеты, отражающие:

1. наименование банка, выдавшего гарантию, и основные реквизиты гарантии;
2. наименование контрагента, за которого выдана гарантия, и реквизиты договора с контрагентом (номер, дата, сумма);
3. наименование вида гарантии;
4. срок погашения обязательств по основному договору;
5. сумма в валюте;
6. курс валюты на дату пересчета;
7. рублевый эквивалент гарантии.

Исходя из принципа консерватизма, в финансовой отчетности должны находить отражение наиболее низкая из возможных стоимостей актива и доходов и наиболее высокая из стоимостей пассивов и расходов. То есть перед составлением отчетности должен проводиться глубокий и всесторонний анализ дебиторской и кредиторской задолженности, с точки зрения риска несвоевременного их погашения.

Гарантии, полученные в пользу исполнения договорных обязательств, являются, в определенном роде, страховкой, но сумма, обязательства по гарантии может не совпадать с суммой обязательств по основному договору. Перед составлением отчетности, в рамках инвентаризации расчетов, необходимо сопоставлять все гарантии с договорными обязательствами, в исполнение которых они получены. Следовательно, с данной точки зрения суммы, на которую выдается гарантия, целесообразно выделять совпадающие и несовпадающие с основным обязательством гарантии.

Гарантиями могут пользоваться как поставщики (экспортеры) продукции или услуг, в целях страхования рисков проведения своевременных расчетов, так и покупатели (импортеры),

использующие гарантию как страхование обеспечения своевременной поставки качественной продукции или оказания услуги.

Исходя из этого, рекомендуется выделять:

- платежные гарантии;
- гарантии исполнения обязательств.

Данное разделение важно проводить для правильного прогнозирования денежных потоков хозяйствующего субъекта. Платежная гарантия предполагает страхование получения денег (дебиторская задолженность превратиться в деньги). В случае не исполнения обязательств банк-гарант хотя и выплатит деньги бенефициару, но возможен срыв поставок продукции, товаров, невыполнение услуг, некачественное проведение работ, что может иметь серьезные последствия, которые отразятся на будущих результатах.

В соответствии с Законом 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» на первом этапе проведения электронного аукциона требуется предоставление обеспечения, которое осуществляется только путем внесения денежных средств. Но в случае выигрыша тендера госзаказчик, практически для всех государственных и муниципальных контрактов устанавливает требования об обеспечении исполнения контракты [3]. Банк может предоставить банковскую гарантию для обеспечения заявок или исполнения контракта, но при этом он должен соответствовать специальным требованиям статьи 45 Закона № 44-ФЗ.

Учитывая, что сегодня строительную отрасль можно отнести к достаточно рискованным, многие коммерческие организации, являющиеся заказчиками, самостоятельно проводят тендеры и очень часто, в целях сокращения рисков несвоевременного или некачественного выполнения работ, просят генподрядчика предоставить банковскую гарантию, который в свою очередь требует гарантию от субподрядчиков [9].

Заключаемые государственные контракты или договора на проведение строительных работ могут быть краткосрочными и долгосрочными, следовательно, в зависимости от длительности исполнения контракта, для организации учета, можно выделить банковские гарантии:

- долгосрочные (на период более года);
- краткосрочные (на период до 1 года).

Важно определить целевое назначение полученной гарантии (поручительства), так как именно цель определяет счета отнесения расходов, связанных с получением гарантии (поручительства). Следовательно, необходимо вести учет гарантии обособленно по сделкам:

- с материальными ценностями;
- по услугам;
- по работам;
- по займам;
- по кредитам.

Заключение

Сложность и специфика банковских гарантий требуют особого внимания со стороны бухгалтерских служб. Операции по приобретению (принципалом) и получению (бенефициаром) банковских гарантий должны отражаться в учетной системе исходя из: валюты гарантии (национальная, иностранная); вида гарантии (платежные и исполнения обязательств, совпадающие и несовпадающие с основным обязательством); срока (долгосрочная и краткосрочная); вида сделки принципала и бенефициара (поставка материалов и товаров, оказание услуг, проведение работ, заем, кредит). Рекомендуется составлять аналитические регистры банковских гарантий у принципала и управленческие отчеты у бенефициара. Представленные рекомендации позволят получать прозрачную информацию о банковских гарантиях с целью полноценного ее раскрытия в финансовой отчетности, вести контроль за затратами по приобретению гарантии и своевременностью исполнения сделок, обеспеченных банковской гарантией.

ЛИТЕРАТУРА

1 Гражданский Кодекс Российской Федерации (часть первая) от 30.11.1994 № 51-ФЗ (ред. от 03.07.2016 с изм. и доп., вступ. в силу с 01.08.2016). URL: http://legalacts.ru/kodeks/GK-RF-chast-1/ (дата обращения: 17.08.2016).

2 Налоговый Кодекс Российской Федерации (часть вторая) от 05.08.2000 № 117-ФЗ (ред. от 03.07.2016 с изм. и доп., вступ. в силу с 03.08.2016). URL: http://legalacts.ru/kodeks/NK-RF-chast-2/razdel-viii/glava-25/statja-246.2/ (дата обращения: 16.08.2016).

3 Федеральный закон от 05.04.2013 № 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» (ред. от 03.07.2016 с изм. и доп., вступ. в силу с 15.07.2016). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_144624/ (дата обращения: 17.08.2016).

4 Международный стандарт финансовой отчетности МСФО (IAS) 39: «Финансовые инструменты: признание и оценка» (ред. от 26.08.2015) URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_174232/ (дата обращения: 17.08.2016).

5 Борисов А.Б. Большой экономический словарь. М.: Книжный мир, 2009. 864 с.

6 Зимакова Л.А., Назаренко Д.В. Особенности учета операций по договору поручительства и банковской гарантии // Материалы IV международной научно-практической конференции «Актуальные направления развития бухгалтерского учета, налогообложения и статистики в инновационно-ориентированной экономике», Ростов н/д. 2015. С. 74–78

7 Палин Д.А. Банковская гарантия. Структурные недостатки продукта и пути их решения // Международные банковские операции. 2012. № 1. С. 14–21.

8 Райзберг Б.А., Лозовский Л.Ш., Стародубцева Е.Б. Современный экономический словарь. М.: ИНФРА-М, 2011. 495 с.

9 Серебренникова И.В., Зимакова Л.А. Методические рекомендации по организации учета затрат, возникающих на преддоговорной стадии строительной деятельности, в рамках интегрированной учетной системы // Международный бухгалтерский учет. 2014. № 19. С. 33–39.

10 Уварова Л.Ф. Применение банковских гарантий в российской и международной практике // Журнал правовых и экономических исследований. 2013. № 2. С. 125–130.

11 Dragoş I. Credits and bank guarantee letters in entrepreneurship development during crisis // Fostering Entrepreneurship in a Changing Business Environment. 2015. V. 17. № 38. P. 212–225

12 John F. D. The Domestic Standby Letter of Credit Desk Book for Business Professionals, Bankers and Lawyers // Wayne State University Law School Legal Studies Research Paper Series. Matthew Bender & Company, Inc. 2016. № 03. P. 22.

REFERENCES

1 Grazhdanskij Kodeks Rossijskoj Federacii (chast' pervaja) [The civil Code of the Russian Federation (part one) from 11.30.1994 No. 51-FZ (edition from 07.03.2016 with the changes and additions which have come into force with 08.01.2016)] Available at: http://legalacts.ru/kodeks/GK-RF-chast-1 / (accessed 17.08.2016). (in Russian)

2 Nalogovyj Kodeks Rossijskoj Federacii (chast' vtoraja) [The tax Code of the Russian Federation (part second). from 08.05.2000 No. 117-FZ (edition from 07.03.2016 with the changes and additions which have come into force with 08.03.2016)] Available at: http://legalacts.ru/kodeks/NK-RF-chast-2/razdel-viii/glava-25/statja-246.2/ (accessed 16.08.2016). (in Russian)

3 «O kontraktnoj sisteme v sfere zakupok tovarov, rabot, uslug dlja obespechenija gosudarstvennyh i municipal'nyh nuzhd» [The federal law from 04.05.2013 No. 44-FZ «About contract system in the sphere of purchases of goods, works, services for ensuring the state and municipal needs». (an edition from 07.03.2016 with the changes and additions which have come into force with 17.08.2016)]. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_144624 / (accessed 17.08.2016). (in Russian)

4 "Finansovye instrumenty: priznanie i otsenka" [International Financial Reporting Standard of IFRS (IAS) 39: "Financial instruments: recognition and an assessment" (an edition from 26.08.2015)]. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_174232 / (accessed 17.08.2016). (in Russian)

5 Borisov A.B. Bol'shoj jekonomicheskij slovar' [Big economic dictionary]. Moscow, knizhnyi mir, 2009, 864 p. (in Russian)

6 Zimakova L.A., Nazarenko D.V. Features of the accounting of transactions of the contract of guarantee and bank guarantee. Materialy IV mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii "Aktual'nye napravlenija razvitija buhgalterskogo ucheta, nalogooblozhenija i statistiki v innovacionno-orientirovannoj jekonomike", Rostov-na-Donu, 23 nojabrja 2015 [Materials IV of the international scientific and practical conference "The Actual Directions of Development of Accounting, the Taxation and Statistics in the Innovative Focused Economy", Rostov-on-Don, on November 23 2015] 2015, pp 74–78. (in Russian)

7 Palin D.A. Bank guarantee. Structural shortcomings of a product and way of their decision. Mezhdunarodnye bankovskie operatsii [International bank operations]. 2012, no. 1, pp. 14–21. (in Russian)

8 Raizberg B.A., Lozovskii L. Sh., Starodubtseva E.B. Sovremennyj jekonomicheskij slovar'. [Modern economic dictionary] Moscow, INFRA-M, 2011, 495 p. (in Russian)

9 Serebrennikova I.V., Zimakova L.A. Methodical recommendations about the organization of the accounting of the expenses arising at a precontractual stage of construction activity within the integrated registration system. Mezhdunarodnyj buhgalterskij uchet [International accounting] 2014, no. 19, pp. 33–39. (in Russian)

10 Uvarova L.F. Application of bank guarantees in the Russian and international practice. Zhurnal pravovyh i ekonomicheskih issledovanij [Magazine of legal and economic researches] 2013, no. 2, pp. 125–130. (in Russian).

11 Dragoş I. Credits and bank guarantee letters in entrepreneurship development during crisis. Fostering Entrepreneurship in a Changing Business Environment, 2015, vol. 17, no. 38, pp. 212–225

12 John F. D. The Domestic Standby Letter of Credit Desk Book for Business Professionals, Bankers and Lawyers. Wayne State University Law School Legal Studies Research Paper Series. Matthew Bender & Company, Inc,. 2016, no. 03, pp. 22.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Лилия А. Зимакова д. э. н., профессор кафедры бухгалтерского учета и аудита, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, ул. Садовая, 120В, г. Белгород, 308023, Россия, zimakova@bsu.edu.ru

Диана В. Назаренко аспирант, институт экономики, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, ул. Строительная, 3, пос. Борисовка, Борисовский р-н, Белгородская обл. 309340, Россия, diana987@yandex.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Liliya A. Zimakova doctor of economics, professor, ac-counting and auditing department, institute of economy, Belgorod national research university, Sadovaja str., 120V, Belgorod, 308023, Russia, zimakova@bsu.edu.ru

Diana V. Nazarenko graduate student, institute of economy, Belgorod national research university, Stroitel'naja str., 3, pos. Borisovka, Borisovskij r-n, Belgorodskaja obl. 309340, Russia, diana987@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

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

Диана В. Назаренко обзор литературных источников по исследуемой проблеме

CONTRIBUTION

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

Diana V. Nazarenko review of the literature on an investigated problem

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

ПОСТУПИЛА 07.07.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 23.08.2016

RECEIVED 7.7.2016

ACCEPTED 8.23.2016

Оригинальная статья/Original article

УДК 338.27

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-296-299

Инновационная деятельность наукоёмких предприятий как объект оценки и прогнозирования

Алексей Е. Скляров, [1] a.e.sklyarov@gmail.com
Александра Ю. Глебанова [1] glebanova2014@mail.ru

[1] кафедра прикладной экономики Института космических технологий Российского Университета Дружбы Народов, ул. Миклухо-Маклая, д.6, г. Москва, 117189, Россия

Реферат. Понятие инновационной деятельности, а также понятие инновации, зачастую идут неразделимо друг от друга, и подобно большому количеству других экономических понятий, имеют множество различных определений. Основные характеристики или признаки инновации заключаются в том, что это процесс создания нового или значительно усовершенствованного продукта - новшества, который обладает новизной потребительских свойств, а инновационная деятельность в свою очередь – деятельность, направленная на реализацию инноваций. В данной статье исследуются инновации в контексте наукоёмкого производства, на примере космической отрасли Российской Федерации. В данной отрасли выделяются 5 основных стадий жизненного цикла инновационного проекта: инициация, разработка, реализация, распространение, потребление. На практике, нередки случаи, когда четвертая или даже третья и четвертая из упомянутых стадий жизненного цикла отсутствуют, так как в этих стадиях нет необходимости. Работы, осуществляемые в рамках НИОКР, и даже последующего выпуска серийной продукции, основанного на предшествующих разработках, и являются инновационной деятельностью, так как эти работы и составляют жизненный цикл инновационного проекта. А в таком случае, представляется целесообразным сделать вывод, что основная деятельность наукоёмких предприятий, львиную долю которой, как правило, и составляют работы в рамках НИОКР, сама по себе является инновационной деятельностью. Инновационная деятельность наукоёмких предприятий в качестве объекта оценки и прогнозирования характеризуется высокой степенью неопределенности на всех стадиях развития, высокой зависимостью от уровня финансирования этой деятельности, а также крайне высокой степенью существующего риска и его постоянно изменяющейся структурой, а также требует разработки особого методического инструментария оценки и прогнозирования инновационной деятельности для каждой отрасли.

Ключевые слова: инновация, оценка, прогнозирование, объект, наукоёмкий, производство

Innovative activity of high-technology companies as assessment and forecasting object

Aleksey E. Sklyarov, [1] a.e.sklyarov@gmail.com
Aleksandra Yu. Glebanova [1] glebanova2014@mail.ru

[1] applied economics department , Institute of space technology, Russian university of friendship of peoples, Mikluho-Maklaya str., 6, Moscow, Russia

Summary.Innovation activities, as well as innovations, are closely related meanings, and like many others economical definitions, have a broad range of meanings. Main characteristics and attributes of innovation involves new or significantly improved product, that's being used, or in other words, found its application, and innovative activities – activities focused on realization of innovations. In this article, innovations are mainly considered in terms of high-technology production, evidence from Russian space industry. There are 5 basic stages of lifecycle of innovative project in considered industry: initiation, development, realization, expansion, consumption. Practically, third or fourth, or even both of these stages, often missing because there is no need of them. R&D activities, or even further serial production, based on previous developments, is an innovation activity, because these activities are stages of innovative projects lifecycle itself. Then it seems legit, to draw a conclusion, that in terms of high-technology production, company's primary activity equals innovative activity. Basic characteristics of innovative activity of high-technology companies as assessment and forecasting object involves high level of uncertainty at every stage of projects lifecycle, high dependency on funding level of this activity, and high level and erratic structure of risk. All the above mentioned, means that assessment and forecasting of innovative activity of high-technology companies, needs development of its own methodological tools for each industry.

Keywords: innovation, assessment, forecasting, object, high-technology, production

Введение

Говоря о прогнозировании инновационной деятельности предприятия, необходимо отметить, что основополагающей характеристикой инновационных процессов является их непредсказуемость. Предугадать и предусмотреть, где возможно появление инновационной «вспышки» в крайне турбулентной среде инновационной деятельности крайне непросто. Однако, инновационную деятельность необходимо прогнозировать для формирования планов и программ развития организации. В процессе планирования и прогнозирования рассматриваемого процесса необходимо учитывать его особенности, и понимать, что многие из методов прогнозирования различных видов деятельности предприятий, в особенности таких видов, которые могут быть бесспорно охарактеризованы в количественных характеристиках, с крайне высокой долей вероятности могут оказаться просто-напросто бесполезными в попытках построения прогноза деятельности инновационной, и, тем более, при прогнозировании появления самих инноваций.

1.1 Определение инновационной деятельности

Понятие инновационной деятельности, а также понятие инновации, зачастую идут неразделимо друг от друга, и подобно большому количеству других экономических понятий,

Для цитирования
Скляров А. Е., Глебанова А. Ю. Инновационная деятельность наукоёмких предприятий как объект оценки и прогнозирования // Вестник ВГУИТ.2016. № 3. С. 296–299. doi:10.20914/2310-1202-2016-3-296-299

For citation
Sklyarov A. E., Glebanova A. Yu. Innovative activity of high-technology companies as assessment and forecasting object. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 3.pp. 296–299. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-3-296-299

имеют множество различных определений. Однако, суть подавляющего большинства существующих определений, на наш взгляд, достаточно полно приведена в Федеральном законе «О внесении изменений в Федеральный закон “О науке и государственной научно-технической политике”» № 254-ФЗ от 21 июля 2011 года:

- Инновации – введённый в употребление новый или значительно улучшенный продукт (товар, услуга) или процесс, новый метод продаж или новый организационный метод в деловой практике, организации рабочих мест или во внешних связях.
- Инновационная деятельность – деятельность (включая научную, технологическую, организационную, финансовую и коммерческую деятельность), направленная на реализацию инновационных проектов, а также на создание инновационной инфраструктуры и обеспечение её деятельности.

Основные характеристики или признаки инновации заключаются в том, что это процесс создания нового или значительно усовершенствованного продукта – новшества, который обладает новизной потребительских свойств, а инновационная деятельность в свою очередь – деятельность, направленная на реализацию инноваций.

Так как в дальнейшем в данной статье речь пойдёт в первую очередь в контексте наукоёмкого производства, реализующего инновационные проекты, представляется целесообразным привести ещё одно определение из вышеупомянутого Федерального Закона:

- Инновационный проект – комплекс направленных на достижение экономического эффекта мероприятий по осуществлению инноваций, в том числе по коммерциализации научных и (или) научно-технических результатов.

Иными словами, инновация – помимо вышеупомянутых характеристик, должна обладать экономическим эффектом для предприятия её создавшего.

1.2 Инновации в наукоёмком производстве

Рассмотрим инновационную деятельность как объект оценки и прогнозирования в контексте наукоёмких предприятий, в частности наукоёмкого производства. В качестве более конкретного примера, выберем одну из традиционно наиболее инновационных отраслей – космическую отрасль РФ.

1.2.1 Особенности жизненного цикла инновационного проекта

Для того, чтобы оценивать, и тем более прогнозировать, инновационную деятельность, представляется необходимым рассмотреть стадии жизненного цикла инновационного проекта. Принято выделять 5 основных стадий жизненного цикла инновационного проекта.

1. Инициация – Идея: инициация проекта при возникновении и отборе идеи, научно-исследовательская работа – НИР, макет, концепция новшества.
2. Разработка – Модель: разработка новшества (ОКР, разработка технологии, метода), документальное оформление новшества, создание опытных образцов и проведение испытаний, правовая защита новых решений.
3. Реализация – Производство: реализация идеи и создание (производство установочной серии) новшества.
4. Распространение – Продвижение: диффузия, распространение и распределение новшества – маркетинговая логистика новшества (массовое серийное производство).
5. Потребление – Завершение: потребление новшества, развитие продукта и технологии, завершение проекта.

Однако стоит отметить, что далеко не всегда жизненный цикл инновационного проекта или продукта будет включать в себя все 5 вышеприведённых стадий. Жизненный цикл инновационного проекта во многом зависит от назначения и целей оного.

Так, например, в космической отрасли нередки случаи, когда четвертая, или даже третья и четвертая из упомянутых стадий жизненного цикла отсутствуют. Также, первая стадия может иметь сокращённый вид, когда НИР не проводится, а проект сразу начинается со второй стадии, то есть с ОКР.

Данный факт может быть объяснён несколькими причинами. Самая очевидная и простая – отсутствие потребности в дальнейшем серийном или даже мелкосерийном производстве продукта. Например, один изготовленный в рамках ОКР спутник, покрывает все существующие потребности, с целью удовлетворения которых он был изготовлен. Или, например, в рамках ОКР, может изготавливаться, скажем, 2 или 3 опытных образца, которые полностью выполняют поставленную задачу.

Другим примером естественного сокращения жизненного цикла проекта, могут служить те случаи, когда в ходе испытаний опытного образца выявляются такие факторы, которые делают последующую доработку изготовленного опытного образца попросту нецелесообразной. Примером таких факторов могут служить случаи, когда в ходе испытаний выявляются не столько недостатки образца, сколько новые потребности, не учтённые ранее.

1.2.2 Основные характеристики инновационной деятельности наукоёмких предприятий

Из вышесказанного следует, что работы, осуществляемые в рамках НИОКР и даже последующего выпуска серийной продукции, основанной на предшествующих разработках, и являются

инновационной деятельностью, так как эти работы и составляют жизненный цикл инновационного проекта. А в таком случае, представляется целесообразным сделать вывод, что основная деятельность наукоёмких предприятий, львиную долю которой, как правило, и составляют работы в рамках НИОКР, сама по себе является инновационной деятельностью.

В таком случае, говоря об оценке и прогнозировании инновационной деятельности наукоёмких предприятий, структура основной деятельности которых, как в количественном, так и в денежном выражении, на большую часть состоит из работ, выполняемых в рамках НИОКР, можно сделать вывод, что оценка и прогнозирование их основной деятельности и будет являться оценкой и прогнозированием инновационной деятельности.

Как известно, широко применяемые в мировой практике методы прогнозирования можно разделить на две основополагающие группы – интуитивные методы прогнозирования и формализованные методы прогнозирования.

Интуитивные методы основываются на представлениях, суждениях и оценках экспертов в отношении объекта прогнозирования. Таким образом, можно сказать, что интуитивные методы – это методы «опытного» характера, так как именно опыт задействованных в процессе прогнозирования экспертов и играет ключевую роль при построении прогноза.

Смысл же формализованных методов прогнозирования заключаются, в основном, в построении различных моделей, описывающих последующее развитие объекта прогнозирования, математическому описанию и объяснению его предполагаемого поведения. Априори, такие методы должны быть гораздо более точными относительно интуитивных методов прогнозирования, однако в «высокотурбулетных» средах, таких как в том числе и инновационная среда, формализованные методы и их математические модели, зачастую могут оказаться не только не вполне точны, но и предлагать результат развития, который даже близко не окажется с реальным развитием объекта прогнозирования. Это объясняется тем фактом, что появление инноваций далеко не всегда соответствует существующим закономерностям. Более того, инновации, зачастую, сами изменяют существующие закономерности, создают новые.

На наш взгляд, основными чертами, характеризующими инновационную деятельность наукоёмких предприятий, которые следует рассматривать в качестве объекта оценки и прогнозирования являются:

- Высокая степень непредсказуемости процесса разработки. Она заключается в том, что инновация как таковая, может возникнуть практически на любой стадии технологического процесса. Если представить процесс в качестве сетевого графика, то практически на любом отрезке, подобно вспышке, может произойти событие, которое радикально повлияет на последующие стадии разработки продукта. Однако в той же мере могут возникать и негативные последствия, например, когда на стадии изготовления опытного образца, выявляются проблемы, которые было невозможно предусмотреть на стадии разработки документации, что в свою очередь ведёт к переработке документации, и затягиванию всего процесса относительного первоначальных сроков.
- Высокая зависимость проекта от его финансирования. Как бы это ни было очевидно, но зависимость инновационной деятельности от уровня финансирования, стоит выделить отдельным пунктом. Ведь учитывая возможные проблемы в процессе разработки, зачастую возникает вопрос, о необходимости дополнительных финансовых средств для решения возникающих проблем, а учитывая тот факт, что финансирование проектов во многих отраслях, и в космической в частности, идёт из государственных источников, зачастую необходимость дополнительных финансовых средств становится серьёзной проблемой для руководства компании, реализующей инновационный проект.
- Высокая степень риска в проекте в целом. Инновационный процесс, подобно любому процессу происходящему в неизведанной области, характеризуется крайне высокой степенью неопределённости и большим разнообразием существующих рисков. От технологических рисков до рисков ведения договорной деятельности в рамках проекта, все риски требуют оценки и постоянного мониторинга в ходе реализации проекта, так как на разных стадиях проекта структура существующих рисков постоянно изменяется. При этом в зависимости от отрасли, в которой реализуется проект, от направления данного проекта риски будут различаться, что говорит о необходимости различного инструментария оценки и прогнозирования для различных групп проектов.

Учитывая вышеперечисленные факты, на наш взгляд, основополагающим методологическим инструментарием при прогнозировании инновационной деятельности должен являться такой инструментарий, который будет основан на интуитивных методах прогнозирования, так как такие методы являются более гибкими, а также больше подходят к «турбулентным» условиям инновационной среды. Безусловно, от формализованных методов отказываться полностью не стоит, однако, на наш взгляд, их нужно применять только совместно с интуитивными и чётко разграничивать те процессы, в которых они принесут наибольшую пользу.

Заключение

Существующие, общепринятые определения инноваций и инновационной деятельности позволяют сделать вывод, что инновационной деятельностью наукоёмких предприятий, по сути, является основная деятельность таких предприятий. Как правило, подавляющее большинство работ таких предприятий и составляют жизненный цикл инновационного проекта.

Рассматривая инновационную деятельность наукоёмких предприятий в качестве объекта оценки и прогнозирования, необходимо иметь ввиду, что данный объект характеризуется высокой степенью неопределённости на всех стадиях развития, высокой зависимостью от уровня финансирования этой деятельности, а также крайне высокой степенью существующего риска и его постоянно изменяющейся структурой.

При этом, важно учитывать, в какой отрасли и в каком направлении реализуется инновационный проект, так как в зависимости от этого риски и проблемы на пути его реализации будут различаться, а это, в свою очередь, требует разработки особого методического инструментария оценки и прогнозирования инновационной деятельности для каждой отрасли.

ЛИТЕРАТУРА

1 Вертаков Ю.В., Козьев И.А. Прогнозирование и планирование в условиях рынка // Международный журнал экспериментального образования. 2010. № 1. С. 58–59.

2 Батьковский А.М. Прогнозирование и моделирование инновационного развития экономических систем. М.: онтоПринт, 2011.

3 Батьковский А.М., Семенова Е.Г., Фомина А.В. Прогнозирование и оценка инновационного развития экономических систем // Вопросы радиоэлектроники, серия Общетехническая (ОТ). 2015. №. 1. С. 280–303

4 Чурсин А.А., Глебанова А.Ю. Организационно-штатная структура наукоёмких организаций: эффективное управление инновациями на пространстве СНГ // В сборнике: Научные открытия в эпоху глобализации Сборник статей Международной научно-практической конференции. Уфа, 2016. С. 171–178.

5 Глебанова А.Ю., Каширин А.В. Инновации как материальная основа современного делового цикла // Вестник Университета (Государственный университет управления). 2013 №.3. С. 170–176

6 Robinson D.K.R. et al. Forecasting Innovation Pathways (FIP) for new and emerging science and technologies // Technological Forecasting and Social Change. 2013. V. 80. №. 2. P. 267–285.

7 Diab S., Kanyaru J., Zantout H. Disruptive Innovation: A Dedicated Forecasting Framework // Agent and Multi-Agent Systems: Technologies and Applications. 2015. P. 227–237.

REFERENCES

1 Vertakov Yu. V., Koz'ev I.A. Forecasting and planning in the market conditions. *Mezhdunarodnyi zhurnal eksperimental'nogo obrazovaniya* [International Experimental Education Journal] 2010, no. 1, pp. 58–59. (in Russian)

2 Bat'kovskii A.M. Prognozirovanie i modelirovanie innovatsionnigi razvitiya ekonomicheskikh sistem [Forecasting and modeling of innovation development of economic systems] Moscow, ontoPrint, 2011. (in Russian)

3 Bat'kovskii A.M., Semenova E.G., Fomina A.V. Forecasting and assessment of innovation development of economic systems. *Voprosy radoielektroniki* [Radioelectronics Issues] 2015, no. 1, pp. 280–303. (in Russian)

4 Chursin A.A., Glebanova A. Yu. Organizational framework of high-technology companies: effective innovations management in CIS. Nauchnye otkrytiya v epokhu globalizatsii [In the collection: Scientific discoveriesin the era of globalization, Ufa] 2016, pp. 171–178, (in Russian)

5 Glebanova A. Yu., Kashirin A.V. Innovations as a material basis of modern business cycle. *Vestnik Universiteta (Gosudarstvennyi universitet upravleniya)* [University Journal (State University of Management)] 2013, no. 3, pp. 170–176 (in Russian).

6 Robinson D.K.R. et al. Forecasting Innovation Pathways (FIP) for new and emerging science and technologies. Technological Forecasting and Social Change, 2013, vol. 80, no. 2, pp. 267–285.

7 Diab S., Kanyaru J., Zantout H. Disruptive Innovation: A Dedicated Forecasting Framework. Agent and Multi-Agent Systems: Technologies and Applications, 2015, pp. 227–237.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Александра Ю. Глебанова к. э. н., доцент, кафедра прикладной экономики института космических технологий Российского университета дружбы народов, ул. Миклухо-Маклая, д.6, г. Москва, 117189, Россия, glebanova2014@mail.ru

Алексей Е. Скляров аспирант, кафедра прикладной экономики Института космических технологий Российского университета дружбы народов, ул. Миклухо-Маклая, 6, г. Москва, 117189, Россия, a.e.sklyarov@gmail.com

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Aleksandra Yu. Glebanova candidate of economic science, applied economics department, space technology institute of people's friendship university of Russia, Mikluho-Maklaya st., 6, Moscow, Russia, glebanova2014@mail.ru

Aleksey E. Sklyarov graduate student, applied economics department, space technology institute of people's friendship university of Russia, Mikluho-Maklaya st., 6, Moscow, Russia, a.e.sklyarov@gmail.com

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Александра Ю. Глебанова предложила методику проведения исследования, консультация в ходе исследования

Алексей Е. Скляров обзор литературных источников по исследуемой проблеме, написал рукопись и несёт ответственность за плагиат

CONTRIBUTION

Aleksandra Yu. Glebanova proposed a scheme of the study, consultation during the study

Aleksey E. Sklyarov review of the literature on an investigated problem, wrote the manuscript and is responsible for plagiarism.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

ПОСТУПИЛА 09.07.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 28.08.2016

RECEIVED 7.9.2016

ACCEPTED 8.28.2016

Оригинальная статья/Original article

УДК 657.62

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-300-304

Коэффициенты соблюдения условий кредитных обязательств компании по отчетности МСФО как фактор финансовой стабильности

Ольга В. Уварова [1] olyauva92@gmail.com
Светлана А. Шахватова [1] ssha76@mail.ru

[1] кафедра экономики и финансов, Липецк, Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ, Липецкий филиал

Реферат. Для целей эффективного управления хозяйственной деятельностью предприятий недостаточно собственной учетной информации. Для объективной оценки финансово-экономического положения предприятия следует от отдельных учетных данных переходить к определенным ценностным соотношениям основных факторов – финансовым показателям или финансовым коэффициентам. Расчет и интерпретация их значений неотъемлемая и принципиально необходимая часть финансового анализа, особенно это важно, если компания имеет кредитные обязательства. Условия кредитных соглашений часто включают в себя помимо своевременного погашения процентов и тела кредита выполнение кредитных ковенантов, которые представляют собой ограничения на деятельность и финансовое положение компании и обеспечивают займодавцам определенный уровень безопасности от банкротства должника. В статье рассмотрены понятия ковенантов и финансовых ковенантов; перечислены основные финансовые ковенанты, содержащиеся в кредитных соглашениях между крупными банками и заемщиками; приведены данные о составе кредитного портфеля и финансовом долге ПАО «НЛМК» по состоянию на 30 июня 2016 года; рассмотрены основные финансовые ковенанты, содержащиеся в кредитных соглашениях компаний Группы НЛМК; приведены определения и формулы расчета финансовых показателей на базе отчетности МСФО; выполнен расчет ковенантов на примере консолидированной финансовой отчетности ПАО «НЛМК» по МСФО; рассмотрены тонкости расчета финансовых показателей; освещены основные отличия расчета финансовых показателей на базе отчетностей, подготовленных по разным принципам финансовой отчетности; сделан вывод об устойчивости и финансовом состоянии ПАО «НЛМК» по результатам, полученным в ходе расчета финансовых ковенантов на конец первого полугодия 2016 года.

Ключевые слова: банк, ковенанты, финансовые ковенанты, финансовая отчетность, МСФО, GAAP, дефолт

Rates of credit obligations compliance on IFRS financial statement as a factor of financial stability

Olga V. Uvarova [1] olyauva92@gmail.com
Svetlana A. Shakhvatova [1] ssha76@mail.ru

[1] economic and finance department, Lipetsk, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Lipetsk branch

Summary. For the purposes of effective management of economic activity of the entities of insufficiently own accounting information. For objective assessment of a financial and economic provision of the entity it is necessary to pass from separate accounting data to certain valuable ratios of major factors – to financial performance or financial ratios. Calculation and interpretation of their values the integral and essentially necessary part of a financial analysis, especially it is important if the company has credit liabilities. Conditions of credit agreements often include accomplishment of credit covenants which represent restrictions for activities and a financial position of the company in addition to timely settlement of percent and a body of the credit and provide to lessors a certain level of safety from bankruptcy of the debtor. The article considers the covenants and financial covenants definitions; the main financial covenants containing in credit agreements between large banks and borrowers; data on structure of a credit portfolio and financial debt of NLMK as at June 30, 2016; the main financial covenants containing in credit agreements of the companies of NLMK Group; definitions and formulas of calculation of financial rates based on the IFRS financial statement; calculation of covenants on the example of IFRS consolidated financial statements of NLMK; subtleties of calculation of financial rates; the main differences of financial rates calculation based on the financial statements prepared on the different principles; conclusion about stability and a financial condition of NLMK by the results received during calculation financial covenants as at end of the first half of the year 2016.

Keywords: bank, covenants, financial covenants, financial statement, IFRS, GAAP, default

Введение

В настоящее время кредитные договоры, в особенности договоры банков с иностранным участием, изобилуют различными ковенантами: финансовыми, нефинансовыми, информационными, поведенческими и др. Ковенанты являются инструментами контроля банка за платежеспособностью клиентов – крупных юридических лиц. Они представляют собой обязательства заемщиков перед кредиторами выполнять (или не выполнять) определенные условия на протяжении действия кредитного-договора. При нарушении ковенантов кредитор вправе потребовать от заемщика досрочного возврата полной суммы основного долга и причитающихся процентов, т. е. объявить дефолт.

1.1 Финансовые ковенанты

Финансовые ковенанты представляют собой требования к заемщику о соблюдении неких экономических показателей его деятельности на определенном уровне. Основные финансовые ковенанты в кредитных соглашениях с крупными юридическими лицами – это:

- Чистая задолженность/EBITDA.
- Чистая задолженность/Стоимость чистых материальных активов.
- Выручка/Долг.
- Собственные средства/Долг.
- Неотрицательные чистые активы и др.

Для цитирования

Уварова О. В., Шахватова С.А., Коэффициенты соблюдения условий кредитных обязательств компании по отчетности МСФО как фактор финансовой стабильности // Вестник ВГУИТ. 2016. № 3. С. 300–304. doi:10.20914/2310-1202-2016-3-300-304

For citation

Uvarova O. V., Shahvatova S.A., Rates of credit obligations compliance on IFRS financial statement as a factor of financial stability. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 3. pp. 300–304. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-3-300-304

Составляющие части данных ковенантов либо прямо указаны в финансовой отчетности компании-заемщика (выручка, чистые активы), либо рассчитываются на ее основе (EBITDA) [1].

1.2 Кредитный портфель и финансовые ковенанты на примере ПАО «НЛМК»

В качестве примера рассмотрим один из крупнейших металлургических холдингов – Группу компаний НЛМК. Она имеет сложную структуру и состоит из материнской компании – ПАО «Новолипецкий металлургический комбинат» (НЛМК) и многочисленных дочерних компаний в России и за рубежом. По состоянию на 30.06.2016 НЛМК имеет 2 экспортных кредита в европейских банках, 2 кредитных линии в российских банках и 8 выпусков облигаций и еврооблигаций. Дочерние компании Группы имеют в сумме 8 кредитов и кредитных линий в крупных западных банках. Кредиторами Группы НЛМК являются такие крупные банки и синдикаты банков, как Société Générale (Франция), Deutsche Bank (Германия), ING Bank (Германия), Bank of America (США), Сбербанк (Россия), Альфа-Банк (Россия) и другие. Совокупный финансовый долг Группы на конец 2 кв. составил $2 797 млн. (+5% кв/кв), из которых 22% – краткосрочные обязательства, представленные рублевыми облигациями и возобновляемыми кредитными линиями на финансирование оборотного капитала [2].

Согласно условиям кредитных соглашений НЛМК и его дочерних компаний, основные финансовые ковенанты по Группе – это отношение «Чистая задолженность/EBITDA» на уровне не выше 3,5 и отношение «Чистая задолженность/Стоимость чистых материальных активов» на уровне не выше 1,5. Для контроля данных соотношений кредитное подразделение НЛМК на ежеквартальной основе делает расчет финансовых ковенантов, после чего предоставляет его кредиторам. Расчет осуществляется на основании консолидированной финансовой отчетности Группы по МСФО (Международным стандартам финансовой отчетности) на последнюю отчетную дату.

1.3 EBITDA: понятие и расчет

Первым финансовым показателем, участвующим в расчете, является EBITDA (Earnings before interest, taxes, depreciation and amortization) – прибыль до уплаты процентов, налогов и начисленной амортизации. Другими словами, он показывает уровень доходности от основной деятельности компании. По словам доктора экономических наук Л. Я. Аврашкова, «именно включение в состав основных оценочных критериев показателя EBITDA является базовой новеллой МСФО в сравнении с РСБУ» [3]. Это очень важный аналитических показатель, который используют и банки, и финансовые аналитики, и сами компании для оценки результатов своей производственно-хозяйственной деятельности. Его популярность обусловлена тем, что выплаты, которые он учитывает, «либо отложены во времени (например, налоги), <…> либо (как с амортизацией) эти деньги вообще не уходят из компании, что также позволяет использовать их в дальнейшем» [3].

В связи с широким использованием данного показателя для различного рода анализа он в обязательном порядке публикуется в отчетах для инвесторов, финансовых релизах и определяется в соответствии с зарубежными стандартами [4]. Изучая публичную отчетность, субъекты рыночных отношений преследуют различные цели: деловых партнеров интересует информация о возможности организации своевременно погашать долги, инвесторов – перспективы организации, финансовая устойчивость; акционеров – цена акции, тенденции выплат дивидендов [5].

В соответствии с условиями кредитных соглашений Группы НЛМК, формула расчета показателя EBITDA выглядит следующим образом:

EBITDA =
+ Чистая прибыль за период
– Чистые финансовые расходы, которые, в свою очередь, вычисляются как разница между финансовыми доходами и финансовыми расходами
– Прибыль/убыток от курсовых разниц
– Расходы по налогу на прибыль
– Прибыль/убыток от выбытия основных средств
– Убытки от снижения стоимости и списания активов
– Амортизация
– Прибыль/убытки от инвестиций
– Прибыль/убыток от избавления от дочерних компаний
– Прибыль/убытки от прекращенных операций
– Доля в чистых убытках ассоциированных компаний и прочих компаний, учитываемых по методу долевого участия
– Чрезвычайные расходы.

В таблице 1 приведены данные для расчёта финансового показателя EBITDA.

Стоит отметить, что названия статей в финансовых отчетностях, составленных по различным принципам бухгалтерского учета, могут отличаться. Приведенные в таблицах 1–3 названия статей соответствуют консолидированной финансовой отчетности Группы НЛМК, составленной по МСФО.

Таблица 1.

Расчёт финансового показателя EBITDA, млн. долл. США

Table 1.

Calculation of the financial rate EBITDA, mln USD

EBITDA	Соответствующий период Relevant Period	1 пг 2016 1H2016	12 мес 205 12M2015	1 пг 2015 1H2015
Чистая прибыль за период Profit for the period	728,8	242,9	968,2	482,3
Чистые финансовые расходы Net finance costs	–61,2	–42,1	–43,4	–24,3
Финансовые расходы Finance costs	*–110,7*	*–64,1*	*–95,3*	*–48,7*
Фиансовые доходы Finance income	*49,5*	*22,0*	*51,9*	*24,4*
Прибыль (убыток) от курсовых разниц Foreign currency exchange gain (loss), net	165,5	–93,7	109,5	–149,7
Расходы по налогу на прибыль Income tax expense	–286,2	–92,2	–352,9	–158,9
Прибыль (убыток) от выбытия основных средств Gain (loss) on disposal of fixed assets	–0,2	7,8	–7,6	0,4
Убытки от снижения стоимости и списания активов Impairment losses and write-off of assets	–90,9	–6,0	–85,5	–0,6
Амортизация D&A	–475,6	–215,2	–560,0	–299,6
Прибыль (убытки) от инвестиций Gains (losses) on investment	27,4	–0,1	80,3	52,8
Прибыль (убыток) от избавления от дочерних компаний Gain (loss) from disposal of subsidiaries	0,0	0,0	0,0	0,0
Прибыль (убытки) от прекращенных операций Gains (losses) from discontinued operations	0,0	0,0	0,0	0,0
Доля в чистых убытках ассоциированных компаний и прочих компаний, учитываемых по методу долевого участия Share in net earnings (losses) of associates and other companies accounted for using the equity method	–100,0	–37,5	–103,0	–40,5
Чрезвычайные расходы Extraordinary and exceptional items	0,0	0,0	0,0	0,0
EBITDA	1 550,0	721,9	1 930,8	1 102,7

При вычислении показателя EBITDA следует учитывать, что расчет всех его составляющих осуществляется за год, окончившийся в соответствующую отчетную дату. Т. е. для расчета показателя на 30.06.2016 потребуется 3 финансовых отчетности: на 30 июня 2016 года, на 31 декабря 2015 года и на 30.06.2015. Таким образом, для вычисления EBITDA на указанную выше дату в отношении каждого его составляющего необходимо воспользоваться формулой: *[значение из отчетности на 31 декабря 2015 года] – [значение из отчетности на 30.06.2015] + [значение из отчетности на 30.06.2016]*.

Например, для того чтобы вычислить прибыль за 12 месяцев, окончившихся 30 июня 2016 года, необходимо из соответствующего значения на 31 декабря 2015 года (968,2) вычесть соответствующее значение на 30 июня 2015 года (482,3), а затем прибавить соответствующее значение на 30.06.2016 (242,9). В результате получим $728,8 млн. – прибыль за 12 месяцев, окончившихся 30.06.2016.

Необходимость таких вычислений обусловлена тем, что значения всех составляющих показателя EBITDA (прибыль за период, чистые финансовые расходы…, чрезвычайные расходы) не являются накопительными, а указаны за период с начала соответствующего отчетного года по отчетную дату. Довольно логично, что прибыль, расходы или доходы указываются в отчетности за определенный период времени, ведь в противном случае они не имели бы никакой ценности для анализа производственно-хозяйственной деятельности предприятия.

Расчет оставшихся финансовых показателей (Чистая задолженность и Стоимость чистых материальных активов) легче за счет того, что все составляющие прямо содержатся в консолидированной финансовой отчетности, т. е. для вычисления необходимы данные не за последние 12 месяцев, а на отчетную дату. Другими словами, значения таких показателей как долгосрочные и краткосрочные займы, выданные финансовые гарантии, гудвилл и др. являются накопительными, и рассматривать их в привязке к какому-либо периоду времени не имеет смысла.

1.4 Чистая задолженность: понятие и расчет

Чистая задолженность представляет собой сумму заемных обязательств компании, скорректированных на величину денежных средств и их эквивалентов. Данный показатель рассчитывается по следующей формуле:

Чистая задолженность =
+ Долгосрочные займы
+ Краткосрочные займы
+ Производные обязательства
+ Выданные финансовые гарантии
– Деньги и денежные эквиваленты
– Краткосрочные финансовые инвестиции.

Данные для расчёта чистой задолженности представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Расчет финансового показателя «Чистая задолженность», млн. долл. США

Table 2.

Calculation of the financial rate “Net Indebtedness”, mln USD

Чистая задолженность Net Indebtedness	at 30.06.16
Долгосрочные займы LT borrowings	2 189,5
Краткосрочные займы ST borrowings	607,9
Производные обязательства Derivative obligations (exchange rate)	0,0
Выданные финансовые гарантии Financial guarantees issued	281,0
Денежные средства и их эквиваленты Cash and cash equivalent	327,1
Краткосрочные финансовые инвестиции ST financial investments	1 309,1
Чистая задолженность Net Indebtedness	1 442,2

Помимо названия может различаться и состав статей финансовой отчетности в зависимости от того, по каким принципам она составлена. Например, в финансовой отчетности, составленной по US GAAP (Generally Accepted Accounting Principles – общепризнанные стандарты бухгалтерского учета и отчетности, применяемые в США и некоторых западных странах) отдельно выделяется долгосрочный и краткосрочный лизинг. Соответственно, и формула расчета чистой задолженности немного изменится. В свою очередь, в отчетности по МСФО лизинг входит в состав долгосрочных и краткосрочных займов.

1.5 Чистые материальные активы: понятие и расчет

Чистые материальные активы – стоимость материальных активов компании, скорректированная на сумму ее текущих обязательств. Таким образом, применяется формула:

Стоимость чистых материальных активов =
+ Капитал, относящийся к акционерам ПАО «НЛМК»
– Выданные финансовые гарантии
– Прочие нематериальные активы
– Гудвилл
– Дивиденды, рекомендованные к выплате.

Данные для расчета финансового показателя «Чистые материальные активы» содержатся в таблице 3.

Таблица 3.

Расчёт финансового показателя «Чистые материальные активы», млн. долл. США

Table 3.

Calculation of the financial rate “Tangible Net Worth”, mln USD

Чистые материальные активы Tangible Net Worth	at 30.06.16
Капитал, относящийся к акционерам ПАО «НЛМК» Stockholders' equity (NLMK stockholders’ equity)	5 739,4
Выданные финансовые гарантии Financial guarantees issued	–281,0
Другие нематериальные активы Other intangible assets	122,9
Гудвилл Goodwill	240,2
Дивиденты, рекомендованные к выплате Dividends (recommended for payment)	0,0
Чистые материальные активы Tangible Net Worth	5 657,3

Также в кредитных соглашениях часто можно встретить требование к соблюдению неотрицательного значения чистых активов компании [6]. Это обусловлено тем, что отрицательные чистые активы являются признаком несостоятельности, т. е. компания не имеет собственных средств и целиком зависит от кредиторов. Помимо этого, величина чистых активов также регулируется законодательно. Так, согласно п. 3 ст. 20 Закона № 14-ФЗ [7], если по окончании второго и каждого последующего финансового года стоимость чистых активов общества (ООО) окажется меньше его уставного капитала, общество обязано объявить об уменьшении уставного капитала до размера, не превышающего стоимости его чистых активов, и зарегистрировать такое изменение в установленном порядке. При этом если в результате такого уменьшения величина уставного капитала будет меньше установленной законом минимальной величины (10 000 руб. в настоящее время), то общество подлежит ликвидации.

После расчета всех финансовых показателей вычисляются необходимые соотношения и сравниваются с критическими значениями:

1. Чистая задолженность/EBITDA = 0,93

Net Indebtedness/EBITDA = 0,93

2. Чистая задолженность/Чистые материальные активы = 0,25

Net Indebtedness/Tangible Net Worth = 0,25

По состоянию на 30 июня 2016 года финансовые ковенанты соблюдены на уровне 0,93 и 0,25 соответственно, что является очень хорошим показателем устойчивости и платёжеспособности компании. Потребителями данной информации являются не только кредиторы, но и инвесторы, финансовые аналитики, аудиторы.

Заключение

В заключение хотелось бы отметить, что за всю свою кредитную историю ПАО «НЛМК» не имел нарушений финансовых ковенантов. Компания демонстрирует устойчивое финансовое положение в условиях волатильного рынка и обладает одними из самых высоких кредитных рейтингов среди европейских производителей стали.

ЛИТЕРАТУРА

1 Kotler Ph., Keller K.L. Marketing management. 2012. 307 p.

2 Финансовые результаты Группы НЛМК за 2 квартал и 6 месяцев 2016 г. по МСФО. URL: http://nlmk.com/upload/iblock/0bf/nlmk_finansovyy_reliz_2kv2016.pdf

3 Аврашков Л.Я., Графов А.В. Формирование нормативов рентабельности для оценки финансово-экономического состояния предприятия // АУДИТОР. 2011. № 2

4 Мезенцева О.Е. К вопросу о значении показателя EBITDA в системе показателей, характеризующих финансовый результат деятельности компании // Проблемы устойчивого развития российских регионов: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Тюмень: ТюмГНГУ, 2014. С. 375–379.

5 Никифорова Е.В., Кривцов А.И., Шнайдер В.В. Снижение информационных рисков в условиях финансового кризиса посредством интерпретации публичной отчетности // Вестник Самарского государственного университета путей сообщения. 2009. № 5–2. С. 94–100.

6 Meyers B. Principles of Corporate Finance. 2010. P. 513

7 Федеральный закон от 08.02.1998 № 14-ФЗ «Об обществах с ограниченной ответственностью». Система «Консультант Плюс».

REFERENCES

1 Kotler Ph., Keller K.L. Marketing management, 2012, 307 p.

2 Finansove rezul'taty Gruppy NLMK za 2 kvartal i 6 mesyatsev 2016 goda po MSFO [Financial results of NLMK Group for the 2nd quarter and 6 months 2016 on IFRS. Website of the PJSC NLMK company] Availabe at: http://nlmk.com/upload/iblock/0bf/nlmk_finansovyy_reliz_2kv2016.pdf (in Russian)

3 Avrashkov L. Ya., Grafov A.V. Forming profitability rates for an assessment of a financial and economic condition of the entity. *AUDITOR*. [AUDITOR] 2011, no. 2. (in Russian)

4 Mezentseva O.E. To a question of EBITDA importance in system of the indicators characterizing financial result of the company activities. Problemy ustoichivogo razvitiya rossiiskikh regionov [Problems of a sustainable development of the Russian regions: materials of the All-Russian scientific and practical conference with the international participation, Tyumen State Oil and Gas University] 2014, pp. 375–379. (in Russian)

5 Nikiforova E.V., Krivtsov A.I., Shneider V.V. Reducing information risks under financial crisis by interpreting public accountability. *Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo universiteta putey soobshcheniya* [Proceedings of Samara State University of Communications] 2009, no. 5–2, pp. 94–100. (in Russian)

6 Meyers B. Principles of Corporate Finance, 2010, 513 p.

7 Ob obshchestvakh s ogranichennoi otvetstvennost'yu [The federal law dated 08.02.1998 № 14-FL "About limited liability companies". Consultant Plus system] (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Ольга В. Уварова магистрант, Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, Липецкий филиал, г. Липецк, olyauva92@gmail.com

Светлана А. Шахватова к. э. н., Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, Липецкий филиал, г. Липецк, ssha76@mail.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Olga V. Uvarova master student, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Lipetsk branch, Lipetsk, olyauva92@gmail.com

Svetlana A. Shakhvatova candidate of economic sciences, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Lipetsk branch, Lipetsk, ssha76@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Ольга В. Уварова выполнила расчёты, обзор литературных источников по исследуемой проблеме, написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несет ответственность за плагиат

Светлана А. Шахватова консультация в ходе исследования

CONTRIBUTION

Olga V. Uvarova performed calculations, review of the literature on an investigated problem, wrote the manu-script, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism.

Svetlana A. Shakhvatova consultation during the study

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

ПОСТУПИЛА 20.06.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 22.08.2016

RECEIVED 6.20.2016

ACCEPTED 8.22.2016

Обзорная статья/Review article

УДК 334.01

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-305-312

Инновационная активность ученых как фактор развития академического предпринимательства в России

Лариса Н. Бабак, [1] lightsome@yandex.ru
Елена В. Хегай, [1] alenkahegay1405@mail.ru
Ирина Д. Филаткина, [1] filatkina_id@students.dvfu.ru
Марина Д. Филаткина [1] filatkina_md@students.dvfu.ru

[1] кафедра менеджмента, Школа экономики и менеджмента, Дальневосточный федеральный университет, ул. Суханова, 8, г. Владивосток, 690000, Россия

Реферат. Развитие академического предпринимательства как способа трансфера инноваций является актуальной задачей. Одним из основных факторов развития академического предпринимательства является инновационно-ориентированный персонал высших учебных заведений (вузы). Недостаточное освещение влияния данного фактора в научной литературе сдерживает распространение различных форм академического предпринимательства на территории России. В связи с этим предлагается исследование, направленное на определение степени влияния инновационной активности ученых на развитие академического предпринимательства России. В качестве объекта исследования было выбрано академическое предпринимательство в России. Для достижения поставленной цели применяли анализ основных исследований в области академического предпринимательства за период 2011-2016 годов. Анализ публикаций позволил выявить, что инновационная активность профессорско-преподавательского состава вузов является решающим фактором развития академического предпринимательства. Однако российские ученые характеризуются низкой инновационной активностью, вследствие чего академическое предпринимательство в России развито слабо. В целях устранения или минимизации влияния данной проблемы исследователи предлагают следующие решения: полная информированность и моральная подготовка ученых, вовлеченных в инновационный процесс вуза; высокая заработная плата; создание психологического климата, влияющего на мотив самореализации ученых; постоянное повышение квалификации сотрудников, вовлеченных в инновационный процесс вуза; создание условий для проявления творческой активности ученых; оказание большего доверия молодым ученым, аспирантам и магистрантам; моральное и материальное поощрение инициатив, инноваций, экспериментирования и творчества научно-педагогических работников; выделение свободного времени ученым для осуществления научно-исследовательской и поисковой деятельности и другие. Полученные данные могут быть использованы руководством российских университетов для повышения инновационной активности профессорско-преподавательского состава вузов.

Ключевые слова: академическое предпринимательство, инновационная активность, профессорско-преподавательский состав, высшие учебные заведения, Россия

Innovation activity of scientists as a factor in the development of academic entrepreneurship in Russia

Larisa N. Babak, [1] lightsome@yandex.ru
Elena V. Khegay, [1] alenkahegay1405@mail.ru
Irina D. Filatkina, [1] filatkina_id@students.dvfu.ru
Marina D. Filatkina [1] filatkina_md@students.dvfu.ru

[1] management department, School of economics and management, Far Eastern federal university, Sukhanova str., 8, Vladivostok, 690000, Russia

Summary. The development of academic entrepreneurship as a way of transfer of innovation is an urgent task. One of the main factors in the development of academic entrepreneurship is innovation-oriented staff of higher education institutions. Insufficient attention of the scientific literature to importance of this factor is thwarting progress of various forms of academic entrepreneurship. In connection with this proposed study is aimed at determining the degree of scientific innovation activity influence on the development of academic entrepreneurship in Russia. Academic entrepreneurship in Russia has been chosen as the object of study. Analysis of the basic research in the field of academic entrepreneurship for the period of 2011-2016 years was used to achieve this goal. Analysis of publications was revealed that the innovative activity of the teaching staff of universities is a critical factor in the development of academic entrepreneurship. However, Russian scientists are characterized by low innovation activity, resulting in academic entrepreneurship in Russia is weak. The researchers suggest the following solutions to eliminate or minimize the effects of this problem: full awareness and moral training of the scientists involved in the innovation process of higher education institutions; profit payment; creating a psychological climate that will affect the scientific process of self-realization; continuous training of employees involved in the innovation process of higher education institutions; the creation of conditions that will contribute to the manifestation of creative activity of scientists; provide greater confidence to young scientists, graduate students and undergraduates; providing moral and material encouragement of initiatives, experimentation and creativity of scientific and pedagogical staff; the allocation of free time for scientists to research and search activities and others. The data obtained can be used by the guidance of Russian universities to enhance innovation activity of the teaching staff of universities.

Keywords: academic entrepreneurship, innovation activity, faculty, higher education institutions, Russia

Введение

Формирование информационного общества принципиально изменило роль знаний. Знания перестали считаться достоянием избранных, а превратились в реальную производительную силу, определяющую эффективность развития экономики и бизнеса [2].

В большинстве развитых и развивающихся стран мира основным источником формирования знаний выступает высшая школа, среди современных задач которой первостепенными являютсяинтеграция науки и бизнеса, а также создание практически нацеленных инноваций [10].

По мнению M. Wright, не менее важной задачей высших учебных заведений (вузов) является развитие академического предпринимательства, представляющего собой процесс коммерциализации новаций, разработанных учеными университетов и научно-исследовательских институтов [22].

Среди ключевых факторов, определяющих развитие академического предпринимательства, ученые называют развитую венчурную инфраструктурунаучно-исследовательскую и , целостную систему законодательства в области

Для цитирования

Бабак Л. Н., Хегай Е. В., Филаткина И. Д., Филаткина М. Д. Инновационная активность ученых как фактор развития академического предпринимательства в России // Вестник ВГУИТ. 2016. № 3. С. 305–312. doi:10.20914/2310-1202-2016-3-305-312

For citation

Babak L. N., Khegay E. V., Filatkina I. D., Filatkina M. D. Innovation activity of scientists as a factor in the development of academic entrepreneurship in Russia. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 3. pp. 305–312. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-3-305-312

защиты интеллектуальной собственности и реализации государственной инновационной политики, а также высокую инновационную активность научно-преподавательского и административно-управленческого состава вузов [2, 17].

Согласно О. Е. Подвербных, в России уделяется значительное внимание строительству научно-исследовательской и венчурной инфраструктуры, а также развитию законодательства, направленного на защиту интеллектуальной собственности и усиление взаимодействия высшей школы и бизнеса [3].

Исследователи также считают, что российские ученые обладают существенным инновационным потенциалом и творческими способностями, позволяющими научно-педагогическим работникам вузов успешно заниматься академическим предпринимательством [9].

Тем не менее, данные, представленные в работах А. Н. Шаронова, и Е. Фахрутдиновой, показывают, что ученые российских вузов демонстрируют низкую публикационную и инновационную активность [6, 16].

По рейтингу глобальной креативности Р. Флорида, Россия находится на 30 месте, значительно уступая по количеству коммерциализированных инноваций Финляндии, Японии, США, Швеции, Китаю и другим странам [5].

Цель исследования – определить степень влияния инновационной активности ученых на развитие академического предпринимательства в России.

Задачи:

– выявить факторы, влияющие на развитие академического предпринимательства;

– определить степень влияния инновационной активности ученых на развитие академического предпринимательства в России;

– сформировать перечень мероприятий, направленных на повышение инновационной активности российских ученых.

Объект исследования – академическое предпринимательство в России.

Предмет исследования – инновационная активность ученых как фактор развития академического предпринимательства в России.

Результаты данного исследования могут быть использованы руководством российских университетов для повышения инновационной активности профессорско-преподавательского состава вузов.

Методы исследования

В качестве метода исследования применялся анализ публикаций в области академического предпринимательства за период 2011–2016 гг.

Поиск статей проводился по наиболее авторитетным базам научных публикаций (*Scopus, Web of Science, Elsevier* и *e-LIBRARY*) посредством введения в поисковую строку запроса следующих ключевых фраз:

– академическое предпринимательство;

– развитие академического предпринимательства в Российской Федерации;

– факторы, влияющие на развитие академического предпринимательства;

– инновационная активность ученых российских вузов;

– способы повышения инновационной активности ученых.

В результате применения данных запросов было найдено 23 научных публикаций, из которых русскоязычные статьи составили 30,4% (7 статей), англоязычные – 69,6% (16 статей).

1.1 Факторы развития академического предпринимательства

1.1.1 Сущность академического предпринимательства

В условиях мировой глобализации инновации выступают основным источником развития страны, региона и отдельного предприятия. Во многих развитых и развивающихся странах, таких как: Финляндия, Япония, США, Канада, Китай, Швеция и другие, инновации еще с XX века стали считаться неотъемлемой частью развития экономики и представлять собой фундамент, как для роста производства, так и для повышения уровня жизни населения [9].

По мнению исследователей, инновации – это коммерциализированный объект интеллектуальной деятельности. В науке процесс коммерциализации научно-исследовательских разработок принято называть академическим предпринимательством [19].

Академическое предпринимательство зародилось в США во второй половине 1970-х как способ повышения конкурентоспособности страны на международном рынке транспорта и технического оборудования [8].

Его дальнейшее развитие ученые связывают с последствиями бизнес-революции, получившей название «Американское чудо», и с принятием закона Бэйя-Доула (Bayh–Dole Act, 1980 г.), официально закрепившего права ученых на интеллектуальную собственность [19].

M. Goethnera отмечает, что в 1980-е активное участие ученых в предпринимательской деятельности не поддерживалось и даже осуждалось академическим сообществом и руководством вузов [18].

Однако сокращение финансирования научных исследований и поддержка со стороны правительства способствовали тому, что в конце 1990-х произошло значительное изменение мнений исследователей относительно академического предпринимательства.

Академические ученые пришли к пониманию, что трансфер технологий между наукой и промышленностью способствует региональному экономическому развитию, а также несет в себе много других преимуществ.

В настоящее время исследователи в области инновационного менеджмента рассматривают академическое предпринимательство как деятельность, связанную с созданием малого инновационного предприятия или spin-off компании. Однако этот же термин также используется для определения более широкого спектра деятельности по передаче знаний [13].

Так, согласно мнению M. Abreu, академическое предпринимательство включает в себя 3 категории деятельности.

1. *Формальная коммерческая деятельность* основана на создании технологических изобретений, которые могут быть защищены с помощью формальных методов (патентование) и через официальные учреждения (офисы по передаче технологий). По мнению Abreu, к данной категории деятельности следует относить лицензирование; формирование малого инновационного предприятия (МИП) или spin-off компании.

2. *Неформальная коммерческая деятельность* реализуется посредством коммерческих сделок и основывается на знаниях, которые не могут быть защищены с помощью патентования, но на которые распространяются такие защитные средства, как авторское право и товарный знак. Неформальными видами академического предпринимательства считаются создание программного обеспечения, литературного или художественного произведение; выведение промышленных образцов растений или пород животных; консультирование; проведение контрактных исследований и т. д.

3. *Некоммерческие виды деятельности* осуществляются неофициально и распространяются на знания, которые не могут быть защищены с помощью формальных методов (либо из-за отсутствия возможности, либо из-за отсутствия желания ученого). К данным видам деятельности относятся предоставление неофициального совета, проведение публичных лекций, организация выставок, издание книг для широкой аудитории, проведение неофициальных консультаций и т. д. [8].

Исследователи отмечают, что степень реализации данных видов деятельности определяется формами академического предпринимательства, среди которых основными являются создание МИП, формирование spin-off компаний, организация офисов по трансферу технологий, поддержка start-up компаний, формирование частных лабораторий и центров, занимающихся междисциплинарными исследованиями, организация венчурных фондов, создание бизнес-инкубаторов и другие [11, 21].

M. Wright подчеркивает, что на реализацию различных видов академического предпринимательства также оказывает влияние корпоративная культура, принятая в университете. Согласно Wright, университетская культура может быть двух типов:

традиционная академическая культура;
предпринимательская академическая культура.

В вузах с традиционной академической культурой ученые ориентированы на создание «чистого» знания и всячески поддерживают фундаментальные исследования. В таких университетах коммерциализация знаний не имеет широкого распространения, поэтому основными видами предпринимательской деятельности являются патентование, лицензирование и публикация научных статей.

В университетах с предпринимательской культурой административно-управленческий состав стимулирует ученых искать возможности коммерциализации научных исследований и активно заниматься инновационной деятельностью. В таких вузах поощряется сотрудничество ученых с коммерческими компаниями, проведение контрактных исследований, открытие spin-off компаний, развитие и поддержка старт-апов [22].

Стоит отметить, что, начиная со второй половины 2000-х годов, вузы интенсивно переходят на инновационную модель развития, в результате чего в большинстве крупных вузах мира преобладает предпринимательская или гибридная академическая культура [14].

R. Fini и его коллеги считают, что развитие академического предпринимательства зависит от трех факторов:

1. развитая научно-исследовательская и венчурная инфраструктура;

2. целостная система законодательства в области защиты интеллектуальной собственности и реализации государственной инновационной политики;

3. высокая инновационная активность научно-преподавательского и административно-управленческого состава вузов [17].

Исследователи отмечают, что основными элементами научно-исследовательской и венчурной инфраструктуры вуза являются офисы по передаче технологий, бизнес-инкубаторы, современные лаборатории, а также фонды университета, которые могут пополняться за счет коммерческой деятельности вуза или за счет благотворительных пожертвований [12, 23].

Законодательная база, сопровождающая предпринимательскую деятельность академических ученых, в большинстве стран мира сформировалась до конца 1990-х годов. В настоящее время многие университеты разрабатывают собственные нормативные акты, позволяющие значительно облегчить процесс

трансфера технологий, а также усилить систему защиты интеллектуальной собственности ученых университета [14, 18].

Человеческий фактор имеет решающее значение для развития академического предпринимательства. По мнению H. Bathelt, руководство вузов может повысить инновационную активность профессорско-преподавательского состава при помощи таких методов, как: организация обучения; финансирование публикационной и научно-исследовательской деятельности; предоставление офиса, лабораторий, библиотеки вуза; организация взаимодействия с представителями венчурных фондов и коммерческих компаний; предоставление разнообразных преференций и т. д. [13]

Отметим, что наибольших результатов в академическом предпринимательстве добились ученые Финляндии, Швеции, Японии, США, Китая и других стран. Среди основных причин, стимулирующих инновационную активность ученых в этих странах, ученые называют большой объем выделяемых средств на проведение научных исследований и формирование НИОКР, а также ориентацию вузов на проведение прикладных исследований и осуществление предпринимательской деятельности [15].

1.1.2 Академическое предпринимательство в России

Академическое предпринимательство как способ инновационного развития России начал зарождаться во второй половине XX века преимущественно в области военной отрасли и тяжелой промышленности. Вплоть до 1980-х годов все исследования управлялись централизованно, государство также выступало единственным источником финансирования научно-исследовательских проектов [6].

Всю инновационную деятельность в стране осуществляли научно-исследовательские институты, практически не взаимодействующие со специализированными вузами и средними профессиональными учреждениями.

Советские организации также имели возможность заниматься научно-исследовательской и инновационной деятельностью. Однако в большинстве случаев их усилия касались повышения производительности труда, в результате чего они создавали преимущественно процесс-инновации [16].

Первые законы в области реализации инновационной политики России появились в конце 1980-х годов. Основное назначение данных законов заключалось в утверждении перечня мероприятий, призванных обеспечить ускорение научно-технического развития страны. В связи с тем, что данные мероприятия не оправдывали ожиданий руководства СССР, в тот же период были приняты законы, обеспечивающие проведение оценки их эффективности [4].

С начала 1990-х годов в России началось реформирование высшего образования, заключающееся в предоставлении высшим и средним профессиональным учреждениям юридической автономии, позволяющей оказывать образовательные услуги на платной основе.

В тот же период в РФ был принят закон «О патентах», официально закрепивший права ученых на интеллектуальную собственность. Стоит отметить, что в 2008 г. данный закон был упразднен, а законодательное обеспечение защиты интеллектуальной собственности было закреплено в части четвертой главы 72 ГК РФ.

В конце 1990-х годов в России была официально принята Концепция инновационной политики страны, а также ряд нормативно-законодательных актов, направленных на поддержку малого бизнеса, осуществляющего предпринимательскую деятельность в сфере высоких технологий [21].

Примерно в это же время Правительство РФ существенно сократило финансирование фундаментальных и прикладных исследований. По мнению исследователей, сокращение государственного финансирования призвано было стимулировать повышение инновационной активности российских вузов.

Однако как показывает практика, вузы не смогли вовремя перестроиться на инновационную модель развития, что привело к существенному отставанию образования от других социально-экономических институтов страны [23].

В 2002 году в России появились первые Федеральные целевые программы, основная цель которых заключалась в реализации государственной инновационной политики. В тот же период была разработана Стратегия инновационного развития РФ до 2020 г., основу которой составила правовая охрана результатов научно-исследовательской и инновационной деятельности ученых.

Во второй половине 2000-х годов Правительство РФ утвердило перечень стимулирующих мероприятий, нацеленных на вовлечение коммерческих компаний в инновационную деятельность вузов, а также на развитие молодых наукоемких компаний (старт-апов, малых инновационных предприятий) [7].

Значительное влияние на развитие академического предпринимательства в России оказало принятие Федерального закона № 217-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам создания бюджетными научными и образовательными учреждениями хозяйственных обществ в целях практического применения (внедрения) результатов интеллектуальной деятельности», призванного

стимулировать вузы и коммерческие компании развивать и поддерживать наукоемкие компании.

Согласно мнению Е. В. Гоосен, принятие данного закона позволило существенно повысить инновационную активность российских вузов, в результате чего в 2014 году на территории Российской Федерации действовало уже 2180 малых инновационных предприятий (МИП), из которых 2000 МИП были созданы учеными университетов.

Исследователи отмечают, что на повышение инновационной активности российских вузов также повлияла разработка государственной программы «Создание в РФ технопарков в сфере высоких технологий» в 2006 г. и принятие Федерального закона «Об особых экономических зонах в Российской Федерации» в 2005 году [1].

Немаловажное значение для развития наукоемких компаний имеет деятельность инвестиционных и венчурных фондов, бизнес-инкубаторов и офисов по передаче технологий. Согласно И. Плотниковой, первые инвестиционные фонды появились на территории России в первой половине 1990-х годов.

В настоящее время реализацией инновационных проектов также занимается «Посевной фонд» с участием российской венчурной компании, созданный с целью финансирования инновационных проектов на самых ранних стадиях реализации. Объем фонда составляет более 2 млрд рублей, что позволяет оказать финансовую поддержку около 100 МИП [20].

Финансированием инвестиционных проектов на начальных стадиях реализации также занимаются бизнес-ангелы, представляющие собой бывших предпринимателей, стремящихся помочь начинающим предпринимателям открыть наукоемкий бизнес.

Отметим, что в России такой вид финансирования развит достаточно слабо и на сегодняшний момент представлен только 30 сетями бизнес-ангелов. Примером одной из таких компаний может являться некоммерческая организация «Национальная сеть бизнес-ангелов “Частный капитал”» [15].

Бизнес-инкубаторы также способствуют распространению малых инновационных предприятий, используя такие механизмы поддержки, как предоставление офиса, оказание консультационных услуг, покрытие издержек, связанных с регистрацией бизнеса, обучение и другие.

В рамках программы государственной поддержки наукоемкого бизнеса за период 2005–2009 гг. из федерального бюджета были выделены 2,158 млрд рублей на строительство 111 бизнес-инкубаторов, из которых 24 единицы являются инновационно-ориентированными [20].

Таким образом, можно сделать вывод, что в РФ существует достаточное количество научно-исследовательской и венчурной инфраструктуры, позволяющей академическим ученым успешно осуществлять предпринимательскую деятельность.

Кроме того Правительство России уделяет значительное внимание принятию целевых программ и Федеральных законов, направленных на реализацию государственной инновационной политики и развитие академического предпринимательства.

1.1.3 Роль инновационной активности ученых в развитии академического предпринимательства России

Академическое предпринимательство представляет собой сложный процесс, успешная реализация которого зависит от множества факторов: развитая научно-исследовательская и венчурная инфраструктура, политика университета в области академического предпринимательства, поддержка инновационных проектов коммерческими компаниями и органами власти, квалификация научно-преподавательского состава вуза, ценностные ориентации ученых и их ближайшего окружения, наличие инновационно-ориентированного законодательства и другие [4].

Как уже было представлено выше, в РФ существует достаточное количество научно-исследовательской и венчурной инфраструктуры, а также успешно развивается законодательство, регламентирующее инновационную политику страны и регионов.

Исследователи отмечают, что административно-управленческий состав большинства российских университетов уделяет значительное внимание созданию предпринимательской культуры и повышению инновационной активности ученых вузов.

В частности, в Белгородском государственном университете для перехода к инновационной модели развития была произведена полная замена материально-технического обеспечения вуза, заключены контракты о сотрудничестве с крупнейшими коммерческими компаниями и исследовательскими университетами, а также были созданы условия работы, соответствующие уровню мировых научно-технологических центров.

В Томском политехническом университете повышение инновационной активности ученых осуществлялось за счет привлечения исследователей мирового уровня, создания концентрированной интеллектуальной среды, насыщенной ресурсами и самым современным оборудование, а также за счет вовлечение в инновационный процесс вуза ученых всех уровней.

В Нижегородском государственном техническом университете имени Р. Е. Алексеева значительное внимание уделяется привлечению молодых ученых и повышению их инновационной активности, осуществляемому посредством выделения бесплатных общежитий в кампусе и выплаты высокой заработной платы.

Отметим, что благодаря реализации данных мероприятий в обозначенных вузах была

в 1,5–2 раза увеличена публикационная активность ученых, реализованы более 10 научных мегапроектов с вовлечением зарубежных ученых, открыты порядка 30 международных научно-образовательных лабораторий под руководством ведущих исследователей, зарегистрированы более 300 патентов на изобретения, созданы около 50 МИП и т. д. [10].

Тем не менее, даже при наличии указанных примеров, масштабные инициативы, направленные на развитие академического предпринимательства, в России пока отсутствуют. Это подтверждают данные исследований Е. В. Гоосен, которые отражают следующие показатели инновационной активности российских вузов:

– доля научных публикаций российских ученых в журналах, индексируемых Scopus и Web of Science, составляет 1,7% (доля китайских ученых – 16,4%);

– доля публикаций ученых России в научных журналах мира составляет 2,3% – 13 место (7 место – 1995 г., 3 место – 1980 г.);

– только 20% программ высшего профессионального образования базируются на собственных научно-исследовательских разработках российских вузов;

– количество нежизнеспособных инноваций превышает 90%;

– доля преподавателей-исследователей в вузах составляет 16% (38% – 2002 год);

– только 0,8% вузов при осуществлении научно-исследовательской деятельности взаимодействуют с предприятиями;

– количество патентных заявок, поданных российскими исследователями, составляет 28765 единиц (количество патентных заявок, поданных китайскими исследователями – 704936 единиц);

– доля государственного бюджета в общей структуре финансирования фундаментальных и прикладных исследований составляет 60% (в Китае менее 30%);

– количество малых инновационных предприятий составляет 2180 единиц, из которых только 31% полностью удовлетворяют Федеральному Закону № 217-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам создания бюджетными научными и образовательными учреждениями хозяйственных обществ в целях практического применения (внедрения) результатов интеллектуальной деятельности» [1].

Низкий уровень инновационной активности ученых российских вузов также подтверждает американский экономист Р. Флорида, в 2011 году составивший рейтинг глобальной креативности. Согласно данному рейтингу Россия находится на 30 месте, значительно уступая по количеству коммерциализированных инноваций Финляндии, Японии, США, Швеции, Китаю и другим странам [5].

Среди основных причин, влияющих на низкий уровень инновационной активности университетов РФ, ученые выделяют: неэффективное построение системы мотивации (стимулируется научно-исследовательская, а не инновационная активность профессорско-преподавательского состава вуза); нехватку знаний и навыков, необходимых ученых для успешного осуществления инновационной деятельности; отсутствие желания у профессорско-преподавательского состава заниматься инновационной деятельностью и творческой работой [7].

Для того чтобы устранить или минимизировать данные проблемы, исследователи предлагают следующие решения:

– полная информированность и моральная подготовка ученых, вовлеченных в инновационный процесс вуза;

– достаточная оплата труда;

– создание психологического климата, влияющего на мотив самореализации ученых;

– постоянное повышение квалификации сотрудников, вовлеченных в инновационный процесс вуза;

– создание условий для проявления творческой активности ученых;

– оказание большего доверия молодым ученым, аспирантам и магистрантам;

– моральное и материальное поощрение инициатив, инноваций, экспериментирования и творчества научно-педагогических работников;

– выделение свободного времени ученым для осуществления научно-исследовательской и поисковой деятельности и другие [3, 12].

Стоит отметить, что реализация данных условий осуществляется первыми лицами администрации с участием профсоюза университета и зависит от финансового положения и технического (технологического) оснащения вуза.

Обсуждение и заключение

В рамках статьи было проведено исследование, основанное на анализе 23 научных публикаций в области академического предпринимательства. Было выяснено, что академическое предпринимательство является основным фактором инновационного развития отдельных стран и мира в целом.

Среди ключевых факторов, определяющих развитие академического предпринимательства, ученые называют развитую научно-исследовательскую и венчурную инфраструктуру, целостную систему законодательства в области защиты интеллектуальной собственности и реализации

государственной инновационной политики, а также высокую инновационную активность научно-преподавательского и административно-управленческого состава вузов.

В России зачатки академического предпринимательства зародились только в первой половине 1990-х годов, что было связано с принятием закона «О патентах» и сокращением государственного финансирования научных исследований.

В настоящее время стратегия развития академического предпринимательства представлена в ряде федеральных целевых программ и в проекте федерального закона «Об инновационной деятельности и государственной инновационной политике».

Тем не менее, исследователи отмечают, что российские вузы слабо вовлечены в инновационный процесс, что в первую очередь связано с низким инновационным потенциалом профессорско-преподавательского состава.

Для повышения инновационной активности российских ученых исследователи предлагают следующие решения: моральная подготовка ученых к осуществлению инновационной деятельности, постоянное повышение квалификации ППС вуза, достойная оплата труда, выделение свободного времени ученым для осуществления научно-исследовательской деятельности и творческой работы, стимулирование творческого труда сотрудников и другие.

Заключение

Данное исследование носит теоретический характер и может быть использовано для дальнейших исследований в области академического предпринимательства. В качестве вопросов для будущих исследований авторы выделяют: факторы развития академического предпринимательства в странах АТР, а также исследование инновационного потенциала ученых российских вузов (на примере профессорско-преподавательского состава Дальневосточного федерального университета).

ЛИТЕРАТУРА

1 Гоосен Е. В., Никитенко С. М., Ковригина С. В. Государственно-частное партнерство как фактор выбора долгосрочной стратегии развития малого инновационного предпринимательства // Научные труды ДонНТУ. 2014. № 2. С. 138–147.

2 Миндели Л. Э. Основные направления реализации инновационного потенциала научных учреждений РАН // Инновации. 2013. № 11 (181). С. 33–39.

3 Подвербных О. Е., Гасенко Е. В. Механизм управления инновационным потенциалом персонала наукоемкого предприятия // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета им. академика М. Ф. Решетнева. 2012. № 1(41). С. 206–210.

4 Фирсова С. П. Трансфер технологий как фактор инновационного развития технического университета // Казанский педагогический журнал. 2011. № 1. С. 54–60.

5 Хегай Е. В., Бабак Л. Н., Филаткина И. Д., Филаткина М. Д. Мотивация и факторы академического предпринимательства // Экономика и предпринимательство. 2015. № 11(1). С. 1075–1085.

6 Шаронов А. Н. Оценка уровня развития инновационной активности российской экономики // Ярославский педагогический вестник. 2012. № 1. С. 78–82.

7 Шевченко Л. С. Университеты как субъекты интеллектуального предпринимательства // Теория и практика правознания. 2014. № 1(5). С. 1–12.

8 Abreu M., Grinevich V. The nature of academic entrepreneurship in the UK: Widening the focus on entrepreneurial activities // Research Policy. 2013. № 42. P. 408–422.

9 Aldrich H. E. The emergence of entrepreneurship as an academic field: A personal essay on institutional entrepreneurship // Research Policy. 2012. № 21. P. 1240–1248.

10 Alexeev S. G. Integral Evaluation of the Regional Innovation Potential // The Issues of Modern Economy. 2009. № 2. P. 306–308.

11 Astebro T. Startups by recent university graduates and their faculty: implications for university entrepreneurship policy // Research Policy. 2012. № 41. P. 663–677.

12 Baldini N. University spin-offs and their environment // Technology Analysis & Strategic Management. 2015. № 15. P. 858–876.

13 Bathelt H. Social foundations of regional innovation and the role of university spin-offs: the case of Canada's technology triangle // Industry and Innovation. 2011. № 17. P. 459–486.

14 Biddle J. B. Can patents prohibit research? On the social epistemology of patenting and licensing in science // Studies in History and Philosophy of Science. 2014. № 45. P. 14–23.

15 Fairchild R. An entrepreneur's choice of venture capitalist or angel-financing: a behavioral game-theoretic approach // Journal of Business Venturing. 2014. № 26. P. 359–374.

16 Fakhrutdinova E., Zagidullina V., Suleimanov T., Khalikov A. Universities as a driving force of economic development in the creation of innovation system of Russia // Procedia Economics and Finance. 2015. №. 23. P. 1662–1665.

17 Fini R. Complements or substitutes? The role of universities and local context in supporting the creation of academic spin-offs // Research Policy. 2011. № 40. P. 1113–1127.

18 Goethner M. Scientists' transition to academic entrepreneurship: Economic and psychological determinants // Journal of Economic Psychology. 2012. № 33. P. 628–641.

19 Grimaldi R., Kenney M., Siegel D. S., Wright M. 30 years after Bayh-Dole: reassessing academic entrepreneurship // Research Policy. 2011. № 40. P. 1045–1057.

20 Plotnikova I., Korneva O., Ustuizhanina A. Barriers to Innovation in the Implementation of the Investment Strategy: an Empirical Study // Behavioral Sciences. 2015. № 166. P. 369–377.

21 Walsh J. P. Local context, academic entrepreneurship and open science: publication secrecy and commercial activity among Japanese and US scientists // Research Policy. 2014. № 43. P. 245–260.

22 Wright M. Academic entrepreneurship, technology transfer and society: where next? // J. Technol. Transf. 2014. № 39. P. 322–334.

23 Wood M. S. A process model of academic entrepreneurship // Business Horizons. 2011. № 54. P. 153–161.

REFERENCES

1 Goosen E. V., Nikitina S. M., Kovrigina S. V. Public-private part-nership as a factor in the choice of the long-term development strategy of small innovative business. *Nauchnye trudy DonNTU* [Scientific works of DonNTU] 2014, no. 2, pp. 138–147. (in Russian)

2 Mindeli L. E. The main directions of the innovative capacity of the scientific institutions of RAS. *Innovatsii* [Innovations] 2013, no. 11(181), pp. 33–39. (in Russian)

3 Podverbnykh O. E., Gasenko E. V. The mechanism of management in innovative potential of high-tech enterprise personnel. *Vestnik Sibirskogo gosudarstvennogo aerokosmicheskogo universiteta im. akademika M.F. Reshetneva* [Bulletin of the Siberian State Aerospace University named after Academician M.F. Reshetnev] 2012, no. 1(41), pp. 206–210. (in Russian)

4 Firsova S. P. Transfer of technologies as the factor of innovative development of the Technical University. *Kazanskii pedagogicheskii zhurnal* [Kazan pedagogical magazine] 2011, no. 1, pp. 54–60. (in Russian)

5 Khegay E. V., Babak L. N., Filatkina I. D., Filatkina M. D. Motivation and Academic Entrepreneurship factors. *Ekonomika i predprinimatel'stvo* [Economy and entrepreneurship] 2015, no. 11(1), pp. 1075–1085. (in Russian)

6 Sharonov A. N. Assessment of the level of development of innovative activity of the Russian economy. *Yaroslavskii pedagogicheskii vestnik* [Yaroslavl Pedagogical Gazette] 2012, no. 1, pp. 78–82. (in Russian)

7 Shevchenko L. S. Universities as subjects of intellectual entrepreneurship. *Teoriya i praktika pravoznaniya* [Theory and practice of justice] 2014, no. 1(5), pp. 1–12. (in Russian)

8 Abreu M., Grinevich V. The nature of academic entrepreneurship in the UK: Widening the focus on entrepreneurial activities. Research Policy, 2013, no. 42, pp. 408–422.

9 Aldrich H. E. The emergence of entrepreneurship as an academic field: A personal essay on institutional entrepreneurship. Research Policy, 2012, no. 21, pp. 1240–1248.

10 Alexeev S. G. Integral Evaluation of the Regional Innovation Potential. The Issues of Modern Economy, 2009, no. 2, pp. 306–308.

11 Astebro T. Startups by recent university graduates and their faculty: implications for university entrepreneurship policy. Research Policy, 2012, no. 41, pp. 663–677.

12 Baldini N. University spin-offs and their environment. Technology Analysis & Strategic Management, 2015, no. 15, pp. 858–876.

13 Bathelt H. Social foundations of regional innovation and the role of university spin-offs: the case of Canada's technology triangle. Industry and Innovation, 2011, no. 17, pp. 459–486.

14 Biddle J. B. Can patents prohibit research? On the social epistemology of patenting and licensing in science. Studies in History and Philosophy of Science, 2014, no. 45, pp. 14–23.

15 Fairchild R. An entrepreneur's choice of venture capitalist or angel-financing: a behavioral game-theoretic approach. Journal of Business Venturing, 2014, no. 26, pp. 359–374.

16 Fakhrutdinova E., Zagidullina V., Suleimanov T., Khalikov A. Universities as A Driving Force of Economic Development in The Creation of Innovation System of Russia. Procedia Economics and Finance, 2015, no. 23, pp. 1662–1665.

17 Fini R. Complements or substitutes? The role of universities and local context in supporting the creation of academic spin-offs. Research Policy, 2011, no. 40, pp. 1113–1127.

18 Goethner M. Scientists' transition to academic entrepreneurship: Economic and psychological determinants. Journal of Economic Psychology, 2012, no. 33, pp. 628–641.

19 Grimaldi R., Kenney M., Siegel D. S., Wright M. 30 years after Bayh-Dole: reassessing academic entrepreneurship. Research Policy, 2011, no. 40, pp. 1045–1057.

20 Plotnikova I., Korneva O., Ustuizhanina A. Barriers to Innovation in the Implementation of the Investment Strategy: an Empirical Study. Behavioral Sciences, 2015, no. 166, pp. 369–377.

21 Walsh J. P. Local context, academic entrepreneurship and open science: publication secrecy and commercial activity among Japanese and US scientists. Research Policy, 2014, no. 43, pp. 245–260.

22 Wright M. Academic entrepreneurship, technology transfer and society: where next? J. Technol. Transf., 2014, no. 39, pp. 322–334.

23 Wood M. S. A process model of academic entrepreneurship. Business Horizons, 2011, no. 54, pp. 153–161..

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Лариса Н. Бабак к. т. н., доцент, кафедра менеджмента, Школа экономики и менеджмента, Дальневосточный федеральный университет, ул. Суханова, 8, г. Владивосток, 690000, Россия lightsome@yandex.ru

Елена В. Хегай к. э. н., доцент, кафедра менеджмента, Школа экономики и менеджмента, Дальневосточный федеральный университет, ул. Суханова, 8, г. Владивосток, 690000, Россия alenkahegay1405@mail.ru

Ирина Д. Филаткина студент, кафедра менеджмента, Школа экономики и менеджмента, Дальневосточный федеральный университет, ул. Суханова, 8, г. Владивосток, 690000, Россия filatkina_id@students.dvfu.ru

Марина Д. Филаткина студент, кафедра менеджмента, Школа экономики и менеджмента, Дальневосточный федеральный университет, ул. Суханова, 8, г. Владивосток, 690000, Россия filatkina_md@students.dvfu.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Ирина Д. Филаткина предложила методику проведения исследования
Марина Д. Филаткина обзор литературных источников
Елена В. Хегай консультация в ходе исследования
Лариса Н. Бабак написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 12.06.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 29.08.2016

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Larisa N. Babak candidate of technical sciences, associated professor, management department, School of economics and management, Far Eastern federal university, Sukhanova str., 8, Vladivostok, 690000, Russia, lightsome@yandex.ru

Elena V. Khegay candidate of economic sciences, associated professor, management department, School of economics and management, Far Eastern federal university, Sukhanova str., 8, Vladivostok, 690000, Russia, alenkahegay1405@mail.ru

Irina D. Filatkina student, management department, School of economics and management, Far Eastern federal university, Sukhanova str., 8, Vladivostok, 690000, Russia, filatkina_id@students.dvfu.ru

Marina D. Filatkina student, management department, School of economics and management, Far Eastern federal university, Sukhanova str., 8, Vladivostok, 690000, Russia, filatkina_md@students.dvfu.ru

CONTRIBUTION

Irina D. Filatkina proposed a scheme of the study
Marina D. Filatkina review of the literature
Elena V. Khegay consultation during the study
Larisa N. Babak 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 6.12.2016

ACCEPTED 8.29.2016

Оригинальная статья/Original article

УДК 664:542.69:621.867.4

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-313-320

Оценка эффективности производства и использования экспандированных комбикормов

Валерий А. Афанасьев [1] vnii_kp@mail.ru
Юнус А. Джабаев [2] u.dzhabaev@mcx.ru

[1] кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия

[2] Министерство сельского хозяйства РФ, департамент научно-технологической политики и образования, г. Москва, Россия

Реферат. В результате выполнения программы Союзного государства «Разработка перспективных ресурсосберегающих, экологически чистых технологий и оборудования для производства биологически полноценных комбикормов» была разработана инновационная технология экспандированных комбикормов, включающая следующие основные операции: кондиционирование рассыпного комбикорма; экспандирование пропаренной смеси; гранулирование экспандированного комбикорма; охлаждение экспандированного комбикорма; измельчение охлажденного экспандированного комбикорма; классификация продуктов размола или гранул. Была разработана технологическая линия для производства экспандированных комбикормов в рассыпном виде, гранулированном и в виде крупки из гранул. Эффективность использования комбикормов цыплятами показала повышенный выход мяса у цыплят 3 й группы (69,5%) по сравнению с контрольной и 4 й опытной (67,6 и 67,3%). Кроме того, цыплята 2 й группы имели наибольшую массу внутреннего жира (34,2 г) по сравнению с остальными группами. Анализ данных по яйценоскости кур-несушек показывает, что яйценоскость кур за опытный период составляла в группах 61,1–66,6 яиц на 1 курицу и зависела от технологии приготовления комбикорма. При этом указанный показатель был наиболее высоким у кур четвертой группы, получавшей крупку из гранул, и на 9% был выше по сравнению с контрольной группой. При скармливании курам-несушкам экспандированных комбикормов и гранулированных в виде крупки яйценоскость за 90 дней учётного периода составила 63,6–66,6 яиц, интенсивность яйцекладки 84,8–88,8%, выход яичной массы 4,2–4,4 кг при затрате корма на 10 яиц 1,64–1,71 кг и 1 кг яичной массы 2,53–2,57 кг. Выполненный расчёт экономического эффекта от производства и использования экспандированных комбикормов применительно к выращиванию бройлеров составил 4 512 900 руб.

Ключевые слова: технология, экспандирование, комбикорм, экономический эффект

Production and usage efficiency estimation of expanded mixed fodders

Valerij A. Afanasiev, [1] vnii_kp@mail.ru
Yunus A. Dzhabaev [2] u.dzhabaev@mcx.ru

[1] bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia

[2] Ministry of agriculture of Russian Federation, department of a scientifically-technological policy and education, Moscow, Russia

Summary. As a result of Union State (Russia and Byelorussia) program conducting "Progressive resource-saving eco-friendly technologies and equipment for biologically completed mixed fodders development" innovative technology for mixed fodders expanding, including following basic operations: air-conditioning of grain-shaped mixed fodders; expanding of steamed mix; granulation of expanded mixed fodders; cooling of expanded mixed fodders; crushing of cooled expanded mixed fodders; classification of crush products or granules was developed. Production line for expanded mixed fodder of grain shape, granulated and small granules was developed. Efficiency of use of mixed fodders for chickens has shown the raised yield of meat for chickens of 3rd group (69.5%) in comparison with blank and 4th group (67.6 and 67.3%). Besides, chickens of 2nd group had the greatest weight of internal fat (34.2 g) in comparison with other groups. The analysis of the data on eggs-laying of hens-layers shows that eggs-laying of hens for the experimental period was in groups 61.1–66.6 eggs per 1 hen and depended on technology of mixed fodder preparation. However specified indicator was the highest for hens of the fourth group receiving small granules, and it was 9% above the blank group. At feeding expanded mixed fodders and small granules to hens-layers eggs-laying for 90 days of the registration period was 63.6–66.6 eggs, intensity of eggs-laying was 84.8–88.8%, the yield of egg weight was 4.2–4.4 kg at an expense of a forage for 10 eggs of 1.64–1.71 kg and 1 kg of egg weight of 2.53–2.57 kg. The conducted calculation of economic benefit of manufacture and use of expanded mixed fodders with application to growing of broilers was 4 512 900 rub.

Keywords: technology, expanding, mixed fodder, economic benefit

Введение

Многие хозяйства используют в кормлении животных зернофураж в чистом виде или в виде простых зерносмесей, что снижает продуктивность животных и конверсию корма и повышает себестоимость животноводческой продукции [2]. Кроме того, наблюдается нарушение энергетического и углеводно-жирового обмена, снижается продуктивность, возникают проблемы с воспроизводством. Это обусловлено тем, что недостаточно хорошо разработана технология, позволяющая реализовать глубокие физико-химические изменения в белково-углеводном комплексе при гидротермической обработке. Поэтому несбалансированность кормов является серьёзной проблемой, сдерживающей развитие животноводства [1]. При этом снижается продуктивность животных, понижается конверсию корма и возрастает себестоимость животноводческой продукции.

Известно, что потребность в комбикормах в России только для сельскохозяйственных организаций составила в 2012 г. – 30,4 млн тонн, а приведённый прогноз их потребности в 2016 г. ориентировочно будет составлять 35,5 млн тонн, а в 2020 г. – 40,7 млн тонн.

Для повышения питательной ценности и доброкачественности комбикормов рекомендуется такой способ обработки, как экспандирование [2]. Его внедрение в комбикормовую промышленность позволит во многом решить проблему сбалансированного кормления сельскохозяйственных животных.

Для цитирования

Афанасьев В. А., Джабаев Ю. А. Оценка эффективности производства и использования экспандированных комбикормов // Вестник ВГУИТ. 2016. № 3. С. 313–320. doi:10.20914/2310-1202-2016-3-313-320

For citation

Afanasiev V. A., Jabaev Yu. A. Production and usage efficiency estimation of expanded mixed fodders. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 3. pp. 313–320. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-3-313-320

Материалы и методы исследований.

При выполнении программы Союзного государства «Разработка перспективных ресурсосберегающих, экологически чистых технологий и оборудования для производства биологически полноценных комбикормов» были разработаны технологии и оборудование (пропариватель, кондиционер, экспандер и др.) для производства экспандированных комбикормов, а также разработана линия для производства экспандированного комбикорма (рисунок 1), реализующая следующие три ресурсосберегающие технологии экспандированных комбикормов:

– технология получения экспандированного комбикорма в рассыпном виде, которая обеспечивает повышение питательности комбикорма за счёт частичного гидролиза крахмала, сохранность вводимых с премиксом биологически активных веществ, способствует уничтожению болезнетворных бактерий, патогенной микрофлоры, плесени и др.;

– технология получения экспандированного комбикорма в гранулированном виде обеспечивает снижение содержания мелкой фракции по сравнению с рассыпным продуктом на 15–20%, сокращает потери и пылеобразование при последующем транспортировании, складировании, раздаче и потреблении животными и птицей, повышает объёмную массу комбикорма на 20–25%, что увеличивает эффективность использования объёма хранилищ;

– технология получения экспандированного комбикорма в виде крупки обеспечивает получение экологически чистого корма требуемой крупности для молодняка птицы, цыплят-бройлеров, кур-несушек, рыбы, поскольку производство мелких гранул (Ø 2 или 3 мм) экономически неоправданно из-за малой производительности пресс-гранулятора и больших энергозатрат.

В состав линии для производства экспандированных комбикормов в рассыпном, гранулированном и в виде крупки из гранул (рисунок 1) входят: накопительный бункер 1; шнековый питатель 2; магнитная колонка 3; кондиционер-смеситель 4; экспандер 5 с запирающим конусом 6; структуратор 7; шнековый питатель 8; пресс-гранулятор 9; охладительная колонка 10; валковый измельчитель 11.

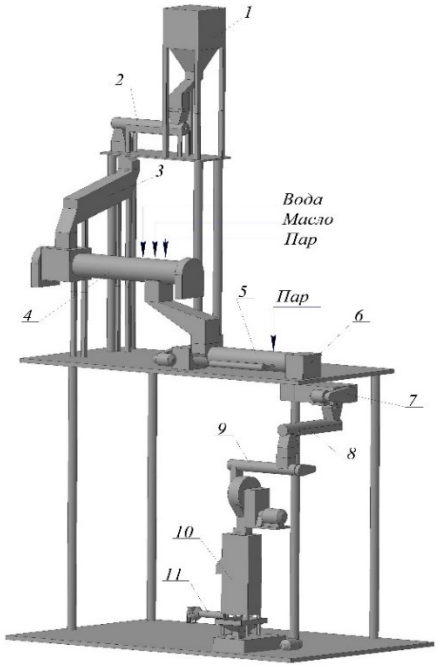


Рисунок 1. Технологическая схема линии экспандирования рассыпных комбикормов: *1* – накопительный бункер; *2* – шнековый питатель; *3* – магнитная колонка; *4* – кондиционер-смеситель; *5* – экспандер; *6* – запирающий конус; *7* – структуратор; *8* – шнековый питатель; *9* – пресс-гранулятор; *10* – охладительная колонка; *11* – валковый измельчитель

Figure 1. Technological scheme of expansion of bulk animal feed lines: 1 – storage bin; 2 – screw feeder; 3 – magnetic column; 4 – air conditioning-mixer; 5 – expander; 6 – locking cone; 7 – structurator; 8 – a screw feeder; 9 – pellet press; 10 – cooling column; 11 – roller crusher

Технологические параметры процесса экспандирования приведены в таблице 1. Подачу воды в кондиционер осуществляли в количестве не более 0,5% для получения оптимальной влажности. Температуру продукта в кондиционере меняли в пределах от 70 до 80 ºС, на выходе из экспандера – от 100 до 105 ºС.

Таблица 1.

Технологические параметры процесса экспандирования

Table 1.

The technological parameters of the process expansion

Технологические параметры / Technological parameters	Значения Values
Нагрузка на электродвигатель экспандера, А / The load on the motor of the expander, A	200
Производительность экспандера, т/ч / The performance of the expander, ton/hr	10
Температура пропаренного комбикорма в кондиционере, ºС / The temperature of the steamed feed, °C	80
Температура продукта на выходе из экспандера, ºС / The product temperature at the exit of the expander, °C	100–105
Давление запирающего конуса, Мпа / Pressure locking cone, MPa	1,0–1,5
Продолжительность обработки в экспандере, с / The duration of treatment in the expander, s	~5

Использование экспандера позволяет вводить в гранулированные комбикорма до 20% жира и до 20% мелассы. В экспандере достигается давление до 10,0 МПа и температура – до 120 °С, продолжительность обработки составляет 5–20 с. Под действием влаги и теплоты происходит клейстеризация крахмала, крахмальные зерна разрываются и переходят в более усвояемую форму.

При обработке в экспандере наблюдается частичная денатурация белка, что должно способствовать его лучшему усвоению. Как показали исследования, обработка в экспандере уменьшает бактериальную обсеменённость, полностью уничтожает колиобразные бактерии, кишечную палочку, плесневые грибы и сальмонеллы.

Отмечено, что разрушение жирорасщепляющих ферментов при экспандировании повышает срок хранения комбикормов, сохраняет их вкусовые качества. При подаче воды в кондиционер (0,5%) температура кондиционирования и экспандирования комбикормов снижается на 5–10 °С.

Экспандирование обеспечивает следующие преимущества: ввод большого количества жидких компонентов – масла, жира, мелассы и др.; устранение вредных для питания компонентов; улучшение качества и усвояемости комбикормов; более высокую производительность пресса для гранулирования; лучшее качество гранул; использование более дешевого и сложного для гранулирования сырья [3].

Исследования эффективности экспандированного комбикорма проводились на цыплятах-бройлерах кросса Смена-2. По окончании опыта в 42 дня цыплята контрольной группы имели живую массу 1696 г., 2-й группы – 1764 г., 3-й группы – 1824 г., 4-й группы – 1680 г. При этом лучшие результаты, как и в предыдущий период выращивания имели цыплята 3-й группы, получавшие гранулированный экспандат.

Среднесуточный прирост живой массы цыплят составил 47,6 г, что на 7,9% выше, чем в контрольной группе. Следует отметить, что цыплята 4-й группы, получавшие гранулированный комбикорм традиционной технологии, по показателям продуктивности вначале отставали от контрольной группы. Однако к 49 дням показатели продуктивности этих цыплят улучшились: живая масса составила 2135 г., среднесуточный прирост живой массы за финишный период – 68,5 – 69,3 г.

Для оценки влияния тепловой обработки комбикорма на качество животноводческой продукции проводили контрольный забой цыплят по 3 головы из каждой группы. Из данных контрольного забоя следует отметить повышенный выход мяса у цыплят 3-й группы (69,5%) по сравнению с контрольной и 4-й опытной (67,6 и 67,3%). Кроме того, цыплята 2-й группы имели наибольшую массу внутреннего жира (34,2 г) по сравнению с остальными группами.

Наилучшие показатели продуктивности цыплят-бройлеров кросса Смена-2 получены при использовании в кормлении комбикормов в виде крупки из гранулированного экспандата в первый период выращивания и гранулированного экспандата во второй период выращивания.

Показателями продуктивности кур-несушек служили яйценоскость, интенсивность яйцекладки, масса яиц, выход яичной массы и затраты корма. Анализ данных по яйценоскости кур-несушек (таблица 2) показывает, что яйценоскость кур за опытный период составляла в группах 61,1–66,6 яиц на 1 курицу и зависела от технологии приготовления комбикорма. При этом указанный показатель был наиболее высоким у кур четвертой группы, получавшей крупку из гранул, и на 9% был выше по сравнению с контрольной группой.

Экспериментальные данные по выходу яичной массы на курицу-несушку свидетельствуют о том, что выход яичной массы за три месяца в третьей и четвертой группах кур-несушек, которым скармливали комбикорм в виде крупки, был одинаковым и составил 4,4 кг или на 8,4% выше по сравнению с группой, получавшей рассыпной комбикорм (таблица 3).

Результаты опыта (таблица 4), показали, что средняя масса яиц кур-несушек за три месяца в контрольной и третьей, четвертой опытных группах практически одинакова (66,3–67,2 г) и немного ниже (на 0,6–2,7%) оказалась во второй группе.

Анализ данных по затратам комбикорм на 10 яиц и на 1 кг яичной массы (таблица 5) показывает, что суточное потребление комбикормов на одну голову за весь период опыта в контрольной, третьей и четвертой группах было примерно одинаковым (124,6–126,2 кг) и незначительно ниже во второй группе, получавшей крупку из экспандата.

Затраты комбикорма на 10 яиц в опытных группах составили 1,64; 1,71; 1,71 кг или 89,1; 92,9 и 92,9% по отношению к контролю. Затраты комбикормов на 1 кг яичной массы в опытных группах были на одном уровне (2,53–2,57 кг) или 92–93,4% по отношению к контролю.

Таким образом, при скармливании курам-несушкам экспандированных комбикормов и гранулированных в виде крупки яйценоскость за 90 дней учётного периода составила 63,6–66,6 яиц, интенсивность яйцекладки 84,8–88,8%, выход яичной массы 4,2–4,4 кг при затрате корма на 10 яиц 1,64–1,71 кг и 1 кг яичной массы 2,53–2,57 кг. Наибольшая эффективность получена в третьей и четвертой группах, получавших комбикорм в виде крупки из экспандата и крупки из гранул.

Исследование режимов экспандирования рассыпных комбикормов на экспандере фирмы «Амандус Каль» (Германия) на Волосовском комбикормовом заводе Ленинградской области и их влияние на качество готовой продукции проводили в процессе производства комбикормов по рецептам: ЭК-1 (для кур-несушек 15–18 месяцев) и ЭК-2 (для молодняка кур 5–30 дней). Изменение качества комбикорма рецепта ЭК-2 в процессе его обработки изучали по следующим показателям: содержание растворимых и легкогидролизуемых углеводов, витаминов B_1 и B_2, атакуемость углеводов и протеина гидролитическими ферментами и санитарно-гигиеническим показателям. В исходном и экспандированном комбикорме определяли токсичность, наличие сальмонелл, кишечную палочку, общую бактериальную обсемененность.

Таблица 2.

Интенсивность яйцекладки кур-несушек

Table 2.

The intensity of egg-laying hens

№ группы Group number	Интенсивность яйцекладки,% за месяц / The intensity of oviposition,% per month				
	1	2	3	Средняя за 3 месяца For three months	% к контролю % of control
1	84,8	82,4	76,8	81,5	100
2	89,2	84,0	81,6	84,8	104,0
3	91,2	88,8	82,8	87,1	106,9
4	94,0	89,2	83,2	88,8	109,0

Таблица 3.

Выход яичной массы

Table 3.

The output of egg mass

№ группы Group number	Выход яичной массы на одну курицу, г за месяц \ The output of egg mass per hen, g for a month				
	1	2	3	За три месяца For three months	% к контролю % of control
1	1393	1376	1308	4077	100
2	1441	1359	1336	4216	103,4
3	1530	1474	1416	4420	108,4
4	1549	1472	1398	4419	108,4

Таблица 4.

Масса яиц кур-несушек

Table 4.

The weight of eggs of laying hens

№ группы Group number	Средняя масса яйца, г за месяц \ Average mass of eggs, g per month				
	1	2	3	За 3 месяца For three months	% к контролю % of control
1	65,7	66,8	68,1	66,8	100
2	64,6	64,7	65,5	65,0	97,3
3	67,1	66,4	68,4	67,2	100,6
4	65,9	66,0	67,2	66,3	99,2

Таблица 5.

Затраты комбикорма на 10 яиц и яичную массу

Table 5.

The cost of feed for 10 eggs and egg mass

№группы Group number	Потребление комбикорма на 1 голову в сутки, кг Consumption of feed per 1 head per day, kg	Затраты комбикорма, кг \ The costs of feed, kg			
		На 10 яиц For 10 eggs	% к контролю % of control	На 1 кг яичной массы	% к контролю % of control
1	125,0	1,84	100	2,75	100
2	116,2	1,64	89,1	2,53	92,0
3	124,6	1,71	92,9	2,54	92,4
4	126,2	1,71	92,9	2,57	93,4

Таблица 6.

Качество комбикорма ЭК-2 в процессе обработки

Table 6.

The quality of feed is the EK 2 in the process

Наименование показателя / Name of the indicator	Рассыпной комбикорм Loose mixed fodder	Комбикорм после экспандера After the feed expander	Экспандированный комбикорм в виде крупки Expanded polystyrene feed in trichina
Растворимые углеводы, % / Soluble carbohydrates, %	4,8	4,5	4,9
Легкогидролизуемые углеводы, % / Hydrolyzable carbohydrates, %	34,6	38,5	34,5
Витамин B_1, мг% / Vitamin B_1, mg%	0,23	0,20	0,22
Витамин B_2, мг% / Vitamin B_2, mg%	0,22	0,25	0,22
Атакуемость углеводов амилолитическими ферментами, мг/г Atachement carbohydrates, amilolytic enzymes, mg/g	46,1	100,8	102,2
Атакуемость протеина протеолитическими ферментами, мг/г Attachement protein proteolytic lytic enzymes, mg/g	4,5	4,5	4,5
Микробные клетки, КОЕ в 1 г / Microbial cells, CFU in 1 g	$5 \cdot 10^4$	$1 \cdot 10$	$4 \cdot 10$
Сальмонеллы, КОЕ в 25 г / Salmonella CFU in 25 g	–	–	–
Кишечная палочка, E coli/г / Escherichia coli, E. coli/g	–	–	–

Анализ результатов исследования качества комбикорма (таблица 6) показывает, что обработка комбикорма в кондиционере и экспандере повлияла на степень атакуемости углеводов амилолитическими ферментами. Отмечается двукратное увеличение степени атакуемости углеводов амилолитическими ферментами экспандированного комбикорма по сравнению с рассыпным (102,2–100,8 и 46,1 мг/г, соответственно).

Следует также отметить некоторую долю снижения бактериальной обсеменённости обработанного продукта. Другие исследуемые показатели не претерпели существенных изменений.

Так, содержание витаминов B_1 и B_2, растворимых и легкогидролизуемых углеводов осталось на прежнем уровне, что характеризует режимы обработки как щадящие.

Полученные данные свидетельствуют о соответствии допустимым нормам микробиологических показателей и содержания вредных для здоровья соединений: нитратов, пестицидов и тяжёлых металлов. Подтверждена также высокая степень сохранности ценных питательных веществ в процессе экспандирования.

Годовой экономический эффект от производства продукции рассчитывали в соответствии с «Методическими указаниями по определению экономической эффективности в народном хозяйстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений» по формуле:

$$Э = (П – Е_н \cdot К) А \quad (1)$$

где Э – годовой экономический эффект от производства новой продукции, руб.; *П* – прибыль от реализации новой продукции, руб.; *К* – удельные капитальные вложения на производство новой продукции, руб.; $E_н$ – нормативный коэффициент эффективности использования капитальных вложений; *А* – годовой объем новой продукции на линии экспандирования, т.

Годовой объем производства экспандированного комбикорма при 2-х сменной работе предприятия составляет:

$$A = 5{,}0 \cdot 24 \cdot 231 = 27720 \text{ т},$$

где *А* – годовой объем производства комбикормов, т; 5,0 – производительность линии, т/ч; 24 – продолжительность работы линии в сутки, ч; 231 – годовой рабочий период, дней.

Стоимость оборудования линии (капитальные вложения) – 6800 тыс. руб., в т. ч. удельные капвложения 245,31 руб. т, установленная мощность электродвигателей – 180 кВт.

При расчёте издержек на экспандирование комбикормов включены следующие статьи затрат: оплата труда, отчисления в фонды, стоимость электроэнергии, накладные расходы, в т. ч. общепроизводственные, стоимость тепловой энергии на производственные нужды и прочие (таблица 7).

Расчёт себестоимости производства экспандированных комбикормов на примере рецептов для цыплят-бройлеров представлен в таблице 8.

Следовательно, средневзвешенная прибыль от реализации 1 т экспандированного комбикорма для цыплят-бройлеров составляет 399,04 руб.

Подставляя полученные значения в формулу (1) получим экономический эффект:

$Э = (399{,}04 – 0{,}15 \cdot 245{,}31) \cdot 27720 = 1{,}0041$ млн руб.

Таким образом, расчёт показал, что внедрение линии экспандирования на комбикормовом предприятии обеспечит экономический эффект 10,0 млн. руб.

Для оценки эффективности использования экспандированных комбикормов при откорме цыплят-бройлеров рассчитана прибыль, полученная птицефабрикой от реализации продукции (мяса птицы).

Для расчёта использовали результаты зоотехнических опытов по скармливанию цыплятам-бройлерам рассыпного и экспандированного комбикормов (таблица 9). Прибыль от реализации продукции определяли по формуле:

$$Э = Ц \qquad (2)$$

где *Ц* – цена 1 кг живой массы цыплят, руб.; *П* – прирост живой массы цыплят, кг; *С* – себестоимость прироста живой массы цыплят, руб.

Для расчёта себестоимости прироста живой массы использовались фактические данные по статьям затрат на производство продукции, полученной птицефабрикой Воронежской области. Расчёт себестоимости прироста живой массы с использованием результатов экспериментов по скармливанию рассыпного и экспандированного комбикорма представлены в таблице 10.

Из таблицы 10 следует, что прирост прибыли при использовании экспандированных комбикормов по сравнению с рассыпным составит 48917 – 46605 = 2312 рублей на 1000 кг живой массы или 5,00 руб. на 1 цыплёнка-бройлера.

Таблица 7.

Расчёт издержек экспандированных комбикормов

Table 7.

The calculation of the cost of expanded feed

Статьи затрат / Cost items	Формула расчёта Calculation formula	Объем затрат при производстве экспандированного комбикорма, руб. Costs in the production of extruded feed, RUB
Заработная плата аппаратчик 6-го разряда – 2 чел. Wages apparatus worker 6 th digit – 2 people	16000·12·2	384000
Дополнительная заработная плата (20%) / Additional salary (20%)	384000·0,2	76800
Всего заработная плата / Total wages		460800
Начисления на зарплату в фонды (27,3%) / Charges to pay in funds (27,3%)	0,273·ЗП	125800
Амортизационные отчисления (10%)/ Depreciation (10%)	0,1·6800000	680000
Стоимость потребляемой электроэнергии (2,95 руб.·кВтч) The cost of electricity consumed (2.95 RUR.·kWh)	180 × 0,96 × 24 × 231 × 2,95	2827256
Прочие, 10% / Other, 10%	0,1·ЗП	46080
Всего издержки производства / Total production costs		4139936
Издержки на 1 т продукции / The cost of 1 ton of product	ИП / А	150,00

Таблица 8.

Себестоимость экспандированных комбикормов (руб.)

Table 8.

Cost of expanded compound feed (RUR)

Показатели / Indicators	Рецепт комбикорма Recipe feed	
	ПК-5	ПК-6
Стоимость сырья на 1 т комбикорма / The cost of raw materials per 1 ton of feed	7958	6934
Производственные потери (1%) / Production losses (1%)	79,58	69,34
Себестоимость производства 1 т сыпучие корма / The cost of production of 1 ton of loose feed	620	620
Себестоимость 1 т рассыпного комбикорма (т) The cost of 1 t of loose feed (ton)	8657,58	7623,34
Издержки производства 1 т экспандированного комбикорма / The cost of production of 1 ton of extruded feed	150,00	150,00
Себестоимость 1 т экспандированного комбикорма / The cost of 1 ton of extruded feed	8807,58	7773,34
Прибыль, 5%/ Profit, 5%	440,38	388,67

В целом по птицефабрике годовой экономический эффект от выращивания бройлеров с использованием экспандированных комбикормов составит:

$$Э = 5{,}00 \cdot 180516 \cdot 5 = 4512900 \text{ руб.},$$

где 180516 – количество цыплят-бройлеров на птицефабрике за 1 цикл выращивания; 5 – количество циклов выращивания в течение года.

Годовой экономический эффект от использования экспандированных комбикормов при выращивании цыплят-бройлеров составит 4738545 руб. ≈ 4,5 млн. руб.

Общий годовой эффект от внедрения линии экспандирования комбикормов составит 14,5 млн. руб., срок окупаемости капитальных вложений:

$$6{,}8:14{,}5 = 0{,}5 \text{ года} = 6 \text{ месяцев}.$$

Таблица 9.

Показатели опытов

Table 9.

Experiments indications

Показатель / Indication	Группа, получавшая комбикорм / The group receiving feed	
	контроль рассыпной control loose	опытная экспандированный experimental: expanded polystyrene
Среднесуточный прирост, г / Average daily gain, g	50,4	56,8
Прирост живой массы за весь период, кг Weight gain over the entire period, kg	128,13	133,74
Расход кормов на 1 кг прироста живой массы, кг Feed consumption per 1 kg of live weight gain, kg	1,87	1,79
Расход комбикормов за весь период, кг Consumption of feed during the whole period, kg	239,60	239,40
Стоимость комбикорма ПК-5, руб. / The cost of feed, RUB.	8,66 х 44,1 = 381,91	8,81 х 41,8 = 368,85
Стоимость комбикорма ПК-6, руб. / The cost of feed, RUB.	7,62 х 195,5 = 1489,71	7,78 х 197,6 = 1537,33
Итого стоимость комбикорма, руб. / Total cost of feed, RUB.	1871,62	1906,18

Таблица 10.

Результаты экспериментов по скармливанию рассыпного и экспандированного комбикорма

Table 10.

The results of experiments on the feeding of loose and expanded feed

Показатель / Indicator	Значение по группам / The value of groups	
	рассыпной комбикорм loose mixed fodder	экспандированный комбикорм expanded feed
Прирост живой массы, кг / The gain of alive mass, kg	1000	1000
Себестоимость выращивания, руб. The cost of cultivation, RUB.	24345	23753
в т. ч. стоимость комбикормов / including the cost of feed	14607	14252
Выход продукции, % / Production yield, %	82,5	84,5
Выручка от реализации, руб. / Revenues from sales, RUB.	825 кг·86,0 руб. = 70950	845 кг ·86,0 руб. = 72670
Прибыль, руб. / Profit, RUB.	46605	48917

В результате проведения комплексной оценки качества экспандированных комбикормов установлено, что полученные экспандированные комбикорма ЭК-1 и ЭК-2, исследованные по физико-химическим, органолептическим, микробиологическим и показателям безопасности, соответствовали требованиям, предъявляемым к комбикормам.

Заключение

Разработка инновационной технологии и линии для производства высокоэффективных экологически чистых экспандированных комбикормов для сельскохозяйственных животных, птиц и рыб позволит повысить их усвояемость на 10–12% и снизить энергозатраты на производство в 2 раза по сравнению с экструдированием.

Разработана конструкторская документация и изготовлен опытный образец экспандера ДЭК-5. Разработана технологическая линия производства экспандированных комбикормов в рассыпном виде, гранулированном и в виде крупки из гранул.

Разработана новая технология производства экспандированных комбикормов и техническая документация ТУ 9296–003–05079236–2012 «Комбикорма экспандированные».

Оценка эффективности использования экспандированных комбикормов при скармливании курам-несушкам, произведенных на экспандере фирмы «Спроут-Матадор» (Дания) на Богдановичском комбикормовом заводе Свердловской области и на экспандере фирмы «Амандус Каль» (Германия) на Волосовском комбикормовом заводе Ленинградской области показали, что яйценоскость за 90 дней учетного периода составила 63,6–66,6 яиц, интенсивность яйцекладки 84,8–88,8%, выход яичной массы 4,2–4,4 кг при затрате корма на 10 яиц 1,64–1,71 кг и 1 кг яичной массы 2,53–2,57 кг

ЛИТЕРАТУРА

1 Василенко В. Н., Остриков А. Н. Техника и технологии экструдированных комбикормов Воронеж: ВГТА, 2011. 456 с.

2 Афанасьев В. А., Остриков А. Н. Приоритетные методы тепловой обработки зерновых компонентов в технологии комбикормов Воронеж: ВГУИТ, 2015. 337 с.

3 Остриков А. Н., Василенко В. Н., Афанасьев В. А., Богомолов И. С. Экспандирование как способ повышения эффективности АПК // Комбикорма. 2013. № 4. С. 29–32.

4 Дерканосова А. А., Коротаева А. А. Особенности российского рынка комбикормов и перспективы его развития // Экономика. Инновации. Управление качеством. 2013. № 3. С. 107.

5 Дерканосова А. А. Анализ перспективы производства отечественных кормовых препаратов // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2012. № 2. С. 194–196.

6 Войнов Е. С. Ветеринарно-санитарная оценка кормов используемых для кормления домашних животных // Биотика. 2015. № 6. Т.7. С. 46–50.

7 Алпатов А. В. Ценовая паритетность сельскохозяйственной продукции, энергетических и материально-технических ресурсов // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2012. Т. 7. № 2. С. 15–20.

8 Bobrova E. A. The methodology for development of the “costs” category in the management mechanism of agricultural economic sector // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2016. V. 56. № 8. P. 181–191.

REFERENCES

1 Vasilenko V. N., Ostrikov A. N. Tekhnika i tekhnologii ekstrudirovannykh kombikormov [Technique and technology of extruded feed]. Voronezh, VGTA, 2011. 456 p. (in Russian).

2 Afanas'ev V. A., Ostrikov A. N. Prioritetnye metody teplovoi obrabotki zernovykh komponentov v tekhnologii kombikormov [Priority methods of heat treatment of grain components in animal feed technology]. Voronezh, VGUIT, 2015. 337 p. (in Russian).

3 Ostrikov A. N., Vasilenko V. N., Afanas'ev V. A., Bogomolov I. S. The expansion as a way to increase efficiency APK. *Kombikorma* [Feed]. 2013. no. 4. pp. 29–32. (in Russian).

4 Derkanosova A. A., Korotaeva A. A. Features of the Russian market of animal feed and its development prospects. *Ekonomika. Innovatsii. Upravlenie kachestvom* [Economy. Innovation. The management of quality]. 2013. no. 3. pp. 107. (in Russian).

5 Derkanosova A. A. Analysis of the prospects for production domestic feed drugs. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologii*. [Proceedings of the Voronezh state University of engineering technologies]. 2012. no. 2. pp. 194–196. (in Russian).

6 Voinov E. S. Veterinary and sanitary assessment of feed used for feeding pets. *Biotika* [Biotika]. 2015. no. 6. vol. 7. pp. 46–50. (in Russian).

7 Alpatov A. V. Price parity of agricultural products, energy and material resources. Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2012. vol. 7. no. 2. pp. 15–20. (in Russian).

8 Bobrova E. A. The methodology for development of the “costs” category in the management mechanism of agricultural economic sector. Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2016. vol. 56. no. 8. pp. 181–191. (in Russian)..

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Валерий А. Афанасьев д. т. н., профессор, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерно перерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, vnii_kp@mail.ru

Юнус А. Джабаев соискатель, Министерство сельского хозяйства РФ, департамент научно-технологической политики и образования, г. Москва, Россия, u.dzhabaev@mcx.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Valerij A. Afanasiev 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, vnii_kp@mail.ru

Yunus A. Dzhabaev Ministry of agriculture of Russian Federation, department of a scientifically-technological policy and education, Moscow, Russia, u.dzhabaev@mcx.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Валерий А. Афанасьев консультация в ходе исследования
Юнус А. Джабаев написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

CONTRIBUTION

Valerij A. Afanasiev consultation during the study
Yunus A. Dzhabaev 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 29.06.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 10.08.2016

RECEIVED 6.29.2016

ACCEPTED 10.8.2016

Оригинальная статья/Original article

УДК 336.02

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-321-326

Финансовые механизмы безопасности социально-ориентированной модели развития экономики РФ (на основе импортозамещения и внедрения инноваций)

Татьяна И. Овчинникова, [1] mih.goz@gmail.com
Надежда Н. Титова [1] titovanadya2012@mail.ru

1 кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия

Реферат. В статье рассмотрены особенности импортозамещения в социально ориентированной модели, определяемой как экономика с высоким уровнем государственного перераспределения дохода субъектов хозяйствования и развитой на этой основе системы социальной защиты. Импортозамещение рассматривается с точки зрения создания новых производств и технологий, которые реализуются за счет собственных и заемных средств инвесторов. Предлагаются финансовые механизмы для внедрения инноваций, способствующие импортозамещению: отраслевые планы и дорожные карты, как наличие ориентиров для создания рациональных объемов бюджетных платежей и финансовых ресурсов предприятий, необходимых для модернизации производств, а также направления финансовых ресурсов для реализации конкретных наиболее важных национальных приоритетов и инновационно инвестиционных проектов. Объем инвестиций в основной капитал, соотнесенный с его стоимостью, заметно вырос с 3,5% в 2003 г. до 11,6% в 2009 г., но значение этого показателя недостаточно, так как степень износа основных фондов в экономике региона составила в 2009 г. 44,9%. Прямые иностранные инвестиции преобладают: в Красноярском крае их доля составила в 2009 г. – 45,4%, Краснодарском крае – 40,5%, Нижегородской области – 84,5%. В Воронежской области функционируют такие предприятия, как КБХА, филиал ФГУП ГКНПЦ им. М. В. Хруничева «Воронежский механический завод», ОАО «Концерн "Созвездие"», обладающие высокими технологиями, составляющими безопасность страны и особо нуждающиеся в инвестициях. В планах актуальной стратегии социально-экономического развития Воронежской области предполагается увеличить удельный вес инновационной продукции таких предприятий и повысить уровень инновационной активности до 2020 г. Социально ориентированная модель, учитывающая импортозамещение отечественной технологий и продукции, нуждается в усилении функции планирования, обеспечивающей ее финансовые механизмы.

Ключевые слова: импортозамещение, инновации, финансовые механизмы безопасности.

Financial mechanisms and social safety-oriented model of development of the Russian economy (based on import substitution and innovation)

Tatiana I. Ovchinnikova, [1] mih.goz@gmail.com
Nadezhda N. Titova, [1] titovanadya2012@mail.ru

1 economical safety and financial monitoring department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia

Summary. In article features of import substitution in the socially oriented model determined as economy with the high level of the state income redistribution of subjects of managing and developed on this basis of system of social protection are considered. Import substitution is considered from the traditional point of view – creation of new productions and technologies which are implemented at the expense of own and borrowed funds of investors. The financial mechanisms for implementation of innovations promoting import substitution are offered: industry plans and road maps as availability of reference points for creation of rational amounts of the budget payments and financial resources of the entities necessary for upgrade of productions, and also the directions of financial resources for implementation of specific most important national priorities and innovative investment projects. The volume of investment into the fixed capital correlated to its cost considerably grew from 3.5% in 2003 to 11.6% in 2009, but value of this indicator isn't enough as degree of depreciation of fixed assets in economy of the region constituted 44.9% in 2009. Direct foreign investments prevail: in Krasnoyarsk Krai their share constituted in 2009 – 45.4%, Krasnodar Region – 40.5%, the Nizhny Novgorod Region – 84.5%. In the Voronezh region such entities as KBHA, Federal State Unitary Enterprise State Research and Production Space Center branch of M. V. Khrunichev the Voronezh Mechanical Plant, JSC Sozvezdiye Concern having the high technologies making safety of the country and especially needing investments function. In plans of urgent strategy of social and economic development of the Voronezh region it is supposed to increase specific weight of innovative products of such entities and to increase the level of innovative activity till 2020. The socially oriented model considering import substitution domestic technologies and products needs strengthening of the planning feature providing its financial mechanisms.

Keywords: import substitution, innovation, financial security mechanisms.

Введение

Для эффективного управления экономикой предприятий необходимо достижение целей, определяемых обществом и рынком на соответствующих этапах социально-экономического развития страны. Поскольку цели общества меняются под давлением внешних или внутренних обстоятельств, изменяются и модели управления экономикой, наблюдаются перестроение в содержании функций хозяйствования предприятий. Так, в командно-административной системе большое значение придавалось функции централизованного государственного планирования, планы предприятий утверждались министерствами; в рыночной экономике эта функция ограничивается зачастую бюджетированием, а также при внедрении инноваций – бизнес-планированием, которые зачастую не созвучны с государственным целеполаганием. Актуальность темы исследования подтверждается тем, что задача импортозамещения решает проблему безопасности экономики страны, а также уточняет финансовые механизмы, вызванные необходимостью эффективности их использования.

Импортозамещение как процесс, позволяющий сделать экономику РФ безопасной, рассмотрено в статье с двух сторон. С одной

Для цитирования
Овчинникова Т. И., Титова Н. Н. Финансовые механизмы безопасности социально-ориентированной модели развития экономики РФ (на основе импортозамещения и внедрения инноваций) // Вестник ВГУИТ. 2016. № 3. С. 321–326. doi:10.20914/2310-1202-2016-3-321-326

For citation
Ovchinnikova T. I., Titova N. N. Financial mechanisms and social safety-oriented model of development of the Russian economy (based on import substitution and innovation). *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 3. pp. 321–326. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-3-321-326

стороны, государственная цель – при импортозамещении ведется создание новых производств и технологий, которые реализуются за счет собственных и заемных средств инвесторов. С другой стороны, требования свободного рынка обуславливают не только задачи предприятий, но и цели государственного уровня, которые могут также не совпадать. Эффективный путь получения прибыли предприятием является более рациональным, если использовать зарубежные технику и технологии, чем создавать отечественные, начиная их разработку и внедрение с «нуля». На правительственном уровне уже «озвучены» идеи отмены санкций для отдельных европейских стран, которые не станут препятствовать экспорту продукции и технологии стран свободного рынка.

Критическая оценка соблюдения подхода импортозамещения (рисунок 1) в управлении экономикой предприятий свидетельствует о том, что вследствие отдельных факторов в РФ были упущены возможности развития отечественных технологий и использовались зарубежные техники и технологии. Все это отрицательно повлияло на экономическое развитие предприятий регионов страны.

Положения, усложняющие внедрение импортозамещения The provisions that complicate the introduction of import substitution
—упущены возможности развития отечественных технологий; —рост цен по «сговору» компаний; —рост цен в результате сужения объема зарубежного рынка; —отсутствие необходимой, для определения оптимальных объемов импорта из других стран; —нет сбалансированного плана экспорта и импорта технологий товаров из других стран —Missed opportunities for the development of domestic technologies; —The rise in prices on the "conspiracy" of companies; —The rise in prices as a result of narrowing the scope of the foreign market; —There is no need to determine the optimal volume of imports from other countries; —There is a balanced plan of export and technology import goods from other countries

Рисунок 1. Положение РФ, усложняющее внедрение импортозамещения
Figure 1. The position of the Russian Federation, complicating the implementation of import substitution

Рост цен на отдельных предприятиях и рынках стал формироваться стихийно, независимо от конъюнктуры мирового рынка по номенклатуре соответствующей продукции и случаев сговора компаний. Производства, не имея выхода на внешний рынок (в результате санкций), компенсировали потерянную выручку за счет завышения цен на внутреннем рынке что в отдельных случаях приводит к потере ими внутреннего рынка. При отсутствии товарных балансов органы государственного и регионального управления лишаются необходимой информации для определения оптимальных объемов импорта из других стран.

Необходимо разработать и сбалансировать план экспорта и импорта товаров, технологий и услуг на государственном и, региональном и организационном уровнях. Такой план разрабатывается, уже создано «19 утвержденных Минпромторгом отраслевых планов, которые включают 2059 проектов в следующих отраслях: легкая, авиационная, лесная, химическая, радиоэлектронная, автомобильная промышленность, транспортное, сельскохозяйственное и лесное машиностроение…». Министерство промышленности и торговли представило отраслевые планы по импортозамещению, в которых предполагается выделение 1,5 трлн руб. гражданским отраслям перерабатывающей продукции, из них 1,265 трлн руб. частных инвестиций и 235 млрд – государственных. В плане предусмотрено, что до 2020 г. будет создано до 800 изделий и товаров, которые помогут снизить влияние западных санкций на российскую экономику. Однако отсутствие плана товарных балансов в регионах, к примеру, в Воронежской области, негативно влияет на решение проблемы структурной перестройки ее экономики.

Проблема осложняется принятием инвестиционных обязательств инвесторами по модернизации предприятий в целях импортозамещения. Что в свою очередь затруднено, поскольку обновление основных фондов и технологий связано с морально устаревшими мощностями почти во всех отраслях экономики и недостаточным уровнем инвестиций в основной капитал. О низком уровне инвестиций свидетельствуют данные об их объеме на душу населения (таблица 1). Воронежская область занимала в 2009 г. по этому показателю 11-е место в ЦФО, уступая всем областям ЦЧР, особенно заметно – Белгородской (в 1,35 раза) и Липецкой (1,9 раза).

О качестве инвестиционного процесса можно судить по сопоставлению объема инвестиций в основной капитал с реальными потребностями предприятий в обновлении производственной базы. Значительная доля инвестиций приходится на производство и распределение электроэнергии, газа и воды (реализуется проект строительства НВАЭС-2). Несмотря на то что объем инвестиций в основной капитал, соотнесенный с его стоимостью, заметно вырос (с 3,5% в 2003 г. до 11,6% в 2009 г.), значение этого показателя явно недостаточно, поскольку степень износа основных фондов в экономике региона составила в 2009 г. 44,9%.

Таблица 1

Динамика инвестиций в основной капитал по субъектам ЦФО на душу населения (в фактически действовавших ценах, рублей) [2]

Table 1

The dynamics of investment in fixed assets by the subjects of the CFA per capita (in fact dei isting prices rubles)

Субъекты / Subjects	Годы Years					
	2000	2005	2006	2007	2008	2009
ЦФО / CFA	7956	25744	32869	47859	61350	50378
Белгородская область / Belgorod region	6144	23170	34428	55072	68469	51082
Брянская область / Bryansk region	1984	6345	9409	16001	19399	21020
Владимирская область / Vladimir region	3097	11708	15179	25971	31189	33374
Воронежская область / Voronezh region	3397	12330	16968	28555	41389	37801
Ивановская область / Ivanovo region	1734	10897	13469	16070	24203	28047
Калужская область / Kaluga region	4969	13385	18087	34758	65989	58728
Костромская область / Kostroma region	6116	19745	16753	19894	24253	16099
Курская область / Kursk region	4258	14993	19741	28736	40340	42474
Липецкая область / Lipetsk region	5089	25572	37852	55242	75543	72060
Московская область / Moscow region	7662	27344	35699	60239	71962	48571
Орловская область / Oryol Region	5543	11467	15315	29261	33246	24461
Рязанская область / Ryazan region	4864	19883	22040	28782	45844	33126
Смоленская область / Smolensk region	6143	14195	16034	25474	38380	37101
Тамбовская область / Tambov region	2067	12920	17501	27763	38767	42993
Тверская область / Tver region	6238	16839	17394	26270	36539	49467
Тульская область / Tula region	5889	12915	15320	23012	35496	39963
Ярославская область / Yaroslavl region	5795	31851	28054	33549	42029	39684
г. Москва / Moscow	15585	43782	56562	74182	91754	71114

Иностранные инвестиции заметно снизились. По данным facto.ru, объем иностранных инвестиций, поступивших в экономику Воронежской области в 1 квартале 2015 г., на 69,4% ниже уровня соответствующего периода 2014 г.

Структура иностранных инвестиций в регионе существенно не выгодно отличается от соответствующих в целом по РФ и ЦФО. В регионах-лидерах прямые иностранные инвестиции преобладают: в Красноярском крае их доля составила в 2009 г. – 45,4%, Краснодарском крае 40,5%, Нижегородской области – 84,5%. Однако учитывая, что Воронежская область – старопромышленный центр России и слабо адаптирована к условиям развивающейся конкурентной среды, инвесторы не пытаются вкладывать инвестиции в инновации области.

В регионе функционируют такие предприятия, как КБХА, филиал ФГУП ГКНПЦ им. М. В. Хруничева «Воронежский механический завод», ОАО «Концерн “Созвездие”», обладающие высокими технологиями, составляющими безопасность страны и особо нуждающиеся в инвестициях. Государством планируется не только изменение организационной структуры таких предприятий (они входят в концерн Калашникова), но и увеличение инвестиций, которые в новой организационной форме будут четко контролироваться. В планах актуальной стратегии социально-экономического развития Воронежской области предполагается увеличить удельный вес инновационной продукции таких предприятий и повысить уровень инновационной активности до 2020 г. (таблица 2).

Инновационная система является одним из важных факторов эффективного и динамичного развития региона. Высокий научно-технический потенциал Воронежской области позволяет рассчитывать на активизацию инновационных процессов. Однако для реализации качественного прорыва необходимы иные объемы инновационной продукции (до уровня 40% к 2020 г.).

В настоящее время наблюдается низкая восприимчивость производственной системы региона к инновациям. Занимая лидирующее место в ЦФО по основным характеристикам научного потенциала, область заметно отстает от признанных инновационных центров (Самарской, Нижегородской, Новосибирской и других областей).

Так, по общей численности студентов вузов (в 2009/10 уч. г. – 133,4 тыс. чел.) Воронежская область занимает 3-е место в ЦФО после Москвы и Московской области и 15-е место – в общероссийском рейтинге, а по численности студентов на 10 тыс. жителей (в 2009/2010 уч. г. – 612 чел.) – 3-е место в ЦФО и 8 место в общероссийском рейтинге; по численности аспирантов (в 2009/10 уч. г. 2599 чел.) область занимает 3-е место в ЦФО и 16 место в общероссийском рейтинге, докторантов (в 2009/10 уч. г. – 62 чел.) – соответственно 2 и 13-е места; по численности профессорско-преподавательского состава доля Воронежской области

в ЦФО составляет 4,3% (без учета Москвы – 10%), а по доле докторов наук в численности профессорско-преподавательского состава – 2,9% (без учета Москвы – 9,7%); по численности персонала, занятого исследованиями и разработками (в 2009 г. – 14677 чел.). Воронежская область занимает 3 место в ЦФО и 9 место – в России, по численности исследователей, имеющих ученую степень (в 2009 г. – 924 чел.), – соответственно 3 и 12-е места; по количеству выданных патентов на изобретения (в 2009 г. – 547) область занимает 4-е место в ЦФО и 11-е – в России; по числу патентов на полезную модель (в 2009 г. – 94) третье–пятое места в ЦФО и находится на 22–24-х местах в России.

Таблица 2

Индикаторы актуализированной Стратегии (заимствованные из действующей Стратегии)

Table 2

Indicators of the updated Strategy (adopted from the current strategy)

Наименование индикатора / indicator title	Годы Years					Действующая стратегия до 2020 года / The current strategy until 2020
	2005	2009	2010	2014	2020	
Удельный вес инновационной продукции в общем объеме отгруженной продукции инновационно-активных предприятий, осуществляющих технологические инновации, % / The share of innovative products in the total volume of products shipped innovative enterprises engaged in technological innovation, %	–	12,8	–	22,0	40,0	25–35
Уровень инновационной активности организаций, % / Level of innovation activity of organizations, %	12,2	8,6	–	13,32	50	40–50

Собственники предприятий, направляют инвестиции, в первую очередь, на поддержку экспортоориентированных производств, не уделяя должного внимания производству отечественных товаров народного потребления для внутреннего рынка.

Как следствие, большинство этих предприятий осталось без необходимых финансовых ресурсов для инвестиционной и текущей деятельности.

Задолженность отдельных предприятий, в частности АПК, не позволяет им развиваться инновационно. Прибыль предприятий региона не задействована в формировании оборотных денежных средств, что свидетельствует об ослаблении этого показателя как стимула для дальнейшего развития производства. Для сравнения, в США главным источником обеспечения деятельности промышленности остается нераспределенная прибыль (до 60%), что демонстрирует потенциал эффективного применения либеральной модели экономического развития в этой стране.

В то же время на предприятиях в регионе главным источником финансирования текущих и инвестиционных расходов остается кредиторская задолженность, которая на отдельных предприятиях превышает объемы дебиторской в 1,18–1,32 раза, создавая условия для существования отдельных традиционно убыточных предприятий.

Предприятия реального сектора работают практически при отсутствии в их составе оборотных денежных средств собственных финансовых ресурсов. Поскольку каждое третье промышленное предприятие убыточно, то получение им коммерческого кредита на производственную деятельность становится проблемным. Если ставка банковского годового процента превышает 17%, то заимствование денежных средств низкорентабельными предприятиями также становится практически невозможным.

Возникает замкнутый круг, при котором убыточные и низкорентабельные предприятия не имеют доступа к кредитным ресурсам и возможности увеличить объем производства, снизить себестоимость продукции и обеспечить прибыльность своей деятельности. В то же время коммерческие банки, учитывая высокие риски предоставления кредитов таким заемщикам, блокируют выдачу и направляют денежные средства на цели, не связанные с производством и импортозамещением.

Следствием этого стал низкий удельный вес расходов на финансирование инноваций, которые заменят экспорт техники и технологии. Основная причина существующей ситуации в том, что в рыночных условиях экономика РФ должна была развиваться по принципам либеральной модели, предполагающей, в первую очередь, самоокупаемость расходов на инновации. Однако высокие налоги и расходы на государственное управление не способствуют реализации принципа импортозамещения на основе внедрения инноваций.

Цель импортозамещения в либеральной и социально ориентированной модели определяет различные подходы к распределению финансовых ресурсов в экономике. Согласно либеральной модели, прямое вмешательство в деятельность предприятий реального сектора не предусматривается, а условия для финансирования импортозамещения и развития должны быть обеспечены

невысоким уровнем перераспределения ВВП через бюджет. В социально ориентированной модели, к которой относим российскую экономику, допускается высокий уровень государственного перераспределения дохода субъектов хозяйствования и развитой на этой основе системы социальной защиты (рисунок 2).

Либеральная модель предусматривает развитие предприятий за счет передачи в их распоряжение значительной части созданных ими доходов и расширения собственных источников самофинансирования, а в социально ориентированной модели изымается доля доходов. Их развитие зависит от государства и от развитости фондового рынка.

Но поставленная цель в исследовании – импортозамещение техники, технологии и необходимость развития инновационной продукции – требуется рассматривать как взаимосвязь инструментов государственной финансовой политики. Ее действие направлено на обеспечение потребностей государства в стабильных поступлениях доходов в бюджет, и на развитие рыночных отношений, т. е. на формирование условий для импортозамещения, что ведет к передаче в распоряжение предприятий необходимых финансовых ресурсов в процессе их первичного распределения.

В производстве импортозамещенных технологий и продуктов необходимо учитывать косвенные методы регулирования норм и правил поведения субъектов хозяйствования, которые обеспечивали реализацию интересов страны и региона, создавали условия для отсутствия коррупции и теневых расходов экономики, способствовали постоянному наращиванию объема налоговых поступлений в бюджет, но в соответствии с ростом доходов предприятий реального сектора. Усилению действенности использования этой модели может способствовать возобновление практики составления средне- и долгосрочного экономических прогнозов, построенных на реальных товарных балансах производства и реализации продукции.

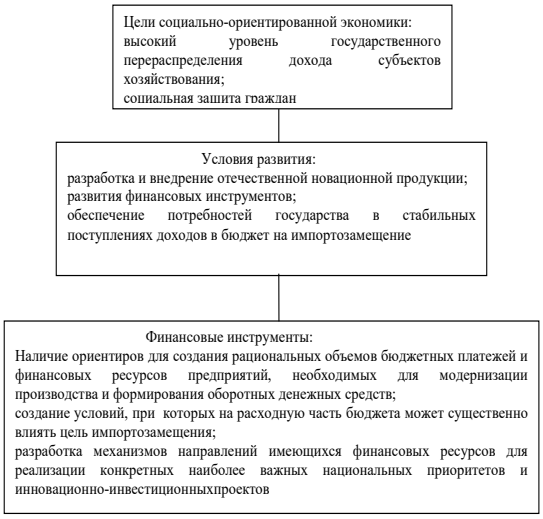


Рисунок 2. Модель социально-ориентированной экономики с учетом импортозамещения и внедрения инноваций.
Figure 2. Model socially-oriented economy based on import substitution and introduce innovationtion.

На ОАО «Концерн “Созвездие”» разработана дорожная карта, способствующая урегулированию проблем в деятельности комплекса и сочетающая государственные, региональные и организационные задачи развития (рисунок 3).

В «Дорожной карте» предполагаются мероприятия государственной поддержки, необходимая помощь в подготовке переподготовке кадров (социальная региональная выгода) и заключение соглашений с региональными органами, в которых предусматриваются объемы и механизмы финансирования концерна.

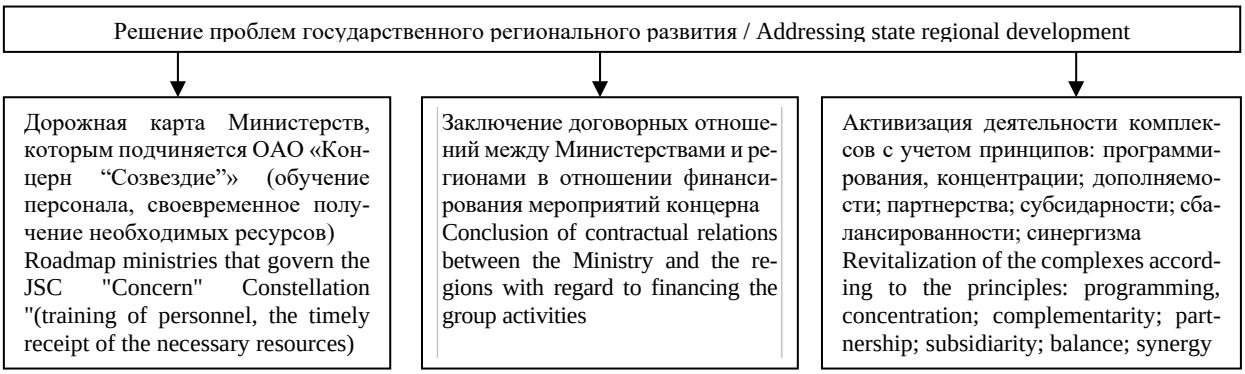


Рисунок 3. Регулирование проблем государственного и регионального развития с учетом активизации деятельности комплексов
Figure 3. Regulation of state and regional development issues, taking into account activation complexes activity

В социально ориентированной модели, по которой развивается РФ, государству отводится ведущая роль в обеспечении соответствующих условий для импортозамещения товаров и технологий. Известные разработчики этой модели экономисты А. Мюллер-Армак, В. Ойкен считали, что при этой модели развивается социально-рыночное хозяйство благодаря проведению активной социальной политики и регулированию их хозяйственной

деятельности. Наиболее важные факторы при формировании экономики импортозамещения это:

– оптимальная фискально-бюджетная и денежно-кредитная политика государства;

– наличие ориентиров для создания рациональных объемов бюджетных платежей и финансовых ресурсов предприятий, необходимых для модернизации производства и формирования оборотных денежных средств;

– создание условий, при которых на расходную часть бюджета может существенно влиять цель импортозамещения;

– разработка и внедрение механизма направления имеющихся финансовых ресурсов для реализации конкретных наиболее важных национальных приоритетов и инновационно-инвестиционных проектов.

Выводы

Социально ориентированная модель, учитывающая импортозамещение отечественных технологий и продукции, нуждается в усилении функции планирования, обеспечивающей ее финансовые механизмы. При таких условиях существенно возрастает роль государства в реализации программы импортозамещения, под которой понимается создание новых производств и технологий, реализуемых за счет собственных и заемных средств инвесторов. Изменяется содержание функции планирования отраслевых министерств – от решения проблем развития производства на предприятиях отрасли они должны перейти к обеспечению условий достижения цели импортозамещения, связанных, с необходимостью развития отрасли в сфере инвестиционно-инновационной деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

1 Данные сайта URL: www.tpp-inform.ru

2 Составлено по данным: Регионы России. Социально-экономические показатели. 2010. С. 934.

3 Bakhshiev E. The role of state support in agribusiness risk insurance // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2015. Т. 44. № 8. С. 11–16.

4 Овчинникова Т. И., Анисимов Ю. П., Кобелева С. В. Производственные инновации и экономический рост предприятий // Регион: системы, экономика, управление. 2015. № 1 (28). С. 149–156.

5 Овчинникова Т. И., Булгакова И. Н., Серяков А. В. Социально-экономические методы управления инновационной деятельностью консолидированных образований // Вестник ВГУИТ. 2013. № 1 (55). С. 182–187.

6 Воронцова Е. И., Падалкин В. Ю. Формирование механизмов устойчивого развития интегрированных структур Воронеж «Цифровая полиграфия», 2014. 63 с.

7 Галкин М. А. Интернационализация инновационных центров как основа успешного развития национальных инновационных систем в современной экономике // Общественные науки. 2012. Т. 1. № 6. С. 367–374.

REFERENCES

1 Web-site data URL: www.tpp-inform.ru

2 Compiled according to: Regions of Russia. Socio-economic indicators. 2010. pp. 934.

3 Bakhshiev E. The role of state support in agribusiness risk insurance. Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2015. vol. 44. no. 8. pp. 11–16.

4 Ovchinnikova T. I., Anisimov Yu. P., Kobeleva S. V. Manufacturing innovation and economic growth of the enterprises. Region: sistemy, ekonomika, upravlenie [Region: systems, Economics, management]. 2015. no. 1 (28). pp. 149–156. (in Russian).

5 Ovchinnikova T. I., Bulgakova I. N., Seryakov A. V. Socio-economic methods of management of innovative activity of the consolidated entities. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2013. no. 1 (55). pp. 182–187. (in Russian).

6 Vorontsova E. I., Padalkin V. Yu. Formirovanie mekhanizmov ustoichivogo razvitiya integrirovannykh struktur [Formation mechanisms for sustainable development of integrated structures]. Voronezh “Tsifrovaya poligrafiya”, 2014. 63 p. (in Russian).

7 Galkin M. A. Internationalization and innovation centres as the basis of successful development of national innovation systems in the modern economy. Obshchestvennye nauki [Social Sciences]. 2012. vol. 1. no. 6. pp. 367–374. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Татьяна И. Овчинникова д. э. н., профессор, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр. Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, mih.goz@gmail.com

Надежда Н. Титова ассистент, кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, titovanadya2012@mail.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Tatiana I. Ovchinnikova doctor of economical sciences, professor, Voronezh State University of Engineering Technology, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, mih.goz@gmail.com

Nadezhda N. Titova assistant, economical safety and financial monitoring department, voronezh state university of engineering technology, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, titovanadya2012@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Татьяна И. Овчинникова консультация в ходе исследования
Надежда Н. Титова написала рукопись и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 20.05.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 17.08.2016

CONTRIBUTION

Tatiana I. Ovchinnikova consultation during the study
Nadezhda N. Titova wrote the manuscript and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 5.20.2016

ACCEPTED 8.17.2016

Оригинальная статья/Original article

УДК 336.144.36:61

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-327-331

Оценка методов экстраполяции фактических государственных расходов на здравоохранение в Российской Федерации

Сергей А. Банин [1] sbanin56@mal.ru

[1] Высшая школа бизнеса, Томский гос. ун-т, пр. Ленина, 36, г. Томск, 634050, Россия

Реферат. Методы прогноза, и в частности, экстраполяции, находят свое применение в здравоохранении при проведении медико-биологических и клинических исследований. Однако, вопрос, посвященный экстраполяции финансовых параметров деятельности здравоохранения, остается открытым. Это определило актуальность представляемого в статье материала: на примере динамики фактического государственного финансирования здравоохранения Российской Федерации за период 2000–2010 гг. изучить допустимость применения основных методов перспективной прогнозной экстраполяции – скользящей средней, экспоненциального сглаживания, наименьших квадратов. Выдвинута гипотеза, что все три метода равнозначно позволяют определить прогноз фактических государственных расходов на здравоохранение среднесрочного периода в современных финансово-экономических условиях Российской Федерации. Результат исследования оценивался по двум временным интервалам: в пределах изучаемого отрезка времени и на пятилетний период. Выявлено, что в пределах изучаемого периода все методы имеют среднюю относительную ошибку экстраполяции 3–5%, то есть точность прогноза высокая. Показана особенность метода наименьших квадратов, которая заключается в постепенном накапливании результата таким образом, что его экономическая интерпретация становится возможна только в конце изучаемого временного отрезка, поэтому данные, полученные экстраполяцией по методу наименьших квадратов, неприменимы во всем изучаемом периоде, имеют только теоретическое значение. Но за пределами изучаемого периода эта особенность оказалась адекватной реальной ситуации: именно метод наименьших квадратов оказался наиболее приемлемым для экономической интерпретации результатов прогноза фактических государственных расходов на здравоохранение. Гипотеза не подтверждена, получено три разновекторных результата, каждый из методов имеет самостоятельное значение и применение его зависит от целей исследования и оценки реальной социально-экономической и финансовой ситуации в системе здравоохранения России.

Ключевые слова: финансирование здравоохранения, государственные расходы на здравоохранение, прогноз, методы экстраполяции

Evaluation of extrapolation methods for actual state expenditures on health care in Russian Federation

Sergey A. Banin [1] sbanin56@mal.ru

[1] Higher Business School, Tomsk State University, Lenin Av., 36, Tomsk, 634050, Russia

Summary. Forecasting methods, extrapolation ones in particular, are used in health care for medical, biological and clinical research. The author, using accessible internet space, has not met a single publication devoted to extrapolation of financial parameters of health care activities. This determined the relevance of the material presented in the article: based on health care financing dynamics in Russia in 2000–2010 the author examined possibility of application of basic perspective extrapolation methods - moving average, exponential smoothing and least squares. It is hypothesized that all three methods can equally forecast actual public expenditures on health care in medium term in Russia's current financial and economic conditions. The study result was evaluated in two time periods: within the studied interval and a five-year period. It was found that within the study period all methods have an average relative extrapolation error of 3–5%, which means high precision of the forecast. The study shown a specific feature of the least squares method which were gradually accumulating results so their economic interpretation became possible only in the end of the studied period. That is why the extrapolating results obtained by least squares method are not applicable in an entire study period and rather have a theoretical value. Beyond the study period, however, this feature was found to be the most corresponding to the real situation. It was the least squares method that proved to be the most appropriate for economic interpretation of the forecast results of actual public expenditures on health care. The hypothesis was not confirmed, the author received three differently directed results, while each method had independent significance and its application depended on evaluation study objectives and real social, economic and financial situation in Russian health care system.

Keywords: health financing, public health care expenditures, forecast, extrapolation methods

Введение

Анализ публикаций по динамике развития здравоохранения России во взаимосвязи с объемом государственных финансовых ресурсов позволяет утверждать, что авторы часто прогнозируют тяжелую экономическую ситуацию в здравоохранении России, основываясь на сравнительном методе: сопоставляется либо объем финансирования с зарубежными странами, либо демонстрируется отрицательная динамика расходов на здравоохранение в ВВП в кратко-среднесрочном периоде 3–5 лет, или проводится оценка на основании утвержденных объемов финансовых ресурсов, которые, как известно, не всегда совпадают с фактическими данными по завершении финансового года [1–5]. На основании такого анализа делаются выводы о вариантах развития отечественного здравоохранения.

Вопросы использования математико–статистических методов экстраполяции финансового положения финансовой устойчивости/нестабильности здравоохранения остаются открыты. Если в клинических исследованиях данные методы прогноза находят свое применение [6, 7], и здесь можно встретить такие выражения как «неясность условий экстраполяции» (URL: http://medicalplanet.su/Patfiz/913.html), то в вопросах финансирования здравоохранения – нет.

Для цитирования

Банин С.А. Оценка методов экстраполяции фактических государственных расходов на здравоохранение в Российской Федерации // Вестник ВГУИТ. 2016. № 3. С. 327–331. doi:10.20914/2310-1202-2016-3-327-331

For citation

Banin S.A Evaluation of extrapolation methods for actual state expenditures on health care in Russian Federation. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 3. pp. 327–331. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-3-327-331

Коллектив авторов (С. П. Ковалев, П. В. Сороколетов,Е. Л. Яшина, А. В. Генералов, А. П. Фучежи) обращают внимание на методически правильное применение методов экстраполяции, считая, что даже в рамках одного исследования для отдельных параметров модели финансовой устойчивости должен быть использован свой метод прогноза [8, С. 26–27]. З. М. Хузин на основе анализа литературных источников приходит к выводу о том, что однозначных решений по отдельным задачам процесса прогнозирования нет, «причем отсутствие решения одной задачи влечет за собой увеличение погрешности при решении другой. В результате накопленные ошибки приводят к крайне низкой достоверности результатов» [9].

Следует обратить внимание, что прогноз финансовой ситуации в системе здравоохранения носит комплексный характер при наложении медико-статистических данных (демографические показатели, количественные, качественные результаты деятельности и т. д.).

R. Astolfi, L. Lorenzoni, J. Oderkirk (2012) пишут, что опасения по поводу роста расходов на здравоохранение и их долгосрочной устойчивости стимулировали формирования моделей прогнозирования расходов на здравоохранение во многих странах организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР). Авторами проведен сравнительный анализ 25 прогностических моделей, которые были разработаны и использованы для рассмотрения странами-членами ОЭСР и других международных организаций. В исследовании показана существенная разница в динамике и финансовых показателей и результатов деятельности в рамках различных моделей [10]. Поэтому авторы (A. Adamova, 2013) рекомендуют соотносить финансовые ресурсы со сложностью рассматриваемой задачи и соответствующими им методами прогнозирования, как один из пяти основных шагов в осуществлении прогностического процесса [11].

1.1 Материал исследования

Науке известно более 100 методов прогнозирования, считает Е. С. Придворова со ссылкой на австрийского ученого-футуролога Э. Янга [12], а Л. В. Константиновская пишет, что их существует около 220 [13]. Наиболее статистически разработанными и часто применяемыми являются методы экстраполяции, входящие в группу формализованных (детерминированных), наряду с интерполяцией, математическим моделированием и др. К экстраполяции относят методы наименьших квадратов, экспоненциального сглаживания, скользящих средних, адаптивного сглаживания, авторегрессионного преобразования, гармонических весов. По направлению динамического ряда различают перспективную и ретроспективную экстраполяцию; по форме развития знаний – формальную, основанную на предположении сохранения в будущем прошлых и настоящих тенденций, и прогнозную, связанную с гипотезой о вариантах динамики развития, обусловленных фактическим состоянием исследуемого объекта.

Методы прогнозирования и, в частности, экстраполяции, широко применяются в различных отраслях экономики. В настоящей статье на примере динамики фактического государственного финансирования здравоохранения РФ рассматривается вариант применения перспективной прогнозной экстраполяции. Финансирование формируется за счет трех основных источников: налоговые (бюджетные), неналоговые (страховые взносы), частные. Государственные расходы на здравоохранение, выражаются в консолидированном бюджете: федеральный бюджет, бюджеты субъектов РФ и средства обязательного медицинского страхования.

Известно, что ни один из существующих методов экстраполяции не может дать достаточной точности на длительный срок прогноза (20–25 лет), т. к. они исходят из прошлого и настоящего, обусловлены множеством факторов и тем самым накапливается погрешность. Методы дают положительные результаты на ближайшую перспективу прогнозирования тех или иных объектов порядка до 5 лет [14]. Именно на такой период и необходимо получить данные. Среди методов экстраполяции выбирались три (наименьших квадратов, экспоненциального сглаживания, скользящих средних), которые встречаются в публикациях наиболее часто.

Для исследования выдвигается гипотеза, о том, что применение перечисленных методов экстраполяции будет достаточно корректно описывать динамику показателей финансирования государственных расходов на здравоохранение в современных финансово-экономических условиях РФ.

1.2 Методика исследования

Для доказательства гипотезы предлагается методика:

а) исследуемые величины: фактические (кассовое исполнение) государственные расходы на здравоохранение в консолидированном бюджете РФ (официальные данные Федерального казначейства);

б) временной период: 2000–2010 гг.;

в) методы экстраполяции: скользящих средних, экспоненциального сглаживания, наименьших квадратов;

г) прогноз на пять лет: 2010–2015 гг.;

д) математический инструментарий: возможности Microsoft Excel, функции Данные/Анализ данных/соответствующая функция.

Прогноз строим по формулам:

– для метода скользящих средних:

$$yt+1 = mt-1+\frac{1}{n}(yt-yt-1) \qquad (1)$$

где $(t + 1)$ – год прогноза; t – год, предшествующий году прогноза; $(yt + 1)$ – прогнозируемый показатель; $(mt – 1)$ – скользящая средняя за два года до прогнозного; n – число уровней, входящих в интервал сглаживания (3); yt – фактическое значение финансирования за предшествующий год; $(yt – 1)$ – фактическое значение финансирования за два года, предшествующих прогнозному;

– для метода наименьших квадратов:

$$Y_{t+1} = a\,X + b \qquad (2)$$

где $(t + 1)$ – год прогноза; Y_{t+1} – прогнозируемый показатель; a и b – коэффициенты; X – условное обозначение времени;

$$a = 170{,}6;\ b = -250{,}7$$

– для метода экспотенциального сглаживания прогноз встроен в функцию Excel; величину α определим исходя из длины интервала сглаживания по формуле Р. Брауна:

$$\alpha = \frac{2}{n+1} = 0{,}17, \qquad (3)$$

где n – число наблюдений, входящих в интервал сглаживания;

– определение средней относительной ошибки метода по формуле (4).

$$\bar{\varepsilon} = \frac{1}{n}\sum\left[\frac{|y_ф - y_р|}{y_ф}100\right] < 10{,}0\%, \qquad (4)$$

где n – число наблюдений; $y_ф$ – фактическое финансирование; $y_р$ – расчетное значение финансирования;

е) оценка результата: сравнение полученных прогнозных данные между собой и с реальным объемом выделенных средств в прогнозном периоде; определение состоятельности выдвинутой гипотезы.

1.3 Результаты исследования

Результаты представлены в таблице 1.

Сравнивая фактические и полученные данные в пределах изучаемого периода видно, что наиболее точный прогноз дает метод скользящей средней, имеющий наименьшую среднюю относительную ошибку – 2,8%; на втором месте – метод экспотенциального сглаживания –3,8%; на третьем месте – метод наименьших квадратов – 4,6%. Все ошибки менее 10,0%, точность прогноза высокая. Расчет методом наименьших квадратов имеет особенность накапливания результата, когда в начале временного отрезка он показывает огромную ошибку (ε_{2000} = 152,4%), которая нивелируется к концу периода. В пределах изучаемого интервала лучше использовать первые два метода.

Однако больший интерес представляет финансовая ситуация за пределами периода, и здесь оценка результата меняется существенно.

Во-первых, метод экспоненциального сглаживания позволяет прогнозировать только на один шаг вперед, так как формула для расчета предполагает необходимость знания о фактической величине параметра за предыдущий период, а если он не известен (как мы допустили в нашем исследовании), то прогноз завершается 2011 годом. Такой результат может оказаться недостаточным для полноценного перспективного экономического анализа.

Во-вторых, прогноз по методу скользящей средней носит пессимистичный характер, поскольку до 2015 г. показывает фактически сценарий стагнации: расходы на здравоохранение не увеличиваются. Такая картина, без сомнения, вполне реальна, учитывая сложное финансово-экономическое положение России. Минэкономразвития РФ обращает внимание: «Средства обязательного медицинского страхования будут формироваться в условиях низких темпов экономического роста, что не позволит существенно нарастить их объемы.

Соответственно объем взносов также не будет существенно увеличиваться, что не позволит увеличить общий объем взносов» [15, С. 283]. Тем не менее, дополнительно проведенный финансовый анализ может позволить прийти к выводу, что такой прогноз не однозначен. В соответствии со ст. ст. 1,2 ФЗ от 8 декабря 2010 г. № 333-ФЗ «О бюджете Федерального фонда обязательного медицинского страхования на 2011 год и на плановый период 2012 и 2013 годов» прогнозируемый общий объем доходов бюджета Фонда на 2011 г. составляет 335,9 млрд руб., на 2012 г. 369,1 млрд руб. и на 2013 г. 403,5 млрд руб. Минздрав РФ прогнозирует рост расходов на исполнение территориальных программ государственных гарантий на 2014 г. и на плановый период 2015 и 2016 гг. (без учета федерального бюджета) с 1 497,8 млрд руб. в 2013 г. до 2 121,9 млрд руб. в 2016 г. [16]. Средняя ошибка прогноза этого метода показывает всего лишь удовлетворительное значение $\bar{\varepsilon} = 34{,}3\%$.

Более оптимистичный и приближенный к реальной финансово-экономической ситуации финансирования здравоохранения РФ показывает прогноз по методу наименьших квадратов при средней ошибке $\bar{\varepsilon}$ = 10,2%, что говорит о высокой его точности.

Таблица 1.

Прогноз фактических расходов на здравоохранение РФ методами перспективной экстраполяции

Table 1.

Forecast of actual health care expenditures in Russia by perspective extrapolation methods

Год Year	Фактические расходы на здравоохранение РФ, млрд руб. Actual health care expenditures in Russia, bln RUR, *Уф*	Прогноз по методу Forecast by method of					
		скользящей средней moving average		экспотенциального сглаживания exponential smoothing		наименьших квадратов least squares	
		расчетные значения, млрд руб. estimated values, bln RUR	ошибка расчета estimation error, %, ε	расчетные значения, млрд руб. estimated values, bln RUR, *Ур*	ошибка расчета estimation error, %, ε	расчетные значения, млрд руб. estimated values, bln RUR	ошибка расчета estimation error, %, ε
2000	153,0	–	–	153,0	–	-80,1	152,4
2001	158,0	177,0	-12,0	157,1	0,5	90,4	42,8
2002	220,0	219,5	0,2	209,3	4,9	261,0	-18,6
2003	280,4	282,9	-0,9	268,3	4,3	431,6	-53,9
2004	348,2	439,2	-26,1	334,6	3,9	602,2	-72,9
2005	689,1	631,0	8,4	628,8	8,7	772,8	-12,1
2006	855,6	927,5	-8,4	817,0	4,5	943,4	-10,3
2007	1 237,7	1 173,9	5,1	1 166,2	5,8	1 114,0	10,0
2008	1 428,5	1 401,2	1,9	1 383,9	3,1	1 284,6	10,0
2009	1 537,5	1 519,6	1,1	1 511,4	1,7	1 455,2	5,3
2010	1 592,9	1 556,2	2,3	1 579,0	0,9	1 625,8	-2,1
Σ	–	–	-28,2	–	38,3	–	50,5
$\bar{\varepsilon}$	–	–	2,8	–	3,8	–	4,6
2011	1 933,1	1 525,8	21,1	1 581,4	–	1 796,3	7,1
2012	2 283,3	1 548,2	32,2	–	–	1 966,9	13,9
2013	2 318,0	1 550,8	33,1	–	–	2 137,5	7,8
2014	2 532,7	1 542,5	39,1	–	–	2 308,1	8,9
2015	2 861,0	1 544,4	46,0	–	–	2 478,7	13,4
Σ	–	–	171,5	–	–	–	50,9
$\bar{\varepsilon}$	–	–	34,3	–	–	–	10,2

Заключение

Выдвинутая гипотеза о том, что применение любого из методов экстраполяции будет достаточно корректно описывать динамику показателей финансирования государственных расходов на здравоохранение и является однозначно верной, – не подтвердилась. В ходе исследования получено три разновекторных результата: точечный (локальный) – при экспотенциальном сглаживании; стагнационный – при скользящей средней; оптимистичный (более реальный) – при применении метода наименьших квадратов. Таким образом, для целей перспективной прогнозной экстраполяции фактических государственных расходов на здравоохранение в современных финансово-экономических условиях Российской Федерации наиболее приемлемым вариантом является метод наименьших квадратов.

Следует согласиться с мнением Б. К. Койчубекова, М. А. Сорокиной, К. Э. Мхитаряна, что анализ всех компонентов временного ряда и прогнозирование на их основе – задача нетривиальная [6, С. 36]. Выбор того или иного метода зависит от более системного анализа финансово-экономической и медико-социальной среды с учетом воздействия различных факторов, а также цели исследования, что должно быть отражено в публикуемых авторами материалах.

ЛИТЕРАТУРА

1 Андреева О. В., Самойлова К. Н., Такмазян А. С. Модернизация финансового обеспечения российской системы здравоохранения в свете современных реформ Азов: ООО «АзовПечать», 2013. 212 с.

2 Мурзаева О. В. Анализ финансового обеспечения здравоохранения в рамках территориальной программы государственных гарантий бесплатной медицинской помощи (на примере республики Мордовия) // Мир науки и образования. 2015. № 4.

3 Фоменко В. В. Проблемы финансового обеспечения реализации прав граждан на медицинскую помощь, оказываемую бесплатно в Российской Федерации // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 3.

4 Улумбекова Г. Э. Здравоохранение России. Что надо делать; 2 е изд М.: ГЭОТАРМедиа, 2015. 699 с.

5 Романова Т. Ф., Андреева О. В., Богославцева Л. В., Отришко М. О. Финансовый аспект развития российской системы здравоохранения в условиях бюджетных реформ: монография. Ростов н/Д: РГЭУ «РИНХ», 2014. 308 с.

6 Койчубеков Б. К., Сорокина М. А., Мхитарян К. Э. Математические методы прогнозирования в медицине // Успехи современного естествознания. 2014. № 4. С. 29–36.

7 Затолокина М.А. и др. Математическое моделирование и прогнозирование – как методы научного познания в медицине и биологии (обзор литературы) // Международный журнал экспериментального образования. 2015. № 12 (часть 4). С. 539–543.

8 Ковалев С. П., Сороколетов П. В., Яшина Е. Л., Генералов А. В. и др. Решение проблемы верификации данных при экономико-математическом анализе учреждений здравоохранения // Современная экономика: проблемы и решения. 2015. Т. 8. С. 16–34.

9 Хузин З. М. Методы прогнозирования деятельности по реализации предпринимательских идей на промышленном предприятии // Вестник Новгородского государственного университета. 2013. № 74 Т. 1. С. 69–74.

10 Astolfi R., Lorenzoni L., Oderkirk J. A Comparative Analysis of Health Forecasting Methods; OECD Health Working Papers. OECD Publishing, 2012. №. 59. URL: http://dx.doi.org/10.1787/5k912j389bf0-en

11 Adamova A. Health Forecasting in Europe // Club of Economics in Miskolc, TMP. 2013. V. 9, №. 1. P. 7–15.

12 Придворова Е. С. Сравнительный анализ методов прогнозирования социально-экономического развития региона (на примере Белгородской области) // Научные ведомости Белгородского государственного университета. 2013. № 1–1 (144), Т. 25. С. 5–14.

13 Константиновская Л.В. Методы и приемы прогнозирования.URL:http://www.astronom2000.info/прогнозирование/mipp

14 Дингес Э. В. Методы прогнозирования интенсивности движения транспортных средств на автомобильных дорогах по одному динамическому ряду и область их применения. В сборнике: Дороги и мосты. М.: РОСДОРНИИ, 2014. 145 с.

15 Прогноз социально-экономического развития Российской Федерации на 2015 год и на плановый период 2016–2017 годов; Министерство экономического развития РФ. URL:http://economy.gov.ru/minec/activity/sections/macro/prognoz/201409261

16 Флек В.О. Особенности формирования территориальных программ государственных гарантий на 2014 год и на плановый период 2015 и 2016 годов, включая способы оплаты медицинской помощи; Министерство здравоохранения РФ. URL: http://www.rosminzdrav.ru/system/attachments/attaches/000/012/089/original/1-Flek.pdf?1389714983

REFERENCES

1 Andreeva O. V., Samoilova K. N., Takmazyan A. S. Modernizatsiya finansovogo obespecheniya rossiiskoi sistemy zdravookhraneniya v svete sovremennykh reform [Modernization funding for the Russian health care system in light of current reforms]. Azov, OOO “AzovPechat’”, 2013. 212 p. (in Russian).

2 Murzaeva O. V. Analysis of financial provision of health care in the framework of the territorial program of state guarantees of free medical care (on the example of Republic of Mordovia) *Mir nauki i obrazovaniya*. [The world of science and education.]. 2015. no. 4. (in Russian).

3 Fomenko V. V. Problems of financial provision of realisation of the rights of citizens on free medical pomogaeva in the Russian Federation. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. [Modern problems of science and education.]. 2014. no. 3. (in Russian).

4 Ulumbekova G. E. Zdravookhranenie Rossii. Chto nado delat'; 2-e izd [Health Care Of Russia. What to do; second ed.]. Moscow. GEOTAR-Media, 2015. 699 p. (in Russian).

5 Romanova T. F., Andreeva O. V., Bogoslavtseva L. V., Otrishko M. O. Finansovyi aspekt razvitiya rossiiskoi sistemy zdravookhraneniya v usloviyakh byudzhetnykh reform: Monografiya [The financial aspect of the development of the Russian healthcare system in terms of fiscal reform: Monograph]. Rostov on Don, RGEU “RINKh”, 2014. 308 p. (in Russian).

6 Koichubekov B. K., Sorokina M. A., Mkhitaryan K. E. Mathematical forecasting methods in medicine. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya.* [The success of modern science.]. 2014. no. 4. pp. 29–36. (in Russian).

7 Zatolokina M. A. et al. Mathematical modeling and forecasting, as methods of scientific knowledge in medicine and biology (literature review). *Mezhdunarodnyi zhurnal eksperimental'nogo obrazovaniya* [International journal of experimental education]. 2015. no. 12 (part 4). pp. 539–543. (in Russian).

8 Kovalev S. P., Sorokoletov P. V., Yashina E. L., Generalov A. V., Fuchezhi A. P. The solution to the problem of verification in economic and mathematical analysis of health care institutions. *Sovremennaya ekonomika: problemy i resheniya* [Modern Economics: problems and solutions]. 2015. vol. 8. pp. 16–34. (in Russian).

9 Khuzin Z. M. Methods of forecasting activities for the implementation of business ideas in the industrial enterprise. *Vestnik Novgorodskogo gosudarstvennogo universiteta* [Vestnik of Novgorod state University.]. 2013. no. 74. vol. 1. pp. 69–74. (in Russian).

10 Astolfi R., Lorenzoni L., Oderkirk J. A Comparative Analysis of Health Forecasting Methods; OECD Health Working Papers. OECD Publishing, 2012. no. 59. Available at: http://dx.doi.org/10.1787/5k912j389bf0-en

11 Adamova A. Health Forecasting in Europe. Club of Economics in Miskolc, TMP. 2013. vol. 9. no. 1. pp. 7–15.

12 Pridvorova E. S. Comparative analysis of methods of forecasting of socio-economic development of region (on example of Belgorod region). *Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of Belgorod state University]. 2013. no. 1–1 (144), vol. 25. pp. 5–14. (in Russian).

13 Konstantinovskaya L.V. Metody i priemy prognozirovaniya [Methods and techniques of forecasting]. Available at: http://www.as-tronom2000.info/прогнозирование/mipp/(in Russian).

14 Dinges E. V. Metody prognozirovaniya intensivnosti dvizheniya transportnykh sredstv na avtomobil'nykh dorogakh po odnomu dinamicheskomu ryadu i oblast' ikh primeneniya. V sbornike: Dorogi i mosty [Methods of forecasting of intensity of movement of vehicles on the roads of one series and their applications. Roads and bridges: a collection]. Moscow, ROSDORNII, 2014. 145 p. (in Russian).

15 Prognoz sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya Rossiiskoi Federatsii na 2015 god i na planovyi period 2016–2017 godov, Ministerstvo ekonomicheskogo razvitiya Rossiiskoi Federatsii [Forecast of social and economic development in Russian Federation for 2015 and planned period of 2016–2017]. Available at:http://economy.gov.ru/minec/activity/sections/macro/prognoz/201409261

16 Flek V.O. Osobennosti formirovaniya territorial'nykh programm gosudarstvennykh garantii na 2014 god i na planovyi period 2015 i 2016 godov, vklyuchaya sposoby oplaty meditsinskoi pomoshchi, Ministerstvo zdravookhraneniya Rossiiskoi Federatsii [Specifics of forming territorial programs of state guarantees for 2014 and planned period of 2015–2016 including ways of payment for medical care. Ministry of health care of Russian Federation]. Available at: http://www.rosminzdrav.ru/system/attachments/ attaches/000/012/089/original/1-Flek.pdf?1389714983

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Сергей А. Банин к. э. н., руководитель курса повышения квалификации, Высшая школа бизнеса, Томский государственный университет, пр-т Ленина, 36, г. Томск, 634050, Россия, sbanin56@mal.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Сергей А. Банин полностью подготовил статью и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 22.07.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 22.08.2016

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Sergey A. Banin candidate economical science, director of postgraduate course, Higher Business School, Tomsk state university, Lenina Av., 36, Tomsk, 634050, Russia, sbanin56@mal.ru

CONTRIBUTION

Sergey A. Banin solely prepared the article and responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The author declare no conflict of interest.

RECEIVED 7.22.2016

ACCEPTED 8.22.2016

Оригинальная статья/Original article

УДК 338.28

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-332-338

Комплекс мер по включению малых бизнес-структур в инновационные кластеры

Александр В. Купчинский [1] kupchina86@mail.ru
Татьяна В. Епифанова [2] rostovshell@mail.ru

[1] кафедра анализа хозяйственной деятельности и прогнозирования, Ростов. гос. эконом. ун-т, ул. Б. Садовая, 69, г. Ростов-на-Дону, 344002, Россия
[2] кафедра гражданского права Ростовский государственный экономический университет, ул. Б. Садовая, 69, г. Ростов-на-Дону, 344002, Россия

Реферат. Современная практика хозяйствования и её отображение в научных публикациях свидетельствуют о том, что сстановление мировой экономики со всей очевидностью доказывает важнейшую роль и значимость сектора малых бизнес-структур в национальной экономике. Последняя стала во многом стала определяться сбалансированным и устойчивым развитием малых бизнес-структур, признанных в настоящее время как проводники и созидатели новых открытий и технологий, более того, как стратегический инструмент структурных преобразований современной экономической системы страны, зачастую направленных на качественное повышение эффективности воспроизводственного процесса региональной экономики. В России уровень роста инновационного предпринимательства весьма низок. Можно констатировать отсутствие надлежащим образом сформированной институциональной среды для развития малого предпринимательства в инновационной сфере. Кластеризация – процесс объединения ряда организаций из различных отраслей для повышения конкурентоспособности, внедрения инноваций, эффективного развития и получения других преимуществ. В соответствии с разделением экономики на реальную и виртуальную, возрастает возможность создания как одноименных кластеров. Формирование и совершенствование региональных кластеров способствует выходу на необходимый уровень активности малых бизнес-структур в инновационной деятельности, что благоприятно отразится на повышении конкурентоспособности как региональной, так и национальной экономики. Для развития кластерной инициативы и роста инновационного прогресса региона разработан комплекс мер, включающий привлечение малых бизнес-структур в кластеры. Применение этой программы позволит достичь синергетического эффекта за счёт высокой степени концентрации и кооперации малых бизнес-структур и повышения результативности их деятельности.

Ключевые слова: малый бизнес, инновации, национальная экономика, кластеры, инновационное развитие

The complex of measures on inclusion of small businesses in innovation clusters

Alexander V. Kupchinsky [1] kupchina86@mail.ru
Tatiana V. Epifanova [2] rostovshell@mail.ru

[1] economic analysis and forecasting department, Rostov State University of Economics, Str. Bolshaya Sadovaya, 69, Rostov-on-Don, 344002, Russia
[2] civil law department, Rostov State University of Economics, Str. Bolshaya Sadovaya, 69, Rostov-on-Don, 344002, Russia

Summary. Modern practice of managing and its display in scientific publications demonstrate that development of world economy with all evidence proves the major role and the importance of sector of small business structures in national economy. In the modern world the national economy in many respects began to be determined by the balanced and sustainable development of the small business structures recognized now as conductors and creators of new opening and technologies, moreover, as the strategic instrument of the structural transformations of a modern economic system of the country often directed to high-quality increase in efficiency of reproduction process of regional economy. Now in Russia the level of development of an innovative entrepreneurship is very low. It is possible to state lack of properly created institutional environment for development of a small entrepreneurship in the innovative sphere. Clasterisation represents process of consolidation of a number of the organizations of various industries for increase in competitiveness, implementation of innovations, effective development and receipt of other benefits. According to separation of economy on real and virtual, the possibility of creation of both real, and virtual clusters increases. Creation and development of regional clusters will help to create the necessary level of activity of small business structures in innovative activities that will favorably affect increase in competitiveness of both regional, and national economy. The package of measures including measures for involvement of small business structures in clusters is developed for development of a cluster initiative and increase in innovative development of the region. Application of this program will allow to reach synergy effect at the expense of high degree of concentration and cooperation of small business structures and increase in effectiveness of their activities

Keywords: small businesses, innovation, the national economy, clusters, innovative development

Введение

Развитие инновационных форм деятельности в любом государстве связано с модернизацией экономической, финансовой и политической систем, эффективное формирование которых предопределяет уровень прогресса предпринимательской среды. Инновационная деятельность (ИД) современными российскими экономистами определяется или с развитием отечественной индустрии, опирающейся на заимствованные иностранные технологии, или с поддержкой приоритетных направлений для технологического прорыва. Проводимая в стране финансовая и экономическая политика не позволяет качественно улучшить ситуацию и обеспечить инновационное развитие (ИР) отечественных предприятий.

Для цитирования

Купчинский А. В., Епифанова Т. В. Комплекс мер по включению малых бизнес-структур в инновационные кластеры // Вестник ВГУИТ. 2016. № 3. С. 332–338. doi:10.20914/2310-1202-2016-3-332-338

For citation

Kupchinsky A. V., Epifanova T. V. The complex of measures on inclusion of small businesses in innovation clusters. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 3. pp. 332–338. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-3-332-338

В настоящее время отечественная экономика переживает период адаптации к совершенно новым социально-экономическим условиям функционирования и реалиям текущих процессов глобализации мировой экономики. Россия столкнулась с существенными экономическими обстоятельствами: ослабление курса рубля, повышение ключевой ставки ЦБ, экономические санкции, введение ограничений доступа к зарубежным рынкам заимствования и кредитования, что является серьёзным испытанием для различных видов отечественных бизнес-структур (БС).

Для успешного и эффективного развития современной национальной экономики необходимы новые взгляды и подходы на совершенствование форм и методов ведения предпринимательской деятельности.

Текущие процессы формирования постиндустриального общества и новой экономики основаны на инновациях [1], поэтому становление малых бизнес-структур (МБС) в современной отечественной экономике являются неотъемлемыми условиями, которые способствуют решению проблем социально-экономической сферы и наиболее быстрому переходу к экономическому росту.

Для национальной экономики хозяйственная деятельность МБС является эффективным средством повышения её конкурентоспособности и противовесом её монополизации. В рыночной экономике она повышает уровень экономического развития, во многом определяет структуру и качество валового национального продукта.

По мнению автора, МБС – это современный экономический термин, отождествляемый с понятием «малое предпринимательство» и «малый бизнес», являющийся следствием роста рыночной экономики. Это организационно-экономическая форма, ориентируемая на отраслевую кооперацию субъектов региональной воспроизводственной системы и повышение конкурентоспособности национальной экономики в целом. Именно они формируют необходимую для рыночной экономики конкурентную среду в регионе на должном уровне, регулируют становление цен на потребительские товары и услуги, обеспечивают занятость и налоговую базу, улучшая местную экономику [2].

Инновационное развитие национальной экономики определяется устойчивым и сбалансированным улучшением инновационно ориентированных БС, в том числе и малых, способствующие, согласно проведённому исследованию и анализу международного опыта, появлению новых открытий и технологий, флагманом структурных преобразований современной экономики региона, направленных на повышение эффективности воспроизводственного процесса.

Необходимость инновационного развития МБС становится одним из перспективных, популярных и конкурентных направлений во всём мире [3]. Высокая степень динамики инновационной сферы (науки, новых технологий, наукоёмких отраслей) обеспечивает основу устойчивого экономического формирования национальной экономики [4–6].

Малые бизнес-структуры носят ярко выраженный региональный характер и выступают как основная составляющая общей региональной хозяйственной структуры, без которой трудно представить экономику региона и её перспективу конкурентоспособности на внешних рынках. В структурном аспекте региональную воспроизводственную систему определяют как совокупность экономических объектов и субъектов, взаимосвязанных и взаимодействующих между собой во всех сферах и областях экономики.

Преимущества МБС по отношению к другим секторам региональной экономики выражены значительно ярче, чем недостатки. Суть специфики сектора МБС – способность оперативно активизироваться в промежуток экономического спада, возлагая на себя экономические и социальные проблемы современного общества.

Рост глобализации мировых товарно-рыночных отношений неизбежно ведёт к обострению конкуренции в социально-экономической, производственной и других сферах региональной экономики. Все более востребованными становятся современнейшие технологии производства и обучения, новые знания, способствующие продвижению принципов изучения философии бизнеса и культуры менеджмента, вследствие чего формируются современные предпринимательские стратегии и эффективные механизмы координации.

Тема устойчивого совершенствования экономики уже на протяжении нескольких десятилетия является одним из актуальных направлений научных исследований. Существуют обоснованные выводы того, что на современном этапе именно на региональном уровне наилучшим образом могут быть адаптированы глобальные процессы, включая стратегии устойчивого и ИР.

Уроки мирового финансово-экономического кризиса продемонстрировали уязвимость российской экономики в системе стратегического управления МБС в период усиления их конкурентных позиций при условии дестабилизации рыночной среды [7]. Это привело к переосмысливанию методов и подходов к достижению поставленных целей, необходимых приоритетов эффективного развития, механизмов и инструментов качественного повышения конкурентоспособности сектора МБС.

Выход России и её регионов на новый уровень экономического и технического совершенства не возможен без оперативной активизации инновационных процессов. Инновационный путь развития – это тенденция, характерная для всей мировой экономики.

Успех региональной ИД определяется состоянием и уровнем прогресса МБС региона, так как важнейшим качеством и свойством МБС принято считать способность к распространению научно-технических разработок.

Для изменения ситуации и тенденций развития малого инновационного предпринимательства (МИП), для эффективного и адресного распределения государственной финансовой поддержки предлагается введение реестра инновационных МБС региона (рисунок 1) – систематизированная база данных, состоящую из семи разделов.

Они содержат подробные сведения: об инновационно ориентированных МБС; о сфере ИД (культурные и творческие инновации, социальные, производственные инновации, наукоёмкие технологии, виртуальная сфера и т. п.); о статусе предпринимательской структуры (стартап, ранняя стадия ИД, инновационная БС, участник регионального инновационного кластера (ИК)); данные о производимом инновационном продукте и интеллектуальных правах на него, объёме необходимой и полученной поддержки, объёме собственного финансирования проекта; об оценке эффективности финансирования инноваций; контрольные мероприятия.

Раздел 1. Общие сведения
Фирменное наименование
Организационно-правовая форма
Место регистрации
Дата регистрации
ИНН
ОГРН
Section 1. General
Trade name
Form of incorporation
Place of registration
registration date
INN
BIN

Раздел 2. Сфера инновационной деятельности
2.1. Культурные и творческие инновации
2.2. Социальные инновации
2.3. Производственные инновации
2.4. Наукоемкие технологии
2.5. Виртуальная экономика
2.6. Маркетинговая инновация
2.7. Продуктовая инновация
2.8. Организационная инновация
2.9. Экспортно ориентированная инновация
2.10. Иная сфера
Section 2. Scope of innovative activities
2.1. Cultural and creative innovation
2.2. Social innovation
2.3. Production innovation
2.4. High Tech
2.5. Virtual economy
2.6. Marketing innovation
2.7. A product innovation
2.8. Organizational innovation
2.9. Export-oriented innovation
2.10. another sphere

Раздел 3. Статус предпринимательской структуры
3.1. Стартап
3.2. Ранняя стадия инновационной деятельности (1–3)
3.3. Инновационные БС (более 3 лет)
3.4. Участие в инновационном региональном кластере
3.5. Прекращение инновационной деятельности
Section 3. Status business structure
3.1. Startup
3.2. The early stage of the innovation Activities (1–3)
3.3. Innovative business structure (over 3 years)
3.4. Participation in regional innovation cluster
3.5. Termination of innovation

Раздел 4. Инновационный продукт
4.1. Инновационный продукт в реальной сфере
4.2. Инновационный продукт в виртуальной сфере
4.3. Наличие патента на инновационный продукт
Section 4. Innovative Product
4.1. An innovative product in the real sphere
4.2. An innovative product in the virtual sphere
4.3. The presence of intellectual property rights on an innovative product (patent)

Раздел 5. Финансирование
5.1. Объем необходимой финансовой поддержки
5.2. Объем полученной финансовой поддержки (дата, вид, размер)
5.3. Объем собственного финансового проекта
5.4. Зарубежные инвестиции
Section 5. Financing
5.1. The amount of necessary financial support
5.2. The amount of financial support (date, type, size)
5.3. The amount of own financial project
5.4. foreign investment

Раздел 6. Оценка результативности инновационной деятельности (методический подход, п. 2.3)
6.1. Показатель результативности научных исследований и разработок в регионе
6.2. Показатель результативности государственной поддержки инновационного малого предпринимательства
6.3. Вклад инновационных предприятий в ВРП
Section 6: Assessment of innovation performance (methodological approach, para. 2.3)
6.1. Performance indicator of research and development in the region
6.2. Performance indicator of the state support of innovative small businesses
6.3. The contribution of innovative businesses in the GRP

Раздел 7. Контроль мероприятий
7.1. Анализ результативности государственного регулирования и поддержки инновационных МБС (п. 2.3)
7.2. Определение уровня ИР региона
Section 7. Control measures
7.1. Analysis of the impact of government regulation and support for innovative small business structures (para. 2.3)
7.2. Determining the level of innovation development of the region

Рисунок 1. Макет реестра малых инновационных БС региона

Figure 1. Layout registry of small innovative business structures in the region

Введение реестра позволит провести качественный анализ взаимосвязей инновационной активности предприятий с условиями институциональной предпринимательской среды. Первый раздел реестра позволяет определить местонахождение МИП, его региональную принадлежность. Второй раздел содержит данные об инновационном продукте и позволит систематизировать МИП по сфере деятельности, что может способствовать их кооперации и объединению по сфере деятельности в ИК.

В третьем разделе представлена информация о стадии становления инновационной БС. Эта информации необходима для координации институтов развития, ориентированных на различные группы участников инновационного процесса (по данным реестра инновационных МБС), что даст возможность отслеживания инновационных проектов в процессе реализации, обеспечит прозрачность финансирования и его целевое использование. Четвёртый раздел содержит сведения об инновационном продукте и интеллектуальных правах на него.

Эта информация позволит включить МБС в цепочку поставщиков и покупателей инновационной продукции. Пятый раздел реестра содержит информацию об источниках и объёмах финансирования МИП. Эта информация является необходимой для оценки результативности финансовой поддержки, направленной на инновации. Она проводится с использованием разработанных в настоящем исследовании показателей ИР МБС в регионе. Это необходимо для установления уровня ИР региона и определения результативности направленной финансовой поддержки. Седьмой раздел определяет перечень контрольных мероприятий, необходимый для своевременной модернизации институциональной среды, влияющей на развитие инновационного предпринимательства.

Для экономического развития региона, его бизнес-структуры должны не только наращивать объёмы производства, но и внедрять инновации в свою производственную деятельность. Проблемой при этом является нехватка финансовых ресурсов. В настоящее время известны различные инструменты стимулирования ИР БС в экономике региона, к числу которых относится налоговые преференции, субсидирование инновационной активности, льготное кредитование и др.

Обозначенные меры активно применяются региональными властями, но приводят к ограниченному эффекту и не позволяют в полной мере обеспечить перевод регионов на инновационный путь развития экономики. Несмотря на осознание важности ИР и взятие курса на его обеспечение, в большинстве регионов современной России все ещё используется сырьевая модель региональной экономической системы, которая предполагает ориентацию на добычу и переработку сырьевых ресурсов с целью их последующей продажи другим регионам или для экспорта.

Такая модель не может обеспечить ни устойчивости и стабильности региональной экономики по причине сильной волатильности мировых цен на сырьевые ресурсы, ни долгосрочной конкурентоспособности. И то, и другое может быть обеспечено за счёт ИР БС в экономике региона, что подчёркивает его важность.

Согласно официальной статистике на 2013 г., около 10% российских предприятий осуществляют ИД, а инновационными являются всего 9% произведённых товаров [6]. Наиболее серьёзными являются следующие проблемы и барьеры на пути к активизации ИР БС в экономике регионов современной России:

— нехватка финансовых ресурсов для проведения научных исследований и разработок, а также для внедрения инноваций в производственную деятельность предприятий;

— низкий уровень конкуренции на большинстве рынков и отсутствие необходимости во внедрении инноваций;

— неблагоприятная институциональная среда и отсутствие необходимой инфраструктуры для внедрения инноваций.

Решение вышеперечисленных проблем возможно путём кластеризации и включения в инновационные кластеры МБС. Кластеризация провозглашена одним из наиболее приоритетных направлений развития экономики России в её национальной стратегии вплоть до 2020 г. и закреплена в качестве одного из наиболее перспективных инструментов управления региональной экономикой. Тем не менее в законодательстве отсутствует чёткое определение понятия экономического кластера, что затрудняет процесс кластеризации – объединение ряда организаций из различных отраслей для повышения конкурентоспособности, внедрения инноваций, эффективного развития и получения других преимуществ. В соответствии с разделением экономики на реальную и виртуальную, возрастает возможность создания как реальных, так и виртуальных кластеров (ВК).

Под ВК понимается объединение БС независимо от их территориального расположения, нацеленных на одни рынки сбыта или объединённых одинаковыми технологиями или сбытом общей инновационной продукции, товара, работы или услуги.

Виртуальный кластер, так же как и реальный, способствует быстрому распространению инновационных и специальных знаний либо технологий. Географическая разобщённость структурных элементов ВК компенсируется современными удалёнными средствами коммуникации. В форме ВК работают многие сетевые структуры финансовой, страховой сферы, сферы продаж различного рода продуктов и виртуальных услуг, БС распространяющие компьютерные технологии и т. п. Территориальная близость в виртуальном пространстве утрачивает своё значение, а конкурентные преимущества перед кластерами, функционирующими в реальной сфере экономики, повышаются.

Кластеры делятся на реальные, виртуальные и псевдокластеры.

К реальным кластерам относят:

— региональные;

— промышленные;

— отраслевые;

— объединения БС, нацеленных на один рынок или использующих одинаковую технологию производства.

К виртуальным:

— финансовые;

— сетевые структуры, распространяющие виртуальный продукт;

— сетевые структуры, распространяющие реальный продукт посредством виртуального экономического пространства;

— компьютерных технологий;

— дистанционного обучения и других образовательных услуг;

— прочие, функционирующие в виртуальном пространстве.

Смешанные кластеры функционируют одновременно в реальном и виртуальном экономическом пространстве.

Псевдокластеры не способствуют ИР экономики, а создаются исключительно для имитации деятельности.

Виртуальная экономическая среда способствует максимально быстрому созданию и распространению товаров и услуг. Взаимопроникновение виртуальных кластерных БС в реальные кластеры способствует межстрановому сотрудничеству, быстрому распространению бизнеса с использованием так называемых виртуальных шаблонов распространения бизнеса.

Важной особенностью протекания процесса кластеризации в России является то, что объединяются преимущественно крупные предприятия, и без того обладающие высокой рыночной властью и высокой конкурентоспособностью, занимающие выгодную позицию на рынке. В процессе кластеризации они получают ещё больше возможностей и преимуществ по сравнению с другими участниками рынка.

В результате создания кластера малые и средние предприятия окончательно утрачивают способность к дальнейшему существованию и к осуществлению инновационной активности. Другими словами, в составе кластера происходит инновационное развитие БС, которые и раньше внедряли инновации в свою деятельность. При этом общая рыночная инновационная активность может оставаться на том же уровне или даже снижаться из-за неспособности предприятий к осуществлению ИД вне кластера. Для сравнения: в развитых странах в состав кластеров, как правило, входят малые и средние предприятия, что укрепляет их рыночные позиции, создаёт для них возможность внедрения инноваций.

Для расширения кластерной инициативы и повышения ИР региона разработан комплекс мер, включающий меры по привлечению МБС в кластеры (рисунок 2).

На первом этапе необходимо провести комплексное обследование региональной инновационной предпринимательской среды посредством диагностики влияния внутренних и внешних факторов на структуру инновационной предпринимательской среды. Результатом является: определение качества и уровня развития инновационной предпринимательской среды; выявление по данным реестра инновационных МБС; установление количества малых инновационных БС в регионе и качества производимой ими инновационной продукции, а также количества и специализации региональных ИК.

На втором этапе разрабатывается стратегия кластеризации региона с использованием механизма государственно-частного и частно-государственного партнёрства.

На третьем этапе проводится конкурсный отбор малых ИБС в соответствии со специализацией кластера. Результат – формирование организационной структуры ИК в регионе, выбор оптимальной организационно-правовой формы организации внутри кластера, определение затрат на создание инновационной инфраструктуры ориентиров становления кластера в долгосрочной и среднесрочной перспективе.

Четвёртый этап включает в себя комплекс мер по кооперации бизнеса и вузов, исследовательской инфраструктуры, центров компетенций и технопарков. Организационный механизм этого этапа направлен на внедрение современных инструментов, необходимых для устойчивого развития кластера. Такими инструментами являются: научные разработки и их практическое внедрение, создание инновационной инфраструктуры; приобретение необходимого оборудования и др. Для большинства ИК недостаточно высокий уровень проработки инфраструктуры является самым серьёзным барьером для стабильного роста.

КОМПЛЕКС МЕР ПО ПРИВЛЕЧЕНИЮ БС В ИННОВАЦИОННЫЕ КЛАСТЕРЫ
PACKAGE OF MEASURES TO ATTRACT BUSINESS STRUCTURES IN INNOVATIVE CLUSTERS

I этап Комплексное обследование региональной инновационной предпринимательской сферы:
– институционально-инструментальная основа ИР предпринимательства;
– по данным реестра – количество и качество инновационных МБС;
– региональные инновационные кластеры
Stage I Comprehensive survey of regional innovation business areas:
– Institutional and instrumental basis of innovative entrepreneurship development;
– According to the registry – the number and quality of innovative small business entities;
– Regional innovation clusters

II этап Разработка стратегии кластерного развития с использованием механизмов государственно-частного и частно-государственного партнерства
Stage II Development strategy of cluster development with the use of public-private and public-private partnerships

III этап Конкурсный отбор по данным реестра инновационных МБС (п. 2.3) в соответствии со спецификой кластера и направлением инноваций МБС: инновационная активность; инновационный продукт; региональная дислокация
Stage III Competitive selection according to the registry of innovative small businesses (par. 2.3) In accordance with the specific cluster and direction of innovation of small business structures: innovative activity; product innovation; regional dislocation

IV этап Комплекс мер по кооперации бизнеса и вузов:
– выявление исследовательской инфраструктуры;
– выявление центров компетенций и технопарков;
– определение затрат на науку и инновации
Stage IV The complex of measures on business cooperation and high schools:
– Identification of research infrastructure;
– Identification of competence centers and technology parks;
– Determination of expenditures on science and innovation

V этап Разработка мероприятий по поддержке инновационных МБС региона (п. 1.3):
– становление финансовых и нефинансовых институтов развития;
– внедрение инновационных инструментов;
– обеспечение доступа к инфраструктурным объектам
Stage V Development of measures to support small innovative businesses in the region (par. 1.3)
– The establishment of financial and non-financial development institutions;
– Introduction of innovative instruments;
– Access to infrastructure facilities

VI этап Включение в государственные закупки инновационной продукции, производимой МБС (по данным реестра)
Stage VI Inclusion in the public procurement of innovative products, produced by small business entities (the registry data)

VII этап Мониторинг результатов реализации программ ИР регионов (п. 2.3):
– результативность научно-исследовательских разработок в регионе;
– результативность государственной финансовой поддержки инновационных МБС;
– вклад инновационных предприятий в ВРП;
– результативность затрат на технологические инновации инновационных МБС
Stage VII Monitoring progress in the implementation of innovative development programs of regions (par. 2.3)
– The effectiveness of research and development in the region;
– The effectiveness of public financial support for innovative small businesses;
– The contribution of innovative enterprises in GRP;
–The impact of expenditure on technological innovation of small innovative businesses

Рисунок 2. Алгоритм действий по привлечению МБС в инновационные кластеры
Figure 2. The algorithm is to attract young businesses in innovation clusters

Наряду с капитальными вложениями требуется профессиональная переподготовка организаций-участников кластеров, повышение квалификации и проведение стажировок и консультаций по вопросам разработки инвестиционных проектов для участия в международных инвестиционных проектах.

Главным вопросом на пятом этапе является улучшение инфраструктуры кластера, программ долгосрочного финансирования его деятельности, льготных лизинговых программ по приобретению нового оборудования, а также развитие международного и регионального взаимодействия кластеров.

На шестом этапе происходит включение в государственные закупки инновационной продукции, производимой МБС в кластере. Это важная гарантия сбыта и финансирования деятельности инновационных МБС.

Седьмым этапом предлагается проводить мониторинг результатов реализации программ ИР регионов для повышения качества и разнообразия региональных стратегий, а также межрегионального сотрудничества.

Заключение

Предложенная программа позволит достичь синергетического эффекта за счёт высокой степени концентрации и кооперации МБС и повышения эффективности и результативности их деятельности. В качестве рекомендации для дальнейшего продвижения процесса кластеризации в России предлагается следующее. Во-первых, для экономии средств государственного бюджета следует стимулировать

частные кластерные инициативы и способствовать их реализации посредством создания соответствующей институциональной базы и инфраструктурного обеспечения без финансирования из средств государственного бюджета. Благодаря смещению акцентов в процессе кластеризации его эффективность будет значительно больше. Во-вторых, для уравновешивания рыночных возможностей различных БС целесообразно отдавать приоритет малым и средним предприятиям при решении вопроса о присоединении участников к кластерному образованию в регионе. Это предоставит возможность малому и среднему бизнесу внедрять инновации и позволит сохранить инновационную активность крупных игроков на рынке при сохранении здоровой конкуренции.

ЛИТЕРАТУРА

1 Виленский А. В. Особенности российского малого предпринимательства // Экономический журнал ВШЭ: практический анализ. 2004. № 2. С. 246–256.

2 Мишурова И. В. Развитие малого и среднего предпринимательства как условие долговременного роста региональной экономики // Terra economicus. 2012. Т. 2. № 2. Ч. 2. С. 166–170.

3 Купчинский А. В. Теоретико-методологические аспекты исследования малых бизнес-структур в экономическом развитии региона // Бизнес. Образование. Право. Вестник Волгоградского института бизнеса. 2014. № 1(26). С. 205–210.

4 Гарнов А. П., Краснобаева О. В. Малые инновационные предприятия как форма реализации вузами инновационной деятельности // Человеческий капитал и профессиональное образование. 2012. № 2. С. 21–27.

5 Filippova M. K. et al. Rationale for the Use of the Cluster Approach to the Formation of Localities in the Regional Economic System // International Review of Management and Marketing. 2016. V. 6. №. 1S. P. 20–26.

6 Stough R.R., Junbo Yu. Industrial Cluster Analysis, Entrepreneurship and Regional Economic Development // Food Security and Industrial Clustering in Northeast Asia. okyo: Springer Japan, 2016. P. 255–282.

7 Лаврентьев В.В. Повышение конкурентоспособности субъектов малого и среднего бизнеса с использованием системы сбалансированных показателей: автореф. дис. … канд. экон. наук. Ростов н/Д, 2011.

8 Индикаторы инновационной деятельности: Статистический сборник URL:https://hse.ru/data/2015/02/27/1091511625/001-472_Innov_14_U%20(1).pdf

REFERENCES

1 Vilenskii A. V. Peculiarities of the Russian small business. *Ekonomicheskii zhurnal VShE: prakticheskii analiz* [Economic journal of HSE: practical analysis]. 2004. no. 2. pp. 246–256. (in Russian).

2 Mishurova I. V. The development of small and medium entrepreneurship as a prerequisite for the sustainable growth of the regional economy. *Terra economicus* [Terra economicus]. 2012. vol. 2. no. 2. part. 2. pp. 166–170. (in Russian).

3 Kupchinskii A. V. Theoretical and methodological aspects of the study of small businesses in economic development of the region. *Biznes. Obrazovanie. Pravo. Vestnik Volgogradskogo instituta biznesa* [Business. Education. Right. Proceedings of the Volgograd Institute of Business]. 2014. no. 1(26). pp. 205–210. (in Russian).

4 Garnov A. P., Krasnobaeva O. V. Small innovative enterprises as a form of implementation of universities for innovation activities. *Chelovecheskii kapital i professional'noe obrazovanie* [Human capital and professional education]. 2012. no. 2. pp. 21–27. (in Russian).

5 Filippova M. K. et al. Rationale for the Use of the Cluster Approach to the Formation of Localities in the Regional Economic System. International Review of Management and Marketing. 2016. vol. 6. no. 1S. pp. 20–26.

6 Stough R. R., Yu J. 2016. Industrial Cluster Analysis, Entrepreneurship and Regional Economic Development. *In:* Kiminami, Lily & Nakamura, Toshihiko, eds. Food Security and Industrial Clustering in Northeast Asia. Tokyo: Springer Japan, pp. 255–282.

7 Lavrentiev V.V. Povyshenie konkurentosposobnosti sub”ektov malogo i srednego biznesa s ispol’zovaniem sistemy sbalansirovannykh pokazatelei. Avtoref. dis. kand. ekon. nauk [Improving the competitiveness of small and medium-sized businesses using a balanced scorecard. Thesis abstract for the degree of candidate of economical sciences]. Rostov on Don. 2011. (in Russian)

8 Indicators of innovation activity: Statistical Yearbook Available at: https://hse.ru/data/2015/02/27/ 1091511625/001-472_Innov_14_U%20(1).pdf

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Александр В. Купчинский аспирант, кафедра анализа хозяйственной деятельности и прогнозирования, Ростовский государственный экономический университет, Б. Садовая, 69, г. Ростов-на-Дону, 344002, Россия

Татьяна В. Епифанова д. э. н., профессор, кафедра гражданского права, Ростовский государственный экономический университет, ул. Б. Садовая, 69, г. Ростов-на-Дону, 344002, Россия

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Alexander V. Kupchinsky graduate student, economic analysis and forecasting department, Rostov State University of Economics, Str. Bolshaya Sadovaya, 69, Rostov-on-Don, 344002, Russia

Tatiana V. Epifanova doctor of economical sciences, Professor, civil law department, Rostov State University of Economics, Str. Bolshaya Sadovaya, 69, Rostov-on-Don, 344002, Russia

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Александр В. Купчинский предложил комплекс мер по включению малых бизнес-структур в инновационные кластеры

Татьяна В. Епифанова консультация и корректировка в ходе исследования

CONTRIBUTION

Alexander V. Kupchinsky proposed a package of measures for the inclusion of small businesses in innovation clusters

Tatiana V. Epifanova consultation and adjustment in the course of the study

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

ПОСТУПИЛА 03.07.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 15.08.2016

RECEIVED 7.3.2016

ACCEPTED 8.15.2016

Оригинальная статья/Original article

УДК 336.01

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-339-342

Некоторые подходы к эффективному функционированию моделей системы социальной инфраструктуры предприятий

Галина С. Армашова-Тельник [1] atgs@yandex.ru

[1] кафедра информационных технологий предпринимательства, Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, ул. Большая Морская, 67, г. Санкт-Петербург, 190000, Россия

Реферат. В современных условиях хозяйствования, характеризующихся высокой степенью нестабильности и неопределенности как условий функционирования субъектов хозяйствования, так и политико-экономическими условиями в целом, в процессе управления хозяйствующими структурами целесообразно исходить из позиций ключевой концепции менеджмента, оптимально адаптированной к реальной ситуации. В данном контексте представляется необходимым применение научных инновационных подходов к повышению темпов экономического роста субъектов хозяйствования посредством эффективного функционирования моделей социальной инфраструктуры предприятия. Модельный ряд системы социальной инфраструктуры предполагает различные по ряду признаков структуры моделей. В этой связи, в зависимости от стратегических целей субъекта хозяйствования, от его социально-экономических ориентиров необходимо использовать весь ресурсный потенциал организации для достижения поставленных задач, посредством интегрирования в систему социальной инфраструктуры модель, ориентированную на эффективное использование кадрового ресурса в процессе увеличения экономических показателей деятельности предприятия. Руководствуясь рядом основных принципов успешной реализации механизмов социальной инфраструктуры предприятий (СИП), хозяйствующей структуре в целях долгосрочного эффективного функционирования, необходимо учитывать значение векторов поляризации организационной культуры в мотивации кадрового состава, что может стать одним из рычагов роста эффективности функционирования предприятия, мощным стратегическим инструментом, позволяющим ориентировать все подразделения и отдельных субъектов на цели организации, мобилизовать инициативу сотрудников и обеспечить продуктивное взаимодействие субъектов в формате «предприятие-работник», чем существенно предопределить конкурентоспособность и успех организации в долгосрочной перспективе.

Ключевые слова: социальная инфраструктура предприятия, мотивация, человеческий ресурс, социальная политика

Some approaches to the effective functioning of the system model social infrastructure company

Galina S. Armashova-Telnik [1] atgs@yandex.ru

[1] information technology business department, Saint Petersburg state university of aerospace instrumentation, Bolshaya Morskaya str., 67, 190000, St. Petersburg, Russia

Summary. In today's economic conditions, characterized by a high degree of instability and uncertainty as the conditions for the functioning of economic entities, as well as political and economic conditions in general, in the management structure of the economy it is advisable to proceed from the position of the key concepts of management, optimally adapted to the real situation. In this context, it is necessary to use scientific innovation to improve the economic growth of economic entities through the effective functioning of the enterprise social infrastructure models. Lineup social infrastructure systems involves various models of a number of features of structure. In this regard, according to the strategic objectives of a business entity, on its socio-economic targets need to use all the resource capacity of the organization to achieve its objectives by means of integration in the social infrastructure system model that focuses on the efficient use of human resources in the process of increasing the economic performance of the company. So, guided by a number of basic principles of the successful implementation of social infrastructure mechanisms of enterprises, structure of the economy with a view to long-term effective operation, it is necessary to take into account the value of the vectors of the organizational culture of polarization in the motivation of personnel, which could be one of the levers of growth of efficiency of functioning of the enterprise, a powerful strategic tool to target all units and individual subjects for the organization, mobilize the initiative of employees and ensure productive interaction of subjects in the format "business-to-employee" rather than substantially predetermine the competitiveness and success of the organization in the long run.

Keywords: social infrastructure of the enterprise, motivation, human resources, social policy

Введение

В современных экономических условиях хозяйствования успешная реализация мероприятий в рамках функционирования моделей социальной инфраструктуры предприятий (СИП) выступает как один из значимых факторов эффективного обеспечения производственных процессов организации и финансового роста результатов деятельности субъекта хозяйствования, для предприятий различных организационно-правовых форм собственности и размеров.

Значительную роль в эффективном управлении СИП играет факторная зависимость источников ее финансирования, – степень государственного участия в осуществлении проектов социальной сферы, характер взаимодействия государства и бизнеса в контексте реализации программ социального партнерства, а также стратегические направления социальных программ, осуществляемых субъектами хозяйствования.

Система СИП конфигуративно функционирует в виде различных структурных моделей. Их специфичность проявляется в процессе формирования стратегических направлений социального развития организации. Модель системы СИП сосредотачивает ресурсную совокупность на внедрении в деятельность организации эффективного инструментария. Решение производственных и экономических задач проявляется в максимизации прибыли предприятия, обеспечении доходности в части заработной платы и высокого уровня дивидендного дохода акционерам.

Основным преимуществом этой модели является ее конструктивно-ориентированный алгоритм, структурированный порядок задач, известная критериальная линейка оценки

Для цитирования

Армашова-Тельник Г. С. Некоторые подходы к эффективному функционированию моделей системы социальной инфраструктуры предприятий // Вестник ВГУИТ. 2016. № 3. С. 339–342. doi:10.20914/2310-1202-2016-3-339-342

For citation

Armashova-Telnik G. S. Some approaches to the effective functioning of the system model social infrastructure company. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 3. pp. 339–342. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-3-339-342

полученных результатов, что позволяет оптимизировать интервал протяженности процессов от начала их формирования до определения результативной формы достигаемой цели.

Однако, в модели системы социальной инфраструктуры (СИ) недостаточно внимания уделяется человеческому фактору воздействия на результативность производственных процессов. В этом случае, целесообразно реализовывать мероприятия, направленные на рост мотивационной составляющей у сотрудников организации, не связанных напрямую с получением личного дохода, но предоставляющим работникам предприятия различного рода социальные блага (питание за счет предприятия; возможности посещений культурно-массовых учреждений, мероприятий спортивно-оздоровительного характера; транспортировка сотрудника от и до предприятия и т. д.). Все это способствует формированию у сотрудника ощущения корпоративной принадлежности, и обеспечивает высокую степень лояльности к организации.

Модель системы СИП, ориентированная на рост результативности производства посредством эффективного использования человеческих ресурсов, опирается на ряд принципов успешного функционирования механизмов.

Принцип обусловленности значимости социальных условий предполагает принятие не только социально-экономических форм, реализуемых в организации, но и типа социокультурного развития работников, способствующего эффективному решению актуальных проблем и адаптационных задач, тем самым претворяя в жизнь концепцию общественного развития организации. Все это создает экономическую и социальную основу для стабилизации солидарности и лояльности кадрового состава относительно субъекта хозяйствования, потенциально способствует усилению роста темпов производственных показателей.

Принцип формирования активной жизненной позиции и новых мотиваций учитывает объективные потребности сотрудников, значимость совокупности воздействия на формирование актуальных нужд кадровых ресурсов, соотносит их с позициями потребностей социально-экономического развития предприятия. Предполагает достижение значительного повышения производительности труда.

Принцип предоставления сотрудникам перспектив профессионального роста формирует самостоятельную ответственность индивида, способного к успешной социализации в обществе, и активной адаптации на рынке труда (посредством самоопределения, саморазвития, адекватного определения своего профессионального статуса).

Принцип совершенствования моделей самоопределения (единства построения) как сознательный акт утверждения выбора своей позиции предусматривает целостность и векторное единство работника при идентификации собственных особенностей в контексте формирования личностными позициями, а также определения возможного инструментария управления ими.

В рамках *принципа применения социального опыта* в системе социально обусловленных факторов, общественных отношений, социализация личности – процесса усвоения индивидом целенаправленных воздействий, включает в себя социальный опыт сотрудника, определенную степень его успешного усвоения и реализации. Формирование общественно-социального опыта сотрудника компонентно представляет совокупность знаний о мире и способах осуществления деятельностного видового различия, опыта осуществления известных способов деятельности, включающих готовность выполнить установленные нормы, правила, а также систему общих интеллектуальных и практических умений и навыков, творческой деятельности; готовности к их апробации.

Базируясь на применении сочетания целей, задач, факторов взаимодействия элементов общественного опыта формируется структурированная схема социального опыта личности, включающая в себя активный факторный состав компонентов: аксиологическая компонента (состоящая из ценностных ориентаций, определяющих социальные установки и направленность личности); познавательная (отражающая сущность социальных позиций, представлений, пониманий, мнений); действенная (содержащая комплекс ретроспективно аккумулированной эмпирической деятельности; многообразие рефлексий, воздействий, навыков); коммуникативная (предполагающая наличие навыков общественного взаимодействия, приспособляемости, обладания культурой речи).

Реализация принципа сбалансированности факторов, процедур и способов формирования комплекса социальной политики организации предполагает осуществление ее успешной деятельности по регулированию и согласованию интересов работников с интересами субъекта хозяйствования, позволяющее соотносить профессиональные и личностные ориентиры кадрового состава со стратегическими целями организации.

При активном применении инструментария решения задач обеспечения социальными услугами работников предприятия, руководство организации ориентируется на генерацию социальных условий, способствующих развитию

индивида, совершенствованию его профессиональных качеств, реализации интеллектуального потенциала кадрового состава предприятия с позиций их социально-экономической, этнодемографической и культурно-эстетической специфики при рационально организованных ключевых направлениях деятельности: трудовой, общественной, гражданско-политической, культурно-эстетической и личностно-бытовой. Что представляется интегрированным параметром экономико-социального функционирования предприятия, признаком объема эксплуатации всех ресурсных возможностей для рационализации деятельности сотрудника.

Сторонники модели первого типа придерживаются мнения, что в рамках функционирования системы СИП применение модели, ориентированной на инвестиции в человеческий капитал, в сферу воспроизводства и восстановления человеческих ресурсов, необоснованно увеличивает расходы предприятия, которые возможно избежать, достигая при этом желаемых результатов.

В Российских компаниях необходимость изучения инструментов управления эффективностью производственных процессов в контексте реализации мероприятий социальной политики организации возникла относительно недавно, чем обусловлена недостаточность методической и теоретической проработки данной проблемы отечественными специалистами. Однако, как демонстрирует отечественный и зарубежный опыт хозяйствования всех сфер предпринимательской деятельности: в современных экономических условиях, для долгосрочного эффективного функционирования необходимо учитывать значение векторов поляризации организационной культуры в мотивации сотрудников. Это потенциально является одним из катализаторов роста экономической эффективности предприятия, – стратегическим инструментом, позволяющим направить деятельность комплекса подразделений к достижению единой цели, мобилизовать инициативу кадрового состава и сформировать реальный эффект от продуктивного взаимодействия субъектов в формате «предприятие-работник».

Кроме того, последствия мирового экономического кризиса показали, что конкурентное преимущество имеют субъекты хозяйствования, способные адаптироваться в реальной рыночной конъюнктуре, в условиях стремительных экономических перемен, сводящие экономические, производственные и социальные показатели в единую приоритетную линейку.

Многоаспектность проблемы выбора рациональной модели развития функционирующей системы СИП требует решения вопросов научного управления, а модернизационные и трансформационные процессы демонстрируют потребность в систематизации применяемых социальных инструментов.

Эффективное функционирование модели системы СИ, ориентированной на достижение целей организации посредством использования кадрового потенциала, включает в процесс деятельности субъекта хозяйствования всю совокупность составляющих социальную инфраструктуру предприятия. Что предоставляет возможность хозяйствующему субъекту в рамках осуществления им общественно-политической и интеллектуально-культурной деятельности выполнять ряд функций: оказывать воздействие на подготовку кадрового состава и развитие требуемого квалификационного уровня; обеспечение коммуникационного взаимодействия, повышение интеллектуального уровня трудовых ресурсов; влиять на формирование и поддержание здоровья работников; осуществлять мониторинг качества жизни персонала для оперативного регулирования социальной политики организации.

Эффект от функционального воздействия на сознание и поведение кадрового состава выражается экономически, так как рост степени удовлетворенности работников в различных сферах их жизни и профессиональной деятельности, оказывает положительное воздействие на результативность значительной части производственных процессов, финансовых результатов хозяйственной деятельности предприятия.

При этом, структурно данную модель представляют три подхода, позволяющие:

1. *Сущностный*. Проводить мониторинг актуальных потребностей работников – обнаруживать причинно-следственные связи появления материально-вещественных нужд. Предоставляет возможность руководству организацией, посредством применения манипулятивных процедур, достигать необходимого эффекта от управления персоналом;
2. *Содержательный*. Использовать и осваивать новые механизмы, технологические операции менеджмента для конкретизации проблемной управленческой ситуации, специфики ее проявления; определения на данной основе оптимального комплекса практических действий, необходимых для ее решения; процедурного исполнения этих операций, алгоритмично соответствующих особенностям решаемой задачи;
3. *Факторный*. Выявлять ситуационные ориентиры, определяющие проблемный характер; соотносить степень воздействия с операциями, необходимыми для целесообразного вмешательства; сопоставлять содержание действий со специфичностью объектов и элементов,

участвующих в задаче; принимать оптимальные решения по исполнению определенных ранее действий; проводить контрольные срезы результатов, сопоставлять их с заданными значениями; по итогам – выявлять причины имеющихся отклонений и определять инструментарий по их устранению.

Заключение

Рациональное использование трудовых ресурсов, сбалансированные межнациональные отношения, профессиональный рост работников, их физическое и психологическое здоровье располагаются в единой плоскости функционирования модели системы СИ. Её основная концепция призвана обеспечить доступность социальных благ сотрудникам посредством реализации принципов и методов развития организации с позиций качественного социального обслуживания персонала для достижения высоких экономических показателей деятельности субъекта хозяйствования. Ориентир при этом взят на комплексное социально-экономическое развитие в рамках формирования долгосрочного экономического и общественного роста предприятия.

ЛИТЕРАТУРА

1 Анпилов С. М. Понятие и структурирование потенциала устойчивого развития строительного предприятия // Основы экономики управления и права. 2013. № 1. С. 46–53.

2 Базык Е. Ф. Система мотивации персонала на предприятии как рычаг эффективного управления // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 4–1. С. 167–172.

3 Безуглая Е. В. Значение СИ для социально-экономического развития региона // Молодой ученый. 2013. № 10. С. 272–274.

4 Дудов А. С. Социальная инфраструктура предприятий в современных условиях // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. 2013. № 12. С. 10.

5 Когдин А. А. Мотивация и стимулирование трудовой деятельности в управлении персоналом // Основы экономики управления и права. 2012. № 4. С. 80–83.

6 Лысов И. А. Понятие, сущность и значение финансовых результатов предприятия // Вестник НГИЭИ. 2015. № 3. С. 60–64.

7 Попов А.В. Социальная ориентированная система управления как способ достижения баланса социальных взаиморасчетов интересов в российском обществе // Социальные и гуманитарные знания. 2013. № 7. С. 34–38.

8 Boons F., Lüdeke-Freund F. Business models for sustainable innovation: state-of-the-art and steps towards a research agenda // Journal of Cleaner Production. Elsevier. 2013. P. 1–37.

9 Центр Креативных Технологий. Материалы исследований и результатов апробации проектов URL: http://www.inventech.ru/

REFERENCES

1 Anpilov S. M. The concept and structuring of the potential for sustainable development of construction enterprises. *Osnovy ekonomiki upravleniya i prava* [Fundamentals of Economics, management and law]. 2013. no. 1. pp. 46–53. (in Russian).

2 Bazyk E. F. The system of personnel motivation for the enterprise as a lever for effective management. *Aktual'nye problemy gumanitarnykh i estestvennykh nauk* [Actual problems of humanitarian and natural Sciences]. 2015. no. 4–1. pp. 167–172. (in Russian).

3 Bezuglaya E. V. The importance of social infrastructure for socio-economic development of the region. *Molodoi uchenyi* [Young scientist]. 2013. no. 10. pp. 272–274. (in Russian).

4 Dudov A. S. Social infrastructure of the enterprises in modern conditions. *Upravlenie ekonomicheskimi sistemami: elektronnyi nauchnyi zhurnal* [Management of economic systems: electronic scientific journal]. 2013. no. 12. pp. 10. (in Russian).

5 Kogdin A. A. Motivation and stimulation of labour activity in personnel management. *Osnovy ekonomiki upravleniya i prava* [Fundamentals of Economics, management and law]. 2012. no. 4. pp. 80–83. (in Russian).

6 Lysov I. A. The concept, nature and importance of financial results of enterprise. *Vestnik NGIEI* [Proccedings of NGIEI]. 2015. no. 3. pp. 60–64. (in Russian).

7 Popov A.B. Social-oriented management system as a way of achieving social balance of mutual interests in Russian society. *Sotsial'nye i gumanitarnye znaniya* [Social and humanitarian knowledge]. 2013. no. 7. pp. 34–38. (in Russian).

8 Boons F., Lüdeke-Freund F. Business models for sustainable innovation: state-of-the-art and steps towards a research agenda. Journal of Cleaner Production. Elsevier. 2013. pp. 1–37.

9 Tsentr kreativnykh tekhnologii [Center for Creative Technologies. Materials investigations and testing results] Available at: http://www.inventech.ru/ (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Галина С. Армашова-Тельник к. э. н, доцент, кафедра информационных технологий предпринимательства, Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, ул. Большая Морская, 67, г. Санкт-Петербург, 190000, Россия

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Galina S. Armashova-Telnik candidate economical science, associate professor, information technology business department, Saint Petersburg state university of aerospace instrumentation, Bolshaya Morskaya str., 67, 190000, St. Petersburg, Russia

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Галина С. Армашова-Тельник написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

CONTRIBUTION

Galina S. Armashova-Telnik wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST

The author declare no conflict of interest.

ПОСТУПИЛА 02.07.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 01.08.2016

RECEIVED 2.7.2016

ACCEPTED 1.8.2016

Оригинальная статья/Original article

УДК 635.611, 519.863

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-343-349

Эмпирические тенденции на региональном агропродовольственном рынке и региональные стратегии продовольственного импортозамещения: состояние и соотношение в субъектах СКФО

Хадис М. Рахаев, [1] r3bizengin@mail.ru
Агнесса В. Шахмурзова, [1]
Халимат Б. Уянаева [1] halia-leka07@mail.ru

[1] кафедра государственного и муниципального управления, Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет им. В. М. Кокова, проспект Ленина 1В, Нальчик, КБР, Россия

Реферат. Прошло два года как Правительством РФ принято Постановление «О мерах по реализации Указа Президента России "О применении отдельных специальных экономических мер в целях обеспечения безопасности Российской Федерации"», на основании которого в регионах разработаны стратегии импортозамещения. В предыдущие десятилетия огромный объем импортной продукции вливался в отечественный агропродовольственный рынок. В регионах РФ приняты свои стратегии, программы и планы продовольственного импортозамещения. Результатом реализации данных институциональных норм стали изменения на агропродовольственных рынках. В связи с этим заслуживает внимания анализ проявившихся эмпирических тенденций и перспективы их коррекции. Объектом исследования выступает агропродовольственный рынок Северо-Кавказского федерального округа, оно проведено в разрезе субъектов. В статье описаны основные положения программы продовольственного импортозамещения в Кабардино-Балкарской Республике.

Ключевые слова: Северо-Кавказский агропродовольственный рынок, емкость, предложение, спрос, импорт, экспорт продуктов питания, мониторинг

Empirical trends at the regional agro-food market and regional food strategy of import substitution: status and parity in the constituent entities of the NORTCFD

Khadis M. Rakhaev, [1] r3bizengin@mail.ru
Agnessa V. Shakhmurzova, [1]
Khalimat B. Uyanaeva [1] halia-leka07@mail.ru

[1] state and municipal administration department, Kokov V.M. Kabardino-Balkarian state agricultural university, Lenina av., 1V, Nalchik, Kabardino-Balkar republic, Russia

Summary. Two years passed as the Government of the Russian Federation adopted a Resolution "On measures for implementation of the Decree of the President of Russia 'On application of certain special economic measures to ensure security of the Russian Federation'" on the basis of which the regions developed a strategy of import substitution. In previous decades, the huge volume of imported products entered the domestic agricultural market. In the regions of the Russian Federation adopted their own strategies, programmes and plans for the food import substitution. The result of these institutional norms were changes in the agri-food markets. In this regard, noteworthy is the analysis revealed empirical trends and prospects for their correction. The object of research is the agricultural and food market of the North Caucasus Federal district; it is conducted in the context of the subjects. The article describes the main provisions of food import substitution programme in the Kabardino-Balkarian Republic.

Keywords: North Caucasus agro-food market, capacity, supply, demand, import, food export, monitoring

Введение

Рынок – самоуправляемая система. Он функционирует в состоянии присутствия кооперации, государства и иных общественных, групповых и индивидуальных институтов. В силу этого рынок выступает одним из инструментов, регулирующих поведение экономических агентов. Так как рынок не является всеобъемлющим институтом в экономике, в его механизме и в том хозяйстве, которое организовано им, происходят т. н. провалы рынка, то в обществе возникает потребность в выявлении причин этих сбоев, разработке инструментов и механизмов, корректирующих эти нарушения. Эта задача решается на основании мониторинга и представляет собой специфическую систему слежения за состоянием рынка, позволяющую объективно и своевременно сигнализировать управляющим институтом о нарушениях или отклонениях от заданных параметров и предлагать направления, инструменты и механизмы по коррекции его состояния [6].

Мониторинг рынка предполагает решение нескольких задач: изучение предложения, спроса, цен, ассортимента и др. Различные авторы предлагают свой ракурс мониторинга рынка, который не всегда поддерживается другими исследователями [1, 2, 9].

Для цитирования

Рахаев Х. М., Шахмурзова А. В., Уянаева Х. Б. Эмпирические тенденции на региональном агропродовольственном рынке и региональные стратегии продовольственного импортозамещения: состояние и соотношение в субъектах СКФО // Вестник ВГУИТ. 2016. № 3. С. 343–349. doi:10.20914/2310-1202-2016-3-343-349

For citation

Rakhaev Kh. M., Shakhmurzova A. V., Uyanaeva Kh. B. Empirical trends at the regional agro-food market and regional food strategy of import substitution: status and parity in the constituent entities of the NORTCFD. Vestnik VSUET [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 3. pp. 343–349. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-3-343-349

Для оценки состояния рынка требуется определить основной индикатор – ёмкость. Для её нахождения в литературе используются различные методы и показатели [3, 4, 7]. Наиболее часто в качестве ёмкости рынка используют объем спроса, который в свою очередь может быть оценен через денежные доходы и потребленные товары. Более корректно измерить ёмкость рынка через потребление. В кризисные периоды доля натурального потребления растет, за счет того, что люди стремятся удовлетворить свои потребности при снижении денежных доходов за счет продуктов собственного производства. В наибольшей мере эта операция характерна для продуктов питания. Однако, доля натурального потребления в настоящее время, как показывают исследования [8], не превышает 5–8%.

Поэтому значение этого источника можно элиминировать. Для расчета ёмкости продовольственного рынка предлагается использовать розничный товарооборот по продовольственным товарам и оборот общественного питания.

Мониторинг ёмкости рынка проводят для определения возможностей для собственных производителей. Для этого рассчитывают объем предложения товаров на агропродовольственном рынке – сумма объема с/х продукции и объема пищевых продуктов, включая напитки и табак, произведенных субъектами обрабатывающей промышленности (таблица 1).

Таблица 1.

Соотношение спроса и предложения на продовольственных рынках СКФО и его субъектов в 2014 гг.

Table 1.

Ratio of supply and demand in food markets North Caucasus Federal District and his subjects in 2014.

	Оборот розничной торговли продовольственными товарами и общественным питанием; млн руб. Volume of retail trade in food and catering; mln rub.	Объем продукции, произведенной сельским хозяйством и обрабатывающей промышленностью, млн руб. / Volume of products produced by agriculture and manufacturing industry, mln Rub.	Дефицит/профицит; млн руб. Deficit/surplus; mln rub.	Соотношение, % Ratio, %
СКФО / North- Caucasian Federal District	762958	459108,9	–303849,1	60,2
РД / Republic of Dagestan	313625	99861,4	–213763,6	31,8
РИ / Republic of Ingushetia	5928	8218,0	2290	138,6
КБР / Kabardino-Balkar Republic	50827	48883,9	–1943,1	96,2
КЧР / Karachay-Cherkess Republic	18235	31576,7	13341,7	173,2
Республика Северная Осетия Алания / Republic of North Ossetia Alania	47985	32575,3	–15409,7	67,9
ЧР / Chechen Republic	74887	16518,3	–58368,7	22,1
Ставропольский край / Stavropol region	251469	221519,2	–29949,8	88,1

* Таблица рассчитана на основании данных «Регионы России. Социально-экономические показатели. 2014. М., 2015 г.»

* Table is designed on the basis of "Regions of Russia. Socio-economic indicators. 2014. Moscow. 2015

Объем собственного предложения в Северо-Кавказском федеральном округе (СКФО) составляет 60,2%. Дефицит предложения над спросом наблюдается во всех субъектах СКФО за исключением Карачаево-Черкесской Республики (КЧР) и Республики Ингушетия (РИ).

Наблюдается неравномерное распределение общего дефицита между субъектами СКФО. Наибольший дефицит в относительных цифрах имеется в Чеченской Республике (ЧР) (78%), а в абсолютных – Ставропольский край и Республика Дагестан (РД) (29,9 и 21,4 млрд руб.). В КБР дефицит составляет 3,8% или 1,943 млрд руб.

Дефицит восполняется импортом и поэтому растущий дефицит – признак растущей импортозависимости (таблица 2). Наибольший дефицит продовольствия наблюдается в РД – почти 32%. Доля импорта в Дагестане самая высокая – 21,0%. В Ставропольском крае, несмотря на то, что объем дефицита составляет почти 30,0 млрд руб., но при этом доля импорта составляет по отношению к спросу на продовольствие 3,3%, а к предложению 3,8%. Объем импорта продовольствия в Дагестане почти в 2,5 раза выше, чем в Ставропольском крае.

Примечательна в этом плане структура экспорта продовольствия в разрезе субъектов СКФО (таблица 3). Экспорт представляет изъятие товаров из рынка для предложения на рынке. Логика подсказывает, что при высоком дефиците продовольствия на рынке и в целом при его наличии, экспорта либо вообще не должно быть, либо его объем должен быть обратно пропорционален дефициту предложения. Наибольший объем экспорта продовольствия приходится на Ставропольский край – почти 88% от общего объема экспорта

по СКФО. На втором месте РД – 4,2%. Далее следуют РСО-Алания (3,9%) и КБР (3,4%). При этом доля экспорта продовольствия в спросе и предложении составляет, соответственно, в Ставропольском крае 9,0% в предложении и 7,9% в спросе, РСО-Алания, соответственно, 2,7 и 1,8%, КБР – 1,6 и 1,5%. В других субъектах и в частности, Республике Дагестан, не достигают 1,0%.

Таблица 2.

Импорт продовольствия и его соотношение с собственным производством и оборотом розничной торговли в субъектах СКФО

Table 2.

Food Import and its relationship with its own production and trafficking of retail-term trading in the subjects of North Caucasian Federal District

	Оборот розничной торговли продовольственными товарами и общественным питанием; млн руб. / Volume of retail trade in food and catering; mln rub.	Объем продукции, произведенной сельским хозяйством и обрабатывающей промышленностью, млн руб. / Volume of products produced by agriculture and manufacturing industry, mln Rub.	Дефицит/профицит; млн руб. / Deficit/surplus; mln rub.	Соотношение, % / Ratio, %	Объем импорта продовольствия; млн руб. / Volume of food imports; mln rub.	Доля импорта продовольствия в спросе; % / Proportion of food imports in demand; %	Доля импорта продовольствия в предложении; % / Proportion of food imports in the proposal; %
СКФО / North-Caucasian Federal District	762958	459108,9	–303849,1	60,2	30943	4,1	6,7
РД / Republic of Dagestan	313625	99861,4	–213763,6	31,8	20951,2	6,7	21,0
Доля субъекта; % / Proportion, %	41,1	21,8	70,4	52,8	67,7		
РИ / Republic of Ingushetia	5928	8218	2290	138,6	22,5	0,4	0,3
Доля субъекта; % / Proportion, %	0,8	1,8	–0,8	230,2	0,1		
КБР / Kabardino-Balkar Republic	50827	48883,9	–1943,1	96,2	528,8	1,0	1,1
Доля субъекта; % / Proportion, %	6,7	10,6	0,6	159,8	1,7		
КЧР / Karachay-Cherkess Republic	18235	31576,7	13341,7	173,2	73,1	0,4	0,2
Доля субъекта; % / Proportion, %	2,4	6,9	–4,4	287,7	0,2		
Республика Северная Осетия Алания / Republic of North Ossetia Alania	47985	32575,3	–15409,7	67,9	950,8	2,0	2,9
Доля субъекта; % / Proportion, %	6,3	7,1	5,1	112,8	3,1		
ЧР / Chechen Republic	74887	16518,3	–58368,7	22,1	67,5	0,1	0,4
Доля субъекта; % / Proportion, %	9,8	3,6	19,2	36,7	0,2		
Ставропольский край Stavropol region	251469	221519,2	–29949,8	88,1	8349	3,3	3,8
Доля субъекта; % / Proportion, %	33,0	48,2	9,9	146,3	27,0		

* Таблица рассчитана на основании данных таблицы 1 и «Регионы России. Социально-экономические показатели. 2014 г. М., 2015 г.»
* Table is calculated based on the data in Table 1 and the "Regions of Russia. Socio-economic indicators. 2014 Moscow, 2015"

Анализ состояния спроса и предложения, а также экспорта и импорта на агропродовольственном рынке субъектов СКФО, показал: во-первых, наличие противоречивых тенденций; во-вторых, как экспорт и импорт продовольствия оказываются слабо коррелирующими с предложением так и предложения продовольствия, незначительно коррелирует с импортом продовольствия; в-третьих, ситуация на агропродовольственном рынке более благоприятная там, где разработана и реализуется полноценная стратегия продовольственного импортозамещения. Одним из субъектов СКФО, в котором отмеченные позитивные тенденции проявляют себя в наибольшей мере выступает КБР, чей опыт заслуживает внимания и представлен в работах [5, 10].

Кабардино-Балкария имеет одно из наиболее передовых сельских хозяйств России. Основу современного развития национального сельского хозяйства КБР составляет активное внедрение передовых технологий. Одной из важнейших задач в нынешнем развитии с/х является всестороннее развитие стратегии продовольственного импортозамещения. Для этого в сфере промышленности и агропромышленного комплекса КБР на среднесрочный период распоряжением Правительства КБР от 16 января 2015 года № 8-рп утвержден

План мероприятий по содействию развития производства импортозамещающей продукции на 2015–2016 гг. План ориентирован на увеличение объемов производства высококачественной конкурентоспособной продукции и развитие экспортного потенциала АПК региона на основании: а) совершенствования материально-технической базы производства, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции; б) использования высокоурожайных сортов и видов культур; в) модернизации существующейнаучно-лабораторной и опытно-конструкторской базы; г) совершенствовании институциональной структуры сельского хозяйства, выделении специального экспортоориентированного сегмента во всех секторах и подотраслях регионального рынка. Достижение поставленных целей предполагается на основе модернизации и внедрении инновационных технологий.

Таблица 3.

Объем экспорта продовольствия и его соотношение с собственным производством и потребление в субъектах СКФО

Table 3.

Volume of exports of food and its relationship with its own production and consumption in the regions of North Caucasus Federal District

	Объем экспорта продовольствия; млн руб. / Volume exports of food; mln rub.	Оборот розничной торговли продовольственными товарами и общественным питанием; млн руб. / Volume of retail trade in food and catering; mln rub.	Объем продукции, произведенной сельским хозяйством и обрабатывающей промышленностью, млн руб. / Volume of products produced by agriculture and manufacturing industry, mln rub.	Дефицит/профицит; млн руб. / Deficit/surplus; mln rub.	Доля экспорта в предложении; % / Proportion of export in demand; %	Доля экспорта в спросе; % / Proportion of export in the proposal; %	Доля экспорта в дефиците / профиците; % / Proportion of exports in the deficit/surplus; %
СКФО / North-Caucasian Federal District	22757,2	762958	459108,9	–303849,1	5,0	3,0	–7,5
РД/ Republic of Dagestan	945,2	313625	99861,4	–213763,6	0,9	0,3	–0,4
Доля субъекта; % / Proportion, %	4,2	41,1	21,8	70,4			
РИ / Republic of Ingushetia	0	5928	8218	2290	0,0	0,0	0,0
Доля субъекта; % / Proportion, %	0,0	0,8	1,8	–0,8			
КБР / Kabardino-Balkar Republic	782	50827	48883,9	–1943,1	1,6	1,5	–40,2
Доля субъекта; % / Proportion, %	3,4	6,7	10,6	0,6			
КЧР / Karachay-Cherkess Republic	281,3	18235	31576,7	13341,7	0,9	1,5	2,1
Доля субъекта; % / Proportion, %	1,2	2,4	6,9	–4,4			
Республика Северная Осетия Алания / Republic of North Ossetia Alania	883,3	47985	32575,3	–15409,7	2,7	1,8	–5,7
Доля субъекта; % / Proportion, %	3,9	6,3	7,1	5,1			
ЧР / Chechen Republic	5,6	74887	16518,3	–58368,7	0,0	0,0	0,0
Доля субъекта; % / Proportion, %	0,0	9,8	3,6	19,2			
Ставропольский край / Stavropol region	19865,4	251469	221519,2	–29949,8	9,0	7,9	–66,3
Доля субъекта; % / Proportion, %	87,3	33,0	48,2	9,9			

* Таблица рассчитана на основании данных таблиц 1–2.

* Table is calculated on the basis of data tables 1–2.

В мероприятиях прописано снижение зависимости КБР от импорта продукции, а также ввоза продовольственных товаров из других регионов России за счет удовлетворения внутреннего спроса высококачественной продукцией собственного производства; формирование условий для увеличения объемов производства конкурентоспособной продукции.

Целевыми показателями плана являются: производство плодов, овощей, картофеля, мяса птицы, семенной кукурузы, плодоовощных консервов; площадь закладки многолетних насаждений; емкость плодоовощехранилищ; количество с/х потребительских кооперативов.

Предусмотрено решение следующих задач:

– расширение ассортимента, повышение качества и конкурентоспособности продукции, производимой предприятиями республики;

– сокращение ввоза импортных товаров в КБР и содействие продвижению продукции местных товаропроизводителей на внутреннем и внешнем рынках;

– реализация инвестиционных проектов, направленных на создание высокотехнологичного производства продукции с/х, её хранение и переработку;

– реконструкция и техническое перевооружение действующих предприятий, расширение на этой основе импортозамещающего ассортимента, улучшение качества и дизайна производимой продукции;

– ввод в оборот неиспользуемых земель с/х назначения;

– создание стабильных сырьевых зон для перерабатывающих и торгово-заготовительных предприятий, обеспечение максимально возможной загрузки их производственных мощностей сырьем местного производства;

– максимальное использование местного сырья и более глубокая его переработка.

В целях развития картофелеводства в республике предполагается: провести модернизацию биотехнологических лабораторий республики, а также строительство современного картофелехранилища емкостью 3 тыс. тонн. В настоящее время производство овощей в 3 раза перекрывает потребности населения республики, составляющие 110 тыс. тонн.

В последующие годы ожидается наращивание валовых сборов овощей за счет увеличения площадей на 10 тыс. га, внедрения инновационных технологий (капельное орошение), мелиорируемых земель и использования высокоурожайных сортов и гибридов овощных культур. К 2020 г. предполагается поставить свыше 400 тыс. тонн овощей, или 16% от общероссийского импорта. Таким образом, реализация плановых мероприятий обеспечит устойчивое развитие производства картофеля и овощей, создание эффективно работающей системы их производства, условий хранения, фасовки и сбыта, за счет формирования республиканского картофелеводческого и овощеводческого кластера. В рамках кластера предполагается осуществлять взаимодействие сельскохозяйственных товаропроизводителей, торгово-заготовительных организаций, перерабатывающих предприятий и торговых сетей.

Импортозамещению в производстве картофеля, овощей открытого и защищенного грунта будет способствовать реализация следующих инвестиционных проектов:

– увеличение посевных площадей овощей в 2015–2017 гг. на 300 га, запланированное обществом с ограниченной ответственностью «Майский Агро»;

– завершение ОАО «Прохладное» строительства комплекса по производству, хранению, обработке, упаковке и реализации свежих овощей и картофеля мощностью 75 тыс. тонн в год. Хранение картофеля и овощей будет осуществляться в овощехранилищах (28 камер) с холодильным и вентиляционным оборудованием и 2 холодильных складах для хранения готовой продукции с общим объемом хранения 52 056 тонн. Реализация данного проекта даст возможность снабжать население республики и России свежими овощами и картофелем круглый год;

– строительство ООО «Агро-Ком» высокотехнологичного тепличного комплекса на площади 100 га и планируемым объемом производства более 67 тыс. тонн томатов в год;

– строительство высокотехнологичного тепличного комплекса производственной площадью 30 га и емкостью в 20 тыс. тонн, планируемое ООО «Юг-Агро».

За счет промышленного садоводства ООО «Аламат», «Сады Эльбруса», «Юг-Агроснаб», «Кишпек Сад», «Диметра», «Перспектива», планируется увеличить объемы производства плодов и ягод. Программой предусмотрена ежегодная закладка 1000 га многолетних насаждений. В планах к 2020 году довести площади многолетних насаждений до 20 тыс. га, в том числе садов интенсивного типа до 10 тыс. га, что обеспечит прирост валовой плодовой продукции на 400 тыс. тонн, а доля КБР в импортозамещении достигнет 20%. Одновременно в целях развития садоводства запланировано заложить питомники на площади 200 га и создать лабораторию для получения безвирусного посадочного материала.

Важным звеном в цепи обеспечения населения республики и других регионов РФ качественными свежими плодами является хранение урожая. Сегодня в республике функционируют 8 современных фруктохранилищ общей емкостью хранения 50 тыс. тонн.

Одновременно реализуются проекты по строительству плодоовощехранилищ и закладке новых садов интенсивного типа. ООО «Кабардино-Балкарский хладокомбинат» продолжает строительство современного фруктохранилища мощностью 170 тыс. тонн. ООО «Сады Эльбруса» ведет строительство современного фруктохранилища со встроенным

холодильным оборудованием вместимостью 30 тыс. тонн. Планируется закладка садов по интенсивной технологии на площади 200 га, ООО «Чегемские яблоки» ведет строительство современного фруктохранилища вместимостью 6 тыс. тонн. ООО «Юг-Агро» планирует строительство современного фруктохранилища вместимостью 10 тыс. тонн, а также закладку садов на площади 200 га.

Аналогичные мероприятия предусмотрены также и в других отраслях (в т. ч. животноводстве, птицеводстве и др.) и подотраслях регионального сельского хозяйства. В рамках реализации программы предусматривается: оказание поддержки отдельным подотраслям растениеводства в КБР; возмещать часть затрат на уплату процентов по кредитам, полученным в российских кредитных организациях, и займам, полученным в с/х кредитных потребительских кооперативах; компенсировать часть затрат по страхованию урожая с/х культур, многолетних насаждений и посадок многолетних насаждений; оказывать поддержку в мероприятиях по мелиорации земель сельскохозяйственного назначения, по строительству плодоовощехранилищ, оптово-распределительных центров сбыта картофеля, овощей и фруктов, прочей с/х продукции; способствовать развитию с/х кооперации.

Заключение

Проведенный анализ состояния с/х КБР показал, что рост производства основных видов продовольствия, наметившийся в последние годы, по-прежнему, не покрывает растущие потребности населения. В настоящее время процесс восстановления производственного потенциала отрасли сельского хозяйства находится на начальном этапе, который характеризуется высокими затратами. Объемы импорта продовольствия и его стоимость продолжают увеличиваться, потребности населения в некоторых видах продовольствия уже более 15 лет на 40–60% покрываются за счет импортных поставок.

Реализуемый с 2015 г. в КБР региональный план по импортозамещению показал свой позитивный потенциал. В то же время этот план ограничен пятилетним сроком, и содержит перечень проектов, основной и конечной целью которых является импортозамещение – длительный процесс насыщения внутреннего рынка на основе развития национального производства, а, следовательно, он должен носить плановый характер. Этот процесс предполагает проведение протекционистской политики, способствует улучшению структуры платёжного баланса, нормализации внутреннего спроса, обеспечению занятости, развитию наукоемких отраслей и научного потенциала.

ЛИТЕРАТУРА

1 Азоев Г. Л. Методы оценки емкости рынка // Маркетинг и маркетинговые исследования в России. 1999. № 6.

2 Бородко Т. Л., Беляцкий Н. П. Мониторинг товарных рынков // Маркетинг в России и за рубежом. 2003. № 3.

3 Бруснева И. М. Мониторинг, анализ и прогнозирование регионального продовольственного рынка. Ставрополь, 2005.

4 Голубков Е. П. Определение емкости рынка и доли рынка // Маркетинг в России и за рубежом. 2007. № 3.

5 Рахаев Х. М. и др. Сельское хозяйство Кабардино-Балкарии: состояние, потенциал, проблемы и перспективы модернизации. North Carolina: Lulu-Press, Inc., 2015. 232 с.

6 Рахаев Х. М., Шахмурзова А. В. Формирование мониторинга регионального агропродовольственного рынка на основе системного подхода // Конкуренция. 2016. № 4.

7 Уянаева Х.Б. Организационно-хозяйственный механизм обеспечения устойчивого развития сельских территорий (на материалах СКФО). дис. ... канд. экон. наук. Нальчик, 2015.

8 Шанин С. А., Шлеките И. А. Методологический аспект организации новой системы мониторинга // Известия высших учебных заведений Северо-Кавказский регион. 2006. С. 101–104.

9 Шахмурзова А. В. Региональные программы продовольственного импортозамещения как источник роста сельского хозяйства // Всероссийское научное содружество Единый всероссийский научный вестник. 2016. № 2.

REFERENCES

1 Azoev G. L. Methods of estimation of market capacity. *Marketing i marketingovye issledovaniya v Rossii* [Marketing and marketing researches in Russia]. 1999. no. 6. (in Russian).

2 Borodko T. L., Belyatskii N. P. Monitoring commodity markets. *Marketing v Rossii i za rubezhom* [Marketing in Russia and abroad]. 2003. no. 3. (in Russian).

3 Brusneva I. M. Monitoring, analiz i prognozirovanie regional'nogo prodovol'stvennogo rynka [Monitoring, analysis and forecasting of regional food market]. Stavropol', 2005. (in Russian).

4 Golubkov E. P. The definition of market capacity and market share. *Marketing v Rossii i za rubezhom* [Marketing in Russia and abroad]. 2007. no. 3. (in Russian).

5 Rakhaev Kh. M. et al. Sel'skoe khozyaistvo Kabardino-Balkarii: sostoyanie, potentsial, problemy i perspektivy modernizatsii [Agriculture of the Kabardino-Balkar Republic: status, potential, problems and prospects of modernization]. North Carolina. LuluPress Inc. 2015. pp. 232. (in Russian).

6 Rakhaev Kh. M., Shakhmurzova A. V. Formation of monitoring of the regional food market on the basis of system approach. *Konkurentsiya* [Competition]. 2016. no. 4. (in Russian).

7 Uyanaeva Kh. B. Organizatsionno-khozyaistvennyi mekhanizm obespecheniya ustoichivogo razvitiya sel'skikh territorii. Dis. kand. ekon. nauk. [Organizational-economic mechanism of sustainable development of rural areas (in the North Caucasus Federal District Content). Dis. cand. econ. sci.] 2015. (in Russian)

8 Shanin S. A., Shlekite I. A. Methodological aspect of organization of the new monitoring system. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii Severo-Kavkazskii region* [News of higher educational institutions of the North Caucasus region]. 2006. pp. 101–104. (in Russian).

9 Shakhmurzova A. V. The regional programme for food import substitution as a source of growth in agriculture. *Vserossiiskoe nauchnoe sodruzhestvo Edinyi vserossiiskii nauchnyi vestnik* [All-Russian scientific Commonwealth of the Unified all-Russian scientific Bulletin]. 2016. no. 2. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Хадис М. Рахаев д. э. н., профессор, кафедра государственного и муниципального управления, Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет им. В. М. Кокова, проспект Ленина 1В, Нальчик, КБР, Россия, r3bizengin@mail.ru

Агнесса В. Шахмурзова ассистент, кафедра государственного и муниципального управления, Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет им. В. М. Кокова, проспект Ленина 1В, Нальчик, КБР, Россия

Халимат Б. Уянаева к. э. н. ст. преподаватель, кафедра государственного и муниципального управления, Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет им. В. М. Кокова, проспект Ленина 1В, Нальчик, КБР, Россия, halia-leka07@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Хадис М. Рахаев консультация в ходе исследования
Агнесса В. Шахмурзова обзор литературных источников по исследуемой проблеме, выполнила расчёты
Халимат Б. Уянаева написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 03.07.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 09.08.2016

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Khadis M. Rakhaev doctor of economical sciences, professor, state and municipal administration department, Kabardino-Balkarian state agricultural university from Kokova V.M., Lenina av., 1V, Nalchik, Kabardino-Balkar republic, Russia, r3bizengin@mail.ru

Agnessa V. Shakhmurzova assistant, state and municipal administration department, Kabardino-Balkarian state agricultural university from Kokova V.M., Lenina av., 1V, Nalchik, Kabardino-Balkar republic, Russia

Khalimat B. Uyanaeva candidate of economical sciences, senior lecturer, state and municipal administration department, Kabardino-Balkarian state agricultural university from Kokova V.M., Lenina av., 1V, Nalchik, Kabardino-Balkar republic, Russia, halia-leka07@mail.ru

CONTRIBUTION

Khadis M. Rakhaev consultation during the study
Agnessa V. Shakhmurzova review of the literature on an investigated problem, performed computations
Khalimat B. Uyanaeva 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 3.7.2016

ACCEPTED 8.9.2016

Original article

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-350-354

The analysis of monetary movement of Russian Federation on the present stage of development and in the historical context

Elena N.Vyborova [1] envyborova@yandex.ru

[1] Kazan, Tatarstan, Russia

Summary. In this article views the result of analysis of condition of monetary movement on the present stage of development and reveals the main results the tendencies and the regularity of development. In the article provides an overview of monetary movement in Russia in the view of the evolutionary phases, including the dynamics of the last millennium. Displayed the assessment of the money weight in the beginning of the century, during the war, at the stage of the economic imbalances in the planned economy. As the results of the analysis of the main indicators of the dynamics of the money weight during the period of formation and development of a market economy.

Keywords: monetary weight, monetary sphere, monetary base, denomination.

Introduction.

The monetary movement is permanent sphere of macroeconomic regulation. Trends in the development of monetary movement of any state always were ambiguous. It is possible to agree with the position of the Bank of Russia (CB RF) with the implementation of complex measures to maintain exchange rate flexibility, to provide and absorb liquidity, which involves of Central Bank of Russia Federation in the 2014 stand at the 4.5% [2, 3], and other actions that are defined in the medium term in this sphere. Precarious situation of Russia in comparison with other countries in this area complicates the implementation of the goals in the expected time frame. The difficulty lies in the fact that, compared with other countries, in Russia there is a high level of inflation, as evidenced by the consumer price index, which in the November 2013 compared to the December 2012 was as follows: Austria – 1.2% Germany – 0.7%, in Spain – 0.3%, France – 0.5%, in UK – 1.6%, Sweden – 0.1%, etc[1]. [13, 14, 17]. In this regard, it is important to determine the main trends of monetary movement and factors determining it and compile existing experience of regulating it.

The hypothesis of research.

Hypothesis 1. Excessive monetary movement in Russian Federation has not soft regulatory mechanism.

Hypothesis 2. The monetary movement is largely determined by the dynamics of internal liabilities of the country.

Method of research

1.1 The scale of research

Analyzed data on an array of monetary movement in the historical context in the 1900–1913 and from the 1917–1998 Detailed analysis of indicators implemented from the 01.01.1992–01.01.2014

1.2 Method of research.

In the last years has been studied using the index method, the methods of multivariate statistics and application of the software package Statgraphics Plus.

Results

Russia has a rich history of development. This is defined patterns of evolution. Briefly stopping on a review of monetary movement in Russia in the last millennium, it may be noted that the dynamics of monetary movement had an interesting trend. In particular, in the 1900–1913 [5] observed a significant increase in the money supply by 78.95%, accounting for the 1,673.8 million rubles (table 1, figure 1).

Table 1

The dynamics of monetary movement in Russian Federation in the 1900–1913, million RUR

№	Indicators	1900	1913	Changes	
				absolute	relative
A	B	1	2	3 = 2 – 1	4 = (2/1)·100%
1.	Gold cash	843	1550	707	183,87%
2.	Credit notes	491	1493,8	1002,8	3,04
3.	Gold Coins	641	629,3	-11,7	98,17%
4.	Silver	145	120,7	-24,3	83,24%
5.	In total	2120	3793,8	1673,8	178,95%

[1] In general, the countries of the European Union – 0.7%.

Для цитирования

Выборова Е.Н..Анализ налично-денежного обращения в Российской Федерации на современном этапе развития и в историческом контексте // Вестник ВГУИТ. 2016. № 3. С. 350–354. doi:10.20914/2310-1202-2016-3-350-354

For citation

Vyborova E.N. The analysis of monetary movement of Russian Federation on the present stage of development and in the historical context. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 3. pp. 350–354. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-3-350-354

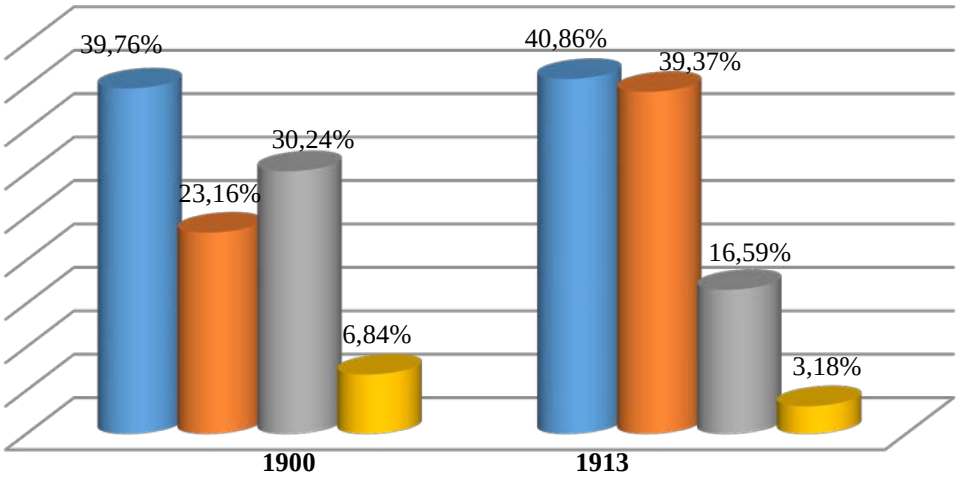


Figure 1. The structure of monetary movement in Russia in the 1900–1913: Row 1 (blue) – gold cash, Row 2 (red) – credit notes, Row 3 (green) – gold coins, Row 4 (violet) – silver coins.

As the data in a retrospective analysis, the favorable factors of Russia's economy does not significantly inhibit the growth of the monetary movement, which confirms the budget surplus, which in the 1910 was 208.4 million rubles at the rate in the 1913 – 48.3 million rubles[2]. The exchange rate in Russia in the 1913, the same is favorable and is 1.94 to the U.S. dollar, 0.37 – Japanese yen, 0.37 – Swiss franc, 0.47 – a shilling, 0.46 – mark Germany. The structure of Russia's[3] national wealth is estimated A.L. Weinstein was on the 01.01.1914 (based on analysis of data in the 1911–1913) and estimated P. Gregory and A. Kagan in the 1908–1913 on the basic elements tended to increase [5, p. 32]. Evaluating the structure of monetary movement during this period, it is clear that the largest share on the cash gold – 40.86%, credit notes – 39.37%.

The monetary movement in the future, is determined largely by historical events, as shown by analysis of the data [4,6]. Significant emission is observed in Russia in the 1917, which is caused by the change of government. Excessive monetary movement was adjusted denomination in the 1924.

Then, a significant amount of emission was observed during the Great Patriotic War – more than the 60 billion rubles. Hence, the denomination was held in the 1948.

Disparities planned economy, in our opinion, caused an increase in the monetary movement in the 55–60y last century. In particular, in the 1956 it was more than the 50 billion rubles. Natural measure of macroeconomic regulation by Central Bank of Russia in the last century made the traditional denomination in the 1961.

In view of this fact, that the macroeconomic mechanism of regulation of the economy was not found, then it indicates the rapid growth of the monetary movement in Russia up to the 1990. In the 1973, there was more monetary movement the 30 billion rubles, 1983 (> 60 billion rubles), 1990 (> 135 billion rubles), 1997 (> 300 billion rubles). And still, a measure of macroeconomic regulation is the denomination in the 1998

Having stayed in more detail at the present stage of development, evaluation of the monetary movement in Russian Federation carried out from the 1992[4] to present. Analyzing the dynamics of monetary movement using chain indices[5], it may be noted, at first glance, a slight increase in this index (figure 2).

However, since the 2000, the monetary movement increased by the 40.8 times on the 01.01.2014, amounts to the 29,167.3 billion rubles[6].

The changes of the past three years does not differ by sharp fluctuations and has a positive dynamics in the structure (table 2, figure 3).

Another important indicator of monetary movement is the monetary base in broad definition, which also confirms the positive trend in the monetary policy implemented by Central Bank of Russian Federation at the present stage (table 3, figure 4) [1,15].

[2] It should be noted, that the total budget surplus. That is including the account the magnitude of the emergency budget. The total value of its spending was 3382.9 million rubles. Regular budget surplus in 1913 amounted to 323.2 million rubles.

[3] National income structure in the main branches of the national economy is estimated S.G. Strumilin, M. Felkus in the 1913 also tended to increase.

[4] The study used data from the Bank of Russia in the 1992 - 1998 y.y. in denominationly rubles.

[5] Annual indices were calculated as the geometric mean of the monthly indices.

[6] Please note, that the analysis is based on data of the Bank of Russia. This is taken into account in the national monetary movement definition. It should be noted that too much information can have an impact on the accuracy of the calculations, since the money supply, CB RF calculated in compliance with the Special Data International Monetary Fund's Dissemination Standard (SDDS) was already on the 01.11.2013 was the 35,098 billion rubles.

Returning to the evaluation of trends in the monetary movement from the 01.01.1992–01.01.2014, it should be noted that in general, its dynamics is described by a second degree polynomial and has the form (figure 5):

$$Y^{7} = 2337,62 – 97,41 \cdot t + 0,74 \cdot t^{2}$$

As noted earlier, the state and dynamics of this indicator is influenced by many factors. We have attempted to assess the impact on the domestic internal requirements[8] on the monetary movement of Russian Federation. Their assessment was based on existing database the 01.07.1995 till the 01.11.2013

The monetary movement is determined by the dynamics of internal requirements for the 96.39%, as evidenced by the correlation coefficient, the study of internal of Russian Federation requirements leads to the conclusion that they are described by the function:

$$Y = \exp(6,02 + 0,02 \cdot t)$$

In this set of the data of monetary movement was used for the same period of time[9].

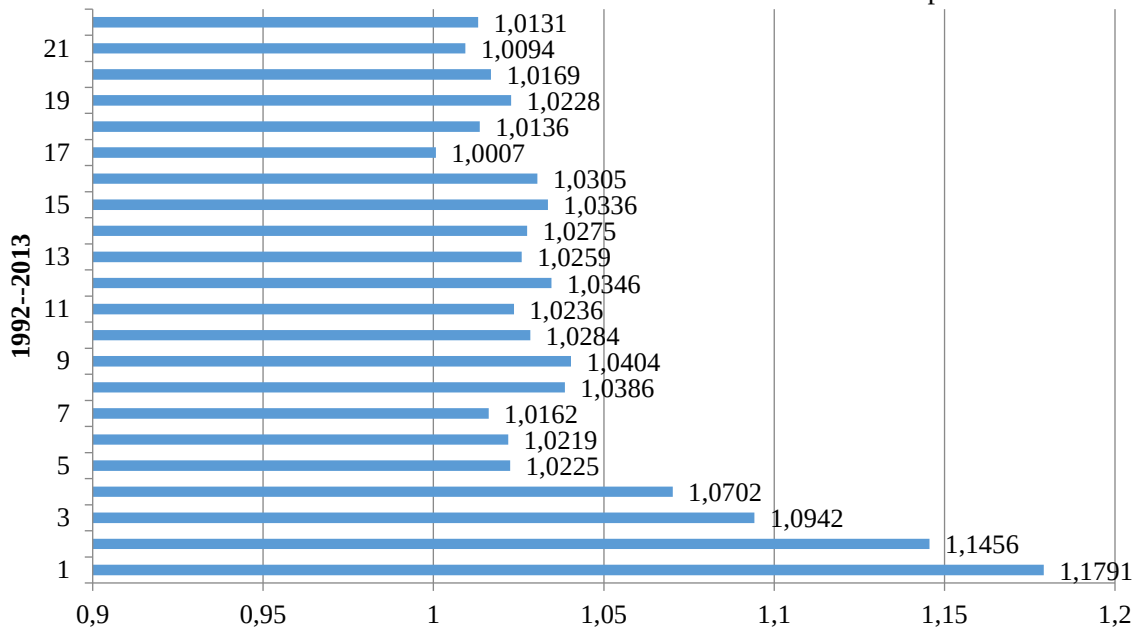


Figure 2. Dynamics of chain indices of monetary movement in Russian Federation for the 1992–2013

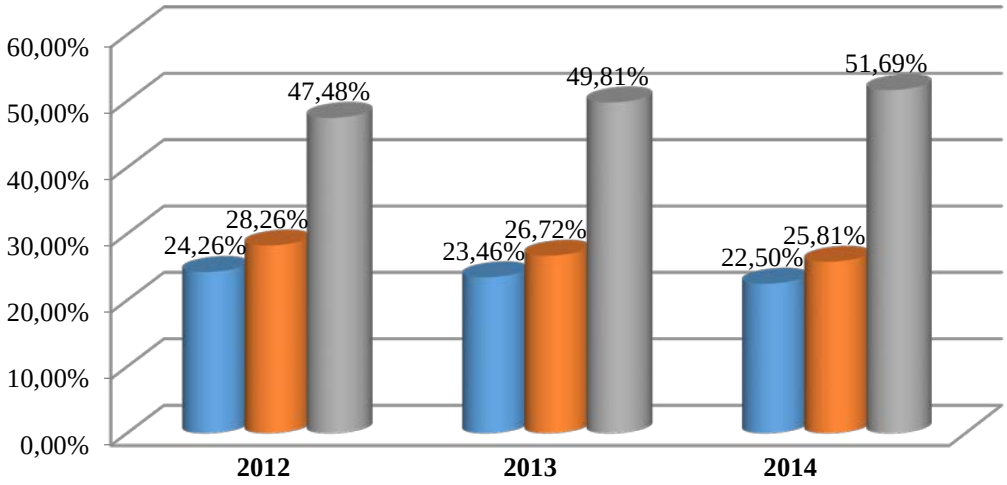


Figure 3. Dynamics of money supply in the national determination of Russian Federation 01.01.2012–01.01.2014: Row 1 (blue) – cash, Row 2 (red) – transferable deposits, Row 3 (green) – other deposts.

[7] The analysis was performed using regression analysis with the software package Statgraphics Plus. The significance of equation parameters was assessed using t-test. The simplest regression model is: Y=267,06 +1,095*x, where x - internal requirements.

[8] The internal requirements include requirements for public authorities, public enterprises, public, private companies, financial institutions.

[9] If the correct boundaries of the analyzed period, the dynamics of the monetary movement is described by the form: $Y=1524,8 -75,63 \cdot t + 0,9 \cdot t^{2}$.

Table 2

The dynamics of monetary movement in the national definition of Russian Federation in the 2012–2013, billion RUR

no	Indicators	01.01.2012	01.01.2013	01.01.2014	Changes			
					absolute		relative	
A	B	1	2	3	4=3–2	5=3–1	6=(3/2)·100%	7=(3/1)·100%
1.	Cash [10] (M0)	5 938,6	6 430,1	6 564,1	134	625,5	102,08%	110,53%
2.	Transferable deposits [11]	6 918,9	7 323,5	7 527,9	204,4	609	102,79%	108,80%
3.	Monetary aggregate M1 (1+2)	*12 857,4*	*13 753,6*	*14 092*	*338,4*	*1 234,6*	*102,46%*	*109,60%*
4.	Other deposits [12]	11 625,7	13 651,8	15 075,3	1 423,5	3 449,6	110,43%	129,67%
5.	Monetary movement in the national definition Monetary aggregate M2 (3+4)	24 483,1	27 405,4	29 167,3	1761,9	4684,2	106,43%	119,13%

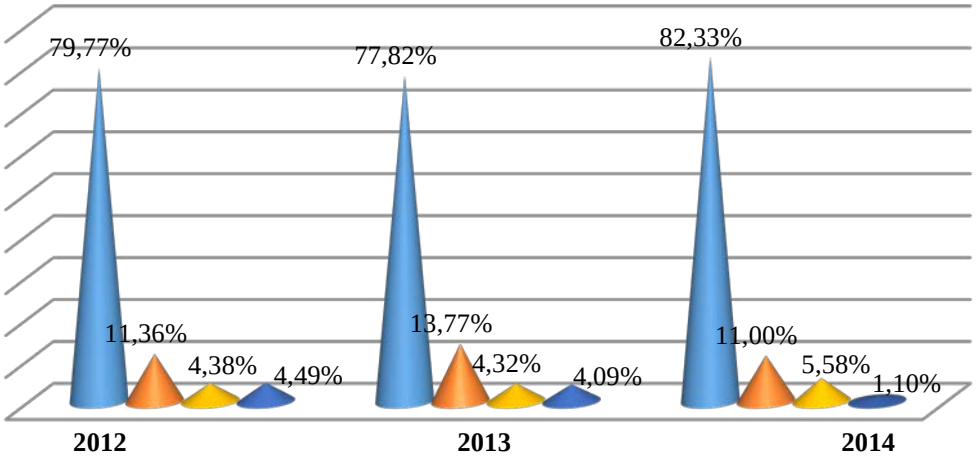


Figure 4. Dynamics of the monetary base in broad definition of Russian Federation in 01.01.2012–01.01.2014: Row 1 (dark blue) – cash, Row 2 (red) – funds on correspondent accounts with the CBR, Row 3 (magenta) – required reserves, Row 4 (blue) – deposits of credit institutions CB RF.

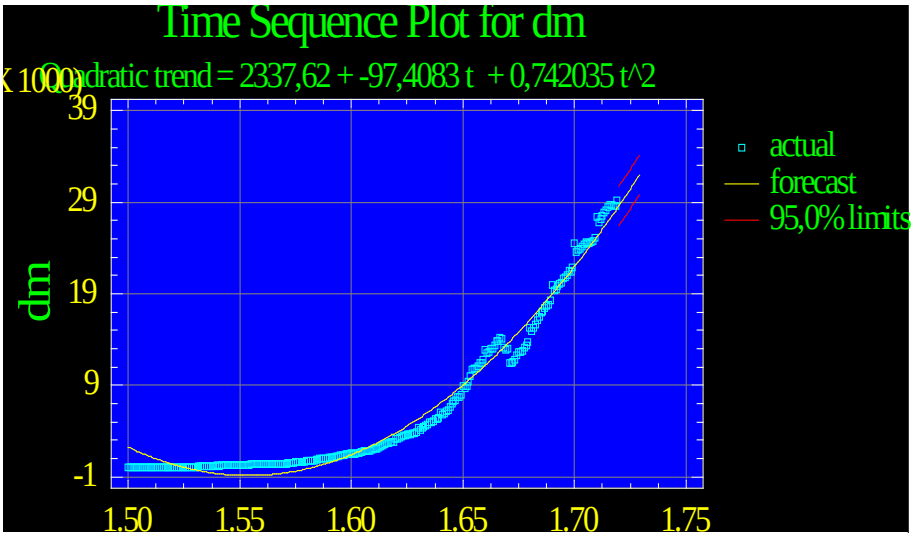


Figure 5. The monetary movement of Russian Federation in the 01.01.2012–01.01.2014

[10] Cash in circulation outside the banking system.
[11] Transferable deposits of population, financial and non-financial institutions and excluding of credit institutions.
[12] Other deposits of population, financial and non-financial institutions and excluding of credit institutions.

Conclusions

The forecasted volume of monetary movement in 2014, according to our estimates, ranging from 28,633.8 billion RUR to 42,339.45 billion RUR. High rate of growth indicator, taking into account the dynamics of the problem and the proportions of the main macroeconomic indicators may negatively affect the condition of the monetary spheres and the operation of credit.

In fact, the findings coincide with the expected dynamics in 2014–2015 and a negative forecast fully confirmed. Moreover, the recommended mechanism of restraint was not used in a timely manner, so at present negative trend continues to grow. Presumably, without activating the control measures in 2016–2017 This trend will continue.

REFERENCES

1 The Annual report of Bank of the Russian Federation for 2021. Moscow, Central Bank of the Russian Federation, 2013. 293 p.

2 Guidelines for the single state monetary policy for the 2013 and for the 2014–2015 period. Moscow, Central Bank of the Russian Federation, 2013. 34 p.

3 Report on monetary policy. no. 4 October. Moscow, Central Bank of the Russian Federation, 2013. 42 p.

4 On pages of archival funds of the Central Bank of Bank of the Russian Federation. Rel. no. 2–8. Moscow, Central Bank of Bank of the Russian Federation, 2007.

5 Russia 1913 Statistic documentary directory. Moscow, 1996. 620 p.

6 Vyborova E.N. The basic tendencies of development of the monetary movement in Russian Federation. Finance and credit. 2010. no. 33. pp.37.

7 Vyborova E.N. Estimation of the mechanism of regulation the international reserves of the Russian Federation at the development present stage. Money and credit. 2011. no. 10. pp.74.

8 Ions V.M. The monetary movement in the modern world. Money and credit. 2013. no. 7. pp.74.

9 Krasavina LN Actual problems of inflation and its regulation in Russia: a systematic approach. Money and credit. 2013. no. 3. pp.19.

10 Luntovsky G.I. The monetary movement: the current stage and prospects of development. Money and credit. 2013. no. 2. pp. 3.

11 Jurov A.V. The monetary movement during periods of recession and recovery of economics. Money and credit. 2011. no. 1. pp. 37.

12 Jurov A.V. The state of monetary movement in the Russian Federation. The implementation of decisions of prospects. Money and credit. 2012. no. 6. pp.74.

13 Federal state statistics service. Available at: http://www.gks

14 Database Eurostat. Available at: http://www.epp.eurostat.ec.europa.eu

15 Central Bank of Russia. Available at: http://www.cbr.

16 World Bank Group. Available at: http://www.worldbank.org

17 IMF – International Monetary Fund Home Page. Available at: http://www.imf.org

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Елена Н. Выборова д .э .н., профессор, Казань, Татарстан, Россия, envyborova@yandex.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Elena N.Vyborova doctor economical science, professor, Kazan, Tatarstan, Russia, envyborova@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Елена Н. Выборова подготовила рукопись и несёт ответственность за плагиат

CONTRIBUTION

Elena N.Vyborova prepared the manuscript and responsible for plagiarism

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

ПОСТУПИЛА 07.08.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 25.08.2016

RECEIVED 7.8.2016

ACCEPTED 8.25.2016

Оригинальная статья/Original article

УДК 656.078

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-355-359

Содержание и особенности транспортного обслуживания экономики региона

Людмила П. Паристова, [1] paristova@mail.ru
Назрин Тенгиз кызы Каримли [1] kerimlinezrin@mail.ru

[1] кафедра экономики, Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации, ул. Пилотов, 38, Санкт-Петербург, 196210, Россия

Реферат. Развитие транспортного комплекса региона и его обслуживание – актуальные задачи, они оказывает всё большее влияние на развитие региона в целом. В статье определены основные положения транспортного обслуживания экономики региона, представлено авторское понимание данного процесса – система рассматривается как совокупность элементов транспортной инфраструктуры, через взаимодействие которых удовлетворяются потребности в перемещении грузов и пассажиров в регионе. Она является открытой системой, имеющей обособленную внутреннюю среду и взаимодействующей с внешней средой. При этом первая состоит из элементов, связь между которыми гораздо сильнее, чем с элементами, составляющими последнюю. В условиях рынка актуальная проблема неопределенности внешней среды влияет на состояние и развитие системы транспортного обслуживания региона, изменяя условия ее функционирования. Представлена характеристика системы транспортного обслуживания региона. Определены методы и особенности регулирования транспортного обслуживания экономики региона: необходимость обновления основных средств на транспорте и развития транспортной инфраструктуры; недостаточное развитие стратегического планирования транспорта как единого комплекса в рамках транспортной системы и в общем контексте развития производительных сил; низкая инвестиционная и инновационная активность в автотранспортной отрасли, вызванная сокращением внутренних и иностранных инвестиций, снижением финансирования из государственного бюджета. Проводится исследование состояния нормативно-правового обеспечения развития транспортного комплекса в Воронежской области, даётся анализ стратегических и прогнозных документов, регулирующих транспортное обслуживание в регионе. Определены перспективные направления развития транспортного комплекса региона: устойчивое и эффективное функционирование и развитие транспорта как составной части производственной инфраструктуры России является необходимым условием стабилизации и структурной перестройки экономики. Региональные экономики формируют особенности национального транспортного комплекса, уровень его развития и приоритетные цели

Ключевые слова: транспортный комплекс, регион, состояние развития транспорта, транспортное обслуживание

The content and features of transport servicing of region economy

Liudmila P. Paristova, [1] paristova@mail.ru
Nazrin Tengiz kyza Karimli [1] kerimlinezrin@mail.ru

[1] economy department, St. Petersburg State University of the civil aviation, Pilotov St., 38, St. Petersburg, 196210, Russia

Summary. Development of a transport complex of the region and transport servicing becomes more and more urgent every year and exerts the increasing impact on development of the region in general. In article basic provisions of transport servicing of economy of the region are determined. On the basis of a research of approaches to determination of transport servicing the author's understanding of this process is provided. The system of transport servicing of the region is considered as set of elements of transport infrastructure through which interaction the needs for cargo transfer and passengers in the region are satisfied. It is the open system having the isolated internal environment and interacting with the external environment. At the same time the internal environment consists of elements between which communication is much stronger, than with the elements constituting the external environment. In market conditions the urgent problem of uncertainty of the external environment influences in turn a condition and development of system of transport servicing of the region, changing external and internal conditions of its functioning. The characteristic of system of transport servicing of the region is provided. Methods of regulation of transport servicing are determined. Features of transport servicing of economy of the region are marked out: need of updating of a property, plant and equipment on transport and development of transport infrastructure; insufficient development of strategic planning of transport as single complex within transport system and in a general context of development of productive forces; the low investment and innovative activity in a motor transportation industry caused by reducing internal and foreign investments, decrease in financing from the government budget. The research of a condition of standard legal support of development of a transport complex in the Voronezh region is conducted, the analysis of the strategic and forecast documents regulating transport servicing in the region is given. The perspective directions of development of a transport complex of the region are determined: steady and effective functioning and development of transport as component of a production infrastructure of Russia is a necessary condition of stabilization and structural adjustment of economy. Regional economies create features of a national transport complex, the level of its development and the priority purposes

Keywords: transport complex, region, condition of development of transport, transport servicing

Введение

Развитие экономики региона является сложным процессом, который определяется его географическим положением, социально-экономической ситуацией, обеспеченностью ресурсами, уровнем развития инфраструктуры, активностью трудоспособного населения, а также характером управления регионом. Вопросы развития транспортного комплекса региона и его обслуживание – актуальные задачи, они оказывают всё большее влияние на развитие региона (см. работы З. И. Аксенова, И. С. Блиоха, И. В. Белова, М. М. Болотина, Н. М. Васильева, В. Г. Галабурды, Н. Н. Громова, О. Н. Дунаева, А. И. Журавеля, Н. Д. Иловайского, Б. С. Козина, И. Т. Козлова, Е. Ф. Косиченко, И. В. Кочетова, Б. А. Левина, Л. А. Мазо, А. Т. Осьминина, и др.).

Система транспортного обслуживания региона является важнейшим фактором, объединяющим различные отрасли и производства экономики. Различные подходы к определению транспортного обслуживания сведены в таблицу 1.

Для цитирования
Паристова Л. П., Каримли Назрин Тенгиз кызы Содержание и особенности транспортного обслуживания экономики региона // Вестник ВГУИТ. 2016. № 3. С. 355–359. doi:10.20914/2310-1202-2016-3-355-359

For citation
Paristova L. P., Karimli Nazrin Tengiz kyza The content and features of transport servicing of region economy . *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 3. pp. 355–359. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-3-355-359

Таблица 1

Исследование подходов к определению транспортного обслуживания

Table 1

Research of approaches to definition of transport service

Источник / Source	Определение транспортного обслуживания / Definition of transport service
Свободный словарь терминов, понятий и определений по экономике, финансам, бизнесу [1] The free dictionary of terms, concepts and determinations on economy, finance, business [1]	Деятельность транспортных компаний по организации доставки товара от отправителя до получателя груза; предполагает выбор вида транспорта, направления перевозок, способа транспортировки и обслуживания груза в пути Activities of transportation companies for the organization of the goods delivery from the sender to the consignee; assumes the choice of a transport mode, direction of transportations, a method of transportation and servicing of freight on the way
В. С. Бачмага, Л. А. Белоусова [2] V. S. Bachmaga, L. A. Belousov [2]	Процесс предоставления транспортных услуг потребителям, в соответствии с установленными нормами и требованиями; это составляющая часть логистики, т. к. оно включает в себя деятельность по предоставлению услуг транспортными компаниями по организации доставки товара от отправителя до получателя груза соответствующего качества и необходимого количества точно в срок согласно требованиям потребителя с наименьшими издержками Process of provision of transport services to consumers, according to the established regulations and requirements; it is a logistics component since it includes activities for provision of services by transportation companies for the organization of the goods delivery from the sender to the consignee of the corresponding quality and necessary quantity right on time according to consumer requirements with the smallest expenses
Логистические аспекты функционирования транспорта [3] Logistic aspects of functioning of transport [3]	Услуги транспорта определяются как подвид деятельности транспорта, направленный на удовлетворение потребностей людей и характеризующийся наличием необходимого технологического, экономического, информационного, правового и ресурсного обеспечения. Это не только собственно перевозка грузов или пассажиров, а любая операция, не входящая в состав перевозочного процесса, но связанная с его подготовкой и осуществлением Services of transport are determined as the subspecies of activities of transport directed to a requirements satisfaction of people and which are characterized by availability of necessary technological, economic, information, legal and resource support. It not only actually transportation of goods or passengers, and any transaction which isn't a part of transportation process, but connected with its preparation and implementation
Справочник технического переводчика [4] Reference book of the technical translator [4]	1) процесс предоставления транспортных услуг потребителям, в соответствии с установленными нормами и требованиями (по ГОСТ Р 51006-96); 2) комплекс организационных и технических мероприятий, обеспечивающих регулярность перевозок пассажиров и грузов (по требованиям ВНИИИС Госстроя СССР) 1) process of provision of transport services to consumers, according to the established regulations and requirements (in accordance with GOST P 51006-96); 2) a complex of the organizational and technical actions providing a regularity of transportations of passengers and freights (according to requirements of VNIIIS of the State Committee for Construction of the USSR)
Бухгалтерский словарь [5] Accounting dictionary [5]	Конечный результат деятельности транспортных предприятий по выполнению договора перевозки; это совокупность средств, форм и методов, обеспечивающих реализацию транспортной продукции (услуги) перед его заказчиком (продавцом или покупателем) Resulting effect of activities of transport enterprises for transportation agreement performance; it is set of the means, forms and methods providing sale of transport products (service) before his customer (the seller or the buyer)
«О принятии Положения об организации транспортного обслуживания населения» [6] "About acceptance of the Regulations on the organization of transport servicing of the population" [6]	Предоставление услуг по перевозке пассажиров и багажа автомобильным, городским наземным электрическим, водным и железнодорожным транспортом пригородного сообщения This provision of services on transportation of passengers and baggage by a road, urban land electric, water and railway transport of the suburban message
Словарь транспортных терминов [7] Dictionary of transport terms [7]	Транспортно-экспедиторское обслуживание – совокупность дополнительных (по отношению к операции транспортирования) работ и услуг, являющихся неотъемлемой частью перевозочного процесса: специализированная деятельность по поручению и за счёт грузовладельца по организации доставки грузов Transport-forwarding servicing – set additional (in relation to transportation transaction) the works and services which are an integral part of transportation process: specialized activities on behalf and at the expense of the freight owner for the organization of cargo delivery

На основе анализа приведённых мнений автором дано собственное определение категории «транспортное обслуживание» – процесс предоставления региональных транспортных услуг потребителям по перевозке грузов или пассажиров, связанный с выбором вида транспорта, направления перевозок, способа транспортировки и обслуживания грузов, в соответствии с установленными нормами и требованиями, характеризующийся наличием необходимого технологического, экономического, информационного, правового и ресурсного обеспечения.

Система транспортного обслуживания региона представляет собой совокупность элементов транспортной инфраструктуры, через взаимодействие которых отвечают требованиям в перемещении грузов и пассажиров

в регионе. Она является открытой системой, имеющей обособленную внутреннюю среду и взаимодействующей с внешней средой. При этом первая состоит из элементов, связь между которыми гораздо сильнее, чем с элементами, составляющими последнюю.

В условиях рынка проблема неопределенности внешней среды влияет на состояние и развитие системы транспортного обслуживания региона, изменяя условия ее функционирования.

Предпосылками государственного регулирования транспортного обслуживания в регионе являются следующие [8, 9]:

1) Существование и развитие естественного монополизма региональных предприятий;

2) Значимость контроля и ограничения уровня транспортных тарифов в регионе;

3) Необходимость защиты работающих транспортных предприятий от недобросовестной конкуренции в регионе и за его пределами;

4) Требования к защите потребителей автотранспортных услуг от недобросовестной конкуренции;

5) Важность содействия транспортным предприятиям в ликвидации стихийных бедствий, аварий, катастроф.

6) Существенная оборонная роль транспорта, которая должна контролироваться государством;

7) Необходимость выполнения межрегиональных, всероссийских и международных соглашений, конвенций, договоров в области транспортного обслуживания;

8) Повышенные риски транспортной деятельности, которые следует сокращать;

9) Приоритет рационального распределения транспортного обслуживания по территории региона и страны;

10) Необходимость нормативно-правового регулирования государством выполнения стратегических и прогнозных документов.

Большое влияние на эффективность работы транспорта оказывают методы регулирования транспортной деятельности в регионе (таблица 2) [10, 11].

Таблица 2

Методы регулирования транспортного обслуживания в регионе

Table 2

Methods of regulation of transport service in the region

Группа методов регулирования Group of methods of regulation	Перечень методов регулирования транспортного обслуживания List of methods of regulation of transport service
Экономические методы Economic methods	Приватизация, налоговая политика региона, тарифная система транспортного обслуживания, система штрафных санкций, дотационные методы на транспорте, кредитование транспортного развития региона, финансирование транспортных операций Privatization, tax policy of the region, tariff system of transport tinning, system of penalties, subsidized methods on transport, financing of transport development of the region, financing of transport transactions
Нормативные методы Regulatory methods	Лицензирование транспортной деятельности в регионе, квотирование транспортного обслуживания, система разрешительных мер на транспорте Licensing of transport activities in the region, quoting of transport servicing, system of allowing measures on transport
Ограничительные методы Restrictive methods	Комплекс методов ограничения транспортной деятельности на различных видах транспорта; система ограничений деятельности на транспортном рынке по числу транспортных компаний и по размеру парка транспортных средств, региональное регулирование транспорта как естественной монополии Complex of methods of restriction of transport activities on different types of transport; system of restrictions of activities in the transport market for number of transportation companies and by the size of a vehicle park, regional regulation of transport as natural monopoly
Методы регулирования безопасности Safety regulation methods	Правила дорожного движения, правила перевозок грузов, правила перевозок опасных грузов, правила перевозок пассажиров, правила транспортно-экспедиторской деятельности, устав различных видов транспорта Traffic regulations, rules of transportation of goods, rules of transportations of a dangerous goods, rules of transportations of passengers, rules of transport-forwarding activities, charter of different types of transport
Методы регулирования развития Development regulation methods	Методы достижения задач Транспортной стратегии РФ и регионов, методы развития транспортной инфраструктуры региона, методы регулирования достижения индикаторов транспортного развития в регионе Methods of achievement of tasks of Transport strategy of the Russian Federation and regions, methods of development of transport infrastructure of the region, methods of regulation of achievement of indicators of transport development in the region

Автор считает, что нормативные методы являются наиболее важными, поскольку в целом определяют возможности развития транспортного обслуживания в регионе, создания транспортной инфраструктуры, формирование новых транспортных узлов.

Два типа методов – ограничительные и регулирования безопасности – формируют рамки совершенствования региональной транспортной системы, повышают её надёжность и безопасность, поддерживают легитимность транспортного развития [12].

Вышеуказанные методы носят частный характер, т. к. помогают принятию решений по отдельным вопросам развития, в т. ч. достижения показателей транспортной стратегии; выполнения предписаний научно-технического развития региона; получения льгот; регулирования отношений собственности, налогов, тарифов, штрафных санкций; оплата дополнительных операций, кредитов, дотаций на развитие транспортного комплекса региона и т. д. [13].

Можно определить также ещё одну группы методов – синтетические методы регулирования автотранспортной деятельности [14, 15] – синтез нормативно-правовых и экономических мер. Они позволяют решить комплекс проблем транспортного обслуживания, например, пространственного развития, стимулирования развития отдельных видов транспорта, повышения социальной защищённости населения региона.

Заключение

Автором выделены особенности транспортного обслуживания экономики региона:

1. Необходимость обновления основных средств на транспорте и развития транспортной инфраструктуры.

2. Недостаточное развитие стратегического планирования транспорта как единого комплекса в рамках транспортной системы и в общем контексте развития производительных сил.

3. Слабая инвестиционная и инновационная активность в автотранспортной отрасли, вызванная сокращением внутренних и иностранных инвестиций, снижением финансирования из государственного бюджета, при этом сохраняется существенное отставание в уровне применяемых технологий и автоматизации транспорта [10, 11].

Следует отметить, что устойчивое и эффективное функционирование и развитие транспорта как составной части производственной инфраструктуры России является условием стабилизации и структурной перестройки экономик, особенно региональных. Последние формируют особенности национального транспортного комплекса, уровень его развития и приоритетные цели. Транспорт также служит обеспечению национальной безопасности и обороноспособности страны, решению социальных проблем, связанных с транспортной доступностью, а также развитию инновационных направлений в сфере транспортного обслуживания.

ЛИТЕРАТУРА

1 Транспортное обслуживание: понятие. Свободный словарь терминов, понятий и определение по экономике, финансам и бизнесу. URL: http://termin.bposd.ru/publ/transportnoe_obsluzhivanie/20-1-0-19147 (дата обращения 26.08.2016).

2 Бачмага В.С., Белоусова Л.А. Анализ стратегии транспортного обслуживания // Молодой ученый. 2015. № 6. С. 385–387.

3 Логистические аспекты функционирования транспорта. URL: http://www.cfin.ru/management/manufact/transport_log_1.shtml (дата обращения 26.08.2016).

4 Справочник технического переводчика. URL: http://technical_translator_dictionary.academic.ru/244851 (дата обращения 26.08.2016).

5 Обслуживание, Транспортно. Бухгалтерский словарь. URL: http://enc-dic.com/buhg/Obsluzhivanie-Transportnoe-4010.html (дата обращения 26.08.2016)

6 Решение Совета депутатов Ступинского муниципального района Московской области от 24.05.2006 № 127/9 «О принятии Положения об организации транспортного обслуживания населения на территории Ступинского муниципального района»

7 Транспортно-экспедиторское обслуживание: Словарь транспортных терминов. URL: http://www.proexpress.ru/slovar/ (дата обращения 26.08.2016).

8 Вайпан В.А. Правовое регулирование транспортной деятельности // Бизнес и право в России и за рубежом. 2012. № 3.

9 Мишарин А.С., Евсеев О.В. Актуализация Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 года // Транспорт Российской Федерации. 2013. № 2(45). С. 4–13.

10 Распоряжение Правительства РФ от 22.11.2008 № 1734-р (ред. от 11.06.2014) «О Транспортной стратегии Российской Федерации». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_82617 (дата обращения 26.08.2016).

11 Приказ Департамента промышленности, транспорта, связи и инноваций ВО от 31 декабря 2010 года № 293 «Об утверждении Концепции долгосрочного развития транспортного комплекса Воронежской области на период до 2020 года». URL:http://docs.pravo.ru/document/view/29620191/30301423 (дата обращения 26.08.2016).

12 Федеральная целевая программа "Развитие транспортной системы России (2010–2015 годы)". Подпрограмма «Автомобильные дороги». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140436/f312b50d94d35b8d8dddb1b1770048c2b5225659 (дата обращения 26.08.2016).

13 Daved van Stralen M.D., Barton B. Transport Services //Policy. 2015.

14 Nesheli M.M., Ceder A.A., Brissaud R. Public transport service-quality elements based on real-time operational tactics //Transportation. 2016. P. 1–19.

15 Tang Y., Sun J. Customer Satisfaction Evaluation of Rail Door-to-Door Transport Service // Fifth International Conference on Transportation Engineering. 2015.

REFERENCES

1 Transportnoe obsluzhivanie: ponyatie. Svobodnyj slovar' terminov, ponyatij i opredelenie po ehkonomike, finansam i biznesu. [Transport services: concept. Free glossary of terms, concepts and definitions for Economy, Business and Finance] Available at: http://termin.bposd.ru/publ/transportnoe_obsluzhivanie/20-1-0–19147 (accessed 26.08.2016). (in Russian)

2 Bachmaga V. S., Belousova L. A. Strategy analysis of transport services. *Molodoi uchenyi* [Young scientist]. 2015. no. 6. pp. 385–387. (in Russian).

3 Logisticheskie aspekty funkcionirovaniya transporta. [Logistical aspects of the functioning of transport] Available at: http://www.cfin.ru/management/manufact/transport_log_1.shtml (accessed 26.08.2016). (in Russian)

4 Spravochnik tekhnicheskogo perevodchika. [Directory of technical translator] Available at: http://technical_translator_dictionary.academic.ru/244851 (accessed 26.08.2016). (in Russian)

5 Obsluzhivanie, Transportnoe. Buhgalterskij slovar'. [Service, Transport. Accounting dictionary] Available at: http://enc-dic.com/buhg/Obsluzhivanie-Transportnoe-4010.html (accessed 26.08.2016) (in Russian)

6 Reshenie Soveta deputatov Stupinskogo municipal'nogo rajona Moskovskoj oblasti ot 24.05.2006 № 127/9 «O prinyatii Polozheniya ob organizacii transportnogo obsluzhivaniya naseleniya na territorii Stupinskogo municipal'nogo rajona» [Deputies Council Decision Stupino municipal district of Moscow region from 24.05.2006 № 127/9 "On adoption of the Regulation on the organization of transport service of the population in the territory of the Stupino Municipal District"] (in Russian)

7 Transportno-ehkspeditorskoe obsluzhivanie: Slovar' transportnyh terminov. [Freight forwarding services: transport Glossary of Terms] Available: http://www.proexpress.ru/slovar/ (accessed 26.08.2016). (in Russian)

8 Vaipan V. A. Legal regulation of transport activities. *Biznes i Rossi v Rossi ii za rubezhom* [Business and law in Russia and abroad]. 2012. No. 3. (in Russian).

9 Misharin A. S., Evseev O. V. Updating the Transport strategy of the Russian Federation for the period till 2030. *Transport Rossiiskoi Federatsii* [The Transport Of The Russian Federation]. 2015. No. 2(45). Pp. 4–13. (in Russian).

10 Rasporyazhenie Pravitel'stva RF ot 22.11.2008 № 1734-r (red. Ot 11.06.2014) «O Transportnoj strategii Rossijskoj Federacii». [Order of the RF Government of 22.11.2008 number 1734 p (ed. From 11.06.2014) "On the Transport Strategy of the Russian Federation."] Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_82617/ (accessed 26.08.2016). (in Russian).

11 Prikaz Departamenta promyshlennosti, transporta, svyazi i innovacij Voronezhskoj oblasti ot 31 dekabrya 2010 goda № 293 «Ob utverzhdenii Koncepcii dolgosrochnogo razvitiya transportnogo kompleksa Voronezhskoj oblasti na period do 2020 goda». [Order of the Department of Industry, Transport, Communication and Innovation Voronezh region on December 31, 2010 № 293 "On Approval of the transport complex of the Voronezh area long-term development for the period till 2020".] Available at: http://docs.pravo.ru (in Russian).

12 Federal'naya celevaya programma "Razvitie transportnoj sistemy Rossii (2010–2015 gody)". Podprogramma "Avtomobil'nye dorogi". [Federal target program "Development of Transport System of Russia (2010-2015)". Sub-program "Roads".] Available at: http://www.consultant.ru/ (in Russian).

13 Daved van Stralen M.D., Barton B. Transport Services. Policy. 2015.

14 Nesheli M.M., Ceder A.A., Brissaud R. Public transport service-quality elements based on real-time operational tactics. Transportation. 2016. Pp. 1–19.

15 Tang Y., Sun J. Customer Satisfaction Evaluation of Rail Door-to-Door Transport Service //Fifth International Conference on Transportation Engineering. 2015.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Людмила П. Паристова к. э. н., доцент, кафедра экономики, Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации, ул. Пилотов, 38, Санкт-Петербург, 196210, Россия, paristova@mail.ru

Назрин Тенгиз кызы Каримли аспирант, кафедра экономики, Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации, ул. Пилотов, 38, Санкт-Петербург, 196210, Россия, kerimlinezrin@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Людмила П. Паристова предложила методику проведения эксперимента и организовала производственные испытания, консультация в ходе исследования, редактирование рукописи

Назрин Тенгиз кызы Каримли обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провёл эксперимент, выполнил расчёты, написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 26.07.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 22.08.2016

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Liudmila P. Paristova candidate economical science, associate professor, economy department, St. Petersburg State University of the civil aviation, Pilotov St., 38, St. Petersburg, 196210, Russia, paristova@mail.ru

Nazrin Tengiz kyza Karimli graduate student, economy department, St. Petersburg State University of the civil aviation, Pilotov St., 38, St. Petersburg, 196210, Russia, kerimlinezrin@mail.ru

CONTRIBUTION

Liudmila P. Paristova proposed a scheme of the experiment and organized production trials, consultation during the study, manuscript editing

Nazrin Tengiz kyza Karimli 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 7.26.2016

ACCEPTED 8.22.2016

Оригинальная статья/Original article

УДК 334.784

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-360-365

Перспективные направления развития информационно-коммуникационных систем и технологий в логистике

Екатерина В. Пустынникова [1] ebrezneva@list.ru
Вадим В. Баклушинский [1] vbaklushinskiy@mail.ru

[1] кафедра экономики и организации производств, Ульяновский государственный университет, ул. Льва Толстого, 42, Ульяновск, 432000, Россия

Реферат. В настоящее время высокий торговый оборот является типичным для российской экономики, которая, в свою очередь, активирует достаточную интенсивность движения товаров. Логистика, как путь движения товаров в контексте различных способов доставки (авто-, воздушный, водный, железнодорожный транспорт), в том числе через таможенную границу, остро страдают от всех видов экономической трансформации. Таким образом, создание стабильных условий для перемещения товаров в соответствии с условиями взаимовыгодного сотрудничества является одним из приоритетов для материально-технического обеспечения. Тенденции экономического развития характеризуются ростом интеграционных процессов, доказавшие свою экономическую состоятельность. Такие преобразования означают необходимость улучшения механизмов контроля, в том числе материально-технического обеспечения. В статье рассматривается фактический выпуск бизнес-процессов информационной поддержки в условиях логистической интеграции. Основа информационной системы состоит из информационно-коммуникационных ресурсов, инструментов и технологий, использование которых направлено на решение конкретных задач для формирования информационной инфраструктуры, реинжиниринга бизнес-процессов, поддержки экономической безопасности бизнеса. В процессе изучения этого вопроса становятся очевидными неоспоримые преимущества информационных и коммуникационных технологий использования в логистических операциях, применение которых возможно в результате согласования интересов интегрированной системы. В статье приводятся доказательства того, что рынок оказывает определенное влияние на улучшение информационно-коммуникационных систем и технологий для комплекса, осуществляющего логистические операции, которые, в свою очередь, оптимизирует длительность движения товаров и связанных с этим процессом расходов, таким образом, определяет улучшение материально-технических условий с точки зрения роста бизнеса и повышения конкурентоспособности. В статье приводятся доказательства того, что рынок оказывает определенное влияние на улучшение информационно-коммуникационных систем и технологий для комплекса, осуществляющего логистические операции, которые, в свою очередь, оптимизируют длительность движения товаров и связанных с этим процессом расходов, таким образом, улучшаются материально- технические условия с точки зрения роста бизнеса и повышается конкурентоспособность.

Ключевые слова: информационные и коммуникационные ресурсы и технологии, программного обеспечения, информационная интеграция в области логистики

Prospective directions of information and communication systems and technologies development in logistics

Ekaterina V. Pustynnikova, [1] ebrezneva@list.ru
Vadim V. Baklushinskii [1] vbaklushinskiy@mail.ru

[1] economics and organization of production department, Ulianovsk State university, Lev Tolstoy str., 42, Ulyanovsk, 432000, Russia

Summary. At present time the high trade turnover is typical of the Russian economy, which in turn, activates a sufficient intensity of goods movement. Logistics, as a goods movement path in the context of a variety of delivery methods: road, air, water, pipeline, railroad transport, including across the customs border, is acutely affected by all kinds of economic transformation. Therefore, the creation of stable conditions for movement of goods under the terms of mutually beneficial cooperation is a priority for logistics. Trends of economic development are characterized by growth of integration processes which have expressed themselves positively and proven their economic suitability. Such transformations denote the necessity of the control mechanisms improvement, including logistics. The actual issue of business processes information support in circumstances of logistical integration is considered in this article. The basis of the information system consists of information and communication resources, tools and technologies, the use of which is aimed at solving specific problems for the shaping of information infrastructure, business process reengineering, supporting economic security of business. In process of this issue studying are becoming obvious undeniable advantages of information and communication technologies use in logistics operations, the gaining of which is possible as a result of an integrated system's interests harmonization. The article provides evidence that the market has a certain influence on the improvement of information and communication systems and technologies for complex carrying out logistical operations, which, in turn, optimizes the duration of the movement of goods and related with this process costs, thereby determines the improvement of logistic conditions in terms of business growth and competitiveness development The article provides evidence that the market has a certain influence on the improvement of information and communication systems and technologies for complex carrying out logistical operations, which, in turn, optimize the duration of the movement of goods and value of related with this process costs, thereby logistic conditions in terms of business growth and competitiveness development are made better.

Keywords: information and communication resources and technologies, software, information integration in logistics

Theoretical basis of business's information support

Sustainable and mutually beneficial cooperation of organizations is the key to high competitiveness of business. The expediency of the integration processes in the modern reality is not in doubt. There is a wide variety of different approaches to the creation of an integration environment for conducting certain business operations, including logistics, and for the development of the organization as a whole. To our mind, in this aspect of the problem, introduction and development of dataware for logistics processes management is quite urgent. It should be noted that the logistics has a huge potential and opportunities for business growth, and fast development of information technologies affects processing and decision-making speed, thus it is one of the most effective ways to reduce costs.

Figure 1 demonstrates the information and communication technologies (ICT) support

Для цитирования
Пустынникова Е. В., Баклушинский В. В. Перспективные направления развития информационно-коммуникационных систем и технологий в логистике // Вестник ВГУИТ. 2016. № 3. С. 360–365. doi:10.20914/2310-1202-2016-3-360-365

For citation
Pustynnikova E. V., Baklushinskii V. V. Prospective directions of information and communication systems and technologies development in logistics . *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 3. pp. 360–365. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-3-360-365

scheme, which are recommended for implementation to support logistics processes. It should be borne in mind that it is necessary to harmonize the methods, tools, and technologies of company's information resources management.

The basis of the company's information system is business software that covers information and communication resources, tools, and technologies of materials and related processes management. There is plenty of information resources used in business. The list of information and communication resources designed to support logistics processes is formed in table 1 on the basis of systems approach.

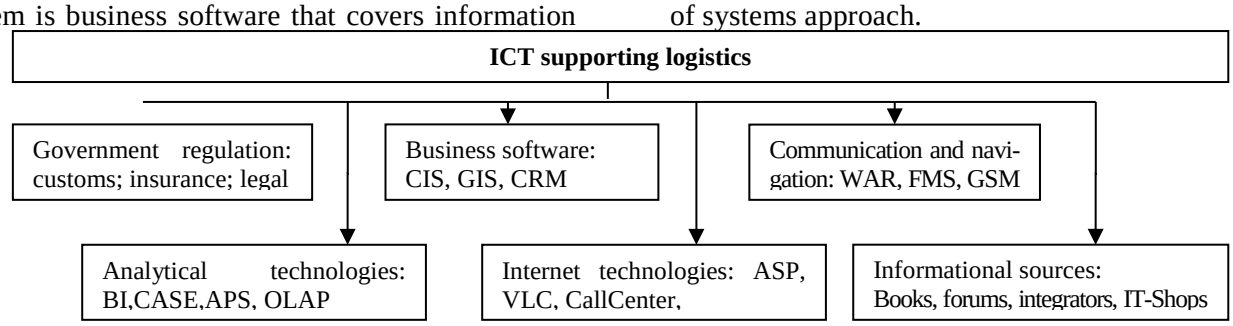


Figure 1. Modern ICT supporting logistics operations execution

Table 1.

Terminological review of information and communication resources

Resource name	Abbreviation expansion
MES	Manufacturing execution system
MRP	Material requirements planning
MRP II	Manufacturing resource planning
ERP	Enterprise resource planning
CSRP	Customer synchronized resources planning
SCM	Supply chain management
GIS	Geographic information system
CRM	Customer relations management
SRM	Supplier relations management
BRM	Business Performance Management
WMS	Warehouse management system
EDI	Electronic data interchange
FMS	Fleet management system
GSM	Global System for Mobile connections
WAP	Wireless Application Protocol
ASP	Application service providing (technology outsourcing various programs with user access via the Internet)
RFID	Radio frequency identification
VLC	Virtual logistics center
APS	Advanced planning & scheduling
GPS	Global positioning system
OLAP	Online analytical processing
BI	Business Intelligence
e-SCOR	Supply Chain Operation Reference model
CASE	Computer Aided System Engineering

Selection of a specific software is aimed at solving specific problems for the formation of information infrastructure, the choice of hardware and software, business process reengineering based on information systems, information outsourcing, ensuring the information security of business. When creating information space for support of logistics operations in the supply chain it is important to coordinate decisions on the selection of a particular set of information and communication resources, otherwise, lack of harmonization does not allow participants of product distribution to recognize the information. It should be noted that the market of information and communication technologies is very diverse, which in turn determines the high demands of the abilities and skills of IT-managers, both in design and development of information solutions, as well as when they are used in business practice.

Directions in the development of logistics software.

The development of ICT and their practical application level in logistics is directly related to changes in the market economy. A qualitative picture of the dynamics of the logistics services market on the basis of information support is shown in Figure 2.

According to Figure 2, information support of logistics processes meets the requirements of the market environment and trends of its development. In turn, enhancement of information support promotes the complex automation of material flows management in time and space.

Information component in this format of development is becoming increasingly global, especially with the development of electronic forms of doing business based on Internet technologies. Due to market globalization logistics systems are subject to significant changes. Currently, in virtue of the integration processes development, a new commercial paradigm forms. It is integration paradigm based on material flow management concepts synchronized on the basis of MRP, MRPII, ERP, CSRP, CALS concepts presented in Table 2.

<table>
<tr><td rowspan="6">Market's requirements</td><td rowspan="6"></td><td rowspan="5"></td><td rowspan="4"></td><td colspan="2"></td><td>Reliability</td></tr>
<tr><td colspan="2">Uniqueness of services</td></tr>
<tr><td colspan="3">Expansion of choice and assortment</td></tr>
<tr><td colspan="4">Quality of services</td></tr>
<tr><td colspan="5">Price</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="5">1960's. ⟹ Today</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Company's priorities</td><td colspan="5">Economic efficiency</td></tr>
<tr><td>MRP</td><td colspan="4">New techniques and technologies</td></tr>
<tr><td rowspan="3">MRPII</td><td colspan="3">Organizational and technological flexibility</td></tr>
<tr><td rowspan="2">ERP</td><td>Innovations</td><td></td></tr>
<tr><td>CSRP</td><td>Integration</td></tr>
</table>

Figure 2. Market trends of logistics services development

Table 2.

The main types of information systems applied in a comprehensive logistics automation

IS type	Purpose
MRP	Material requirements planning. These systems are used in planning of parts demand for production of certain products quantity. Thus MRPs allow enterprise to determine optimal stocks for manufacturing goods according to forecasted sales. Nowadays MRP concept is outdated and usually isn't used singly, but it forms part of current information systems [11]
MRP II	Manufacturing resource planning. MRP II systems have the capabilities of MRPs and provide additional functions of planning and controlling of cost calculation, procurement, sales and production data acquisition. Main idea of MRP II systems is to take into account all relevant resources for company's success in planning. However, these systems include only manufacturing resources.
ERP	Enterprise resource planning. ERP systems include MRP II functionality and provide general functions of accounting, controlling, financial planning and HR.
CSRP	Customer synchronized resource planning. This type of systems has abilities of ERP and CRM. Concept of CSRP is inclusion of customer in the production process. It allows customer to order manufacturing of product and control it's implementation and deadline.
CALS	Continuous acquisitions and life cycle support. CALS is an approach to designing and production of highly technological products. CALS technologies provide information support at all stages of lifecycle of the merchandise. This approach is based on creation of unified information space implemented according requirements of international standards system.

These concepts reflect the importance of managing both of the internal resources of the company and external, such as consumer behavior, the means of distribution of goods and service maintenance, which are fundamentally important aspects under the conditions of modern integration processes.

A typical response to the needs of companies in the information integration can be seen in the evolution of information systems, and this process is accompanied by not only expanding their functionality, but also increasing compatibility with other systems, such as CRM, SCM, BPM (Figure 3).

Information integration in logistics and management at the global level is currently being implemented in the framework of international programs. One of these programs, which Russia has ratified, is TEDIM – Telematics in Foreign Trade Logistics and Delivery Management. The development of program is going in the direction of the integrated logistics and SCM network formation with the appropriate information support based on the concept of a unified information technology environment "Northern Dimension".

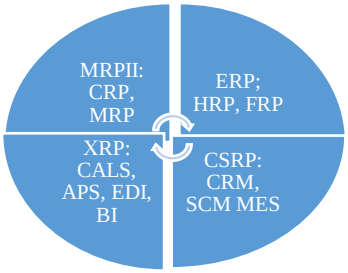


Figure 3. The evolution of corporate information system in the direction of information resources integration

Among the promising, emerging logistics trends in domestic practice there are several ones that require the use of ICT and should be noticed first and foremost:

- Automation of supply planning and re-planning with minimal losses;
- Client-oriented supply management using CRM and SRM integrated automation technologies based on personified accounting of demand, ranging customers and suppliers;
- Automation of supplies on the basis of electronic planning (e-commerce).
- Transportation outsourcing in coordination of logistics operations, including interactive kind, that operate through virtual centers;
- Design of supply chain on the basis of automation principles (e-SCOR).

Information integration should be carried out comprehensively and in the combination of different organizational and technological forms. In the modern economic practice there are the most demanded ones:

- network integration associated with the construction of the physical topology of computer networks and data networks driven by network operating systems;
- integration of business processes (business integration), focused on the office integration through e-mail and document management systems;
- intraindustrial integration, related to the automation of planning and management of manufacturing processes on the basis of MRP, ERP, MES systems;
- cross-enterprise integration based on Internet network, expandable up to the level of integration with customers;
- integration of business applications and resources sharing enterprise-level data, providing a comprehensive, interlinked solution of organization's tasks, tactical production management, long-term planning and business process reengineering.

The main instruments of information integration are unified protocols, documentation languages and data communication systems, Open-Source and Internet/Intranet technologies, remote access to data and mobile management systems, shown in Table 3.

Table 3.

Terminology of information resources integration system

Definition	Matter (functions)
Internet	Open global information system based on WEB technology; it is used for creation of a local network of a company, inter-corporate associations (integration of Intranet) and regional networks (Extranet integration)
Integration	Technology and tools of integration of IS developed by various implementators (IBM WebSphere, AquaLogisBEASystems)
SOA	Service Oriented Architecture is a process technology of applications integration to the unified company's information system
XML/XSL	Extensible Markup Language and Extensible Style Language are languages that simplify the interaction between different information systems on the document flow and data exchange. It serves as an environment for application integration
SCADA	Supervisory Control And Acquisition can be described as an automated process control system (APCS). These systems are quiet suitable for control over technological and business processes of industrial enterprise.

Integration of information resources is related to the tactical tasks of information support of management in modern logistics, and therefore it's implementation should be formed comprehensively by joined tools and technologies at all levels of the supply chain as follows:

- workplace should be automated to work with a local information system, e-mail, office applications and Internet access;
- department, service or unit should be equipped with a network information system of narrow functional orientation to work in groups, conduct electronic meetings management automation;
- at the level of the organization (corporation) a comprehensive management automation with a guide to the relevant sectoral, national and international projects and programs should be carried out.

One of main principles of describing the future development of logistics is the safety of product distribution and data transmission. In this connection there should be noted feasibility of important management tools to ensure security in the supply chain:

- Automatic tracking of the shipment (GPS);
- Generation of warnings about the dangers of electronic communication;
- Electronic seals;
- Audio and video identification when paying invoices by using special credit cards;
- Electronic flow of document, providing outrunning information support;
- The virtual inspection of the goods packaging.

Table 4 provides a list of tools and technologies for monitoring the supply chain that are recommended for use in business practice.

Since logistical services market capacity is continuously growing, it causes the expansion of the logistics abilities of subjects (senders, recipients, freight forwarders, brokers, carriers, etc.) in the management of material and associated flows.

A promising direction in terms of this trend of market changes is the formation of logistical structures managed by operators of logistics and transport and logistics centers. An example of the logistics subjects' interaction for transport of cargo is the multi-modal transportation of goods (Figure 4).

Table 4.

Means and technologies for monitoring the supply chain

Monitoring tool	Available functions
Satellite system	Ensuring global communication, navigation (GPS); global dispatching management of transport operations.
Mobile communications	Providing local level of the mobile voice communication; roaming in the global communication systems.
Internet	Video monitoring; notifications in real time.
Individual display	Special stickers for single use to control the object's state.
Board units	On-board computer; digital tachograph for control of work and rest of the crew; authorization of routing information record from the sensors.
Radio-electronic and optical equipment and technologies of identification	Passive and active RFID tags and devices designed for reading and processing information in warehousing management systems and the movement of goods.

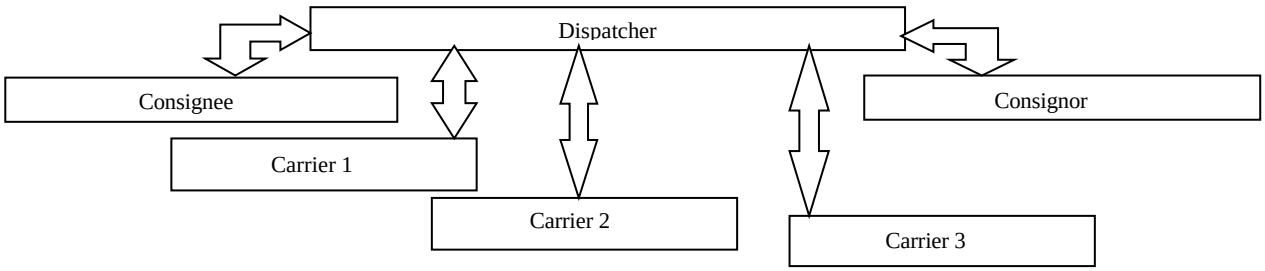


Figure 4. Information interaction of the subjects of delivery through the control center on the basis of requests for information

Conclusion

The integration of information flows and communication chains ensuring the supply of goods on the basis of open client-server technologies and unified data delivery technology are going to become the key areas in the development of logistics services. Thus, information integration is needed to build a unified information space of the chain, which helps to secure the necessary speed, completeness and accuracy of obtaining the information useful for the provision of services at a particular time.

It should be noted that currently virtual technology in logistics are actively developing, because competition in this sector is quite high.

By virtue of the special conditions defined by the limited time and the specificity of business processes, companies actively use more modern ICT, tools of information resources integration for mobility of management and broad consumer access to services.

These means and tools of information resources integration will simplify the coordination of material flows and increase efficiency by identifying specific areas of establishing linkages between enterprises [10]. Taken together, this will give an opportunity to improve significantly the competitiveness of all enterprises of logistics integrated structure [10].

ЛИТЕРАТУРА

1 Каширина М.Л., Загуменная Ю.С. Применение инновационных технологий в развитии логистики в кризисный период. Вестник ВГУИТ. 2016. № 2 (68). С. 346-349.

2 Министерство связи и массовых коммуникаций Российской Федерации. URL: http://minsvyaz.ru/ru/

3 Стратегия развития отрасли информационных технологий в Российской Федерации на 2014–2020 гг. и на перспективу до 2025 г. Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 1 ноября 2013 г. № 2036-р

4 Прогноз научно-технологического развития Российской Федерации на период до 2030 года (утв. Правительством РФ 3 января 2014 г.). URL: http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70484380/#ixzz4GeNdE6FpП

5 Пустынникова Е.В., Романова М.М. Совершенствование интеграционного подхода управления как условие реализации политики импортозамещения // Актуальные проблемы развития социально-экономических систем I Международная научно-практическая конференция (18-22 апреля 2016 года Россия, г. Ульяновск). С. 127–132.

6 Пустынникова Е.В. Современные подходы управления производственными потоками промышленного предприятия в условиях корпоративной интеграции // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. 2015. № 3 (221). С. 254–262.

7 Пустынникова Е.В., Подгорнов В.В. Развитие единого информационного пространства как фактор формирования устойчивых региональных интегрированных систем // Симбирский научный вестник. 2012. № 3 (9). С. 145–151.

8 Пустынникова Е.В. Обоснование целесообразности внедрения автоматизированной системы управления производством // Симбирский научный вестник. 2014. № 1. С. 123–129.

9 Crumbly J., Fryling M. Rocky Relationships: Enterprise Resource Planning and Supply Chain Management // Journal of Information Systems Applied Research. 2013. №6(2). P. 31–39.

10 Хан Д.В. Перспективные направления развития информационно-коммуникационных технологий в России и за рубежом: вопросы, проблемы, классификации. Материалы XIV Всероссийской объединенной конференции «Интернет и современное общество». URL: http://foresight.ifmo.ru/shared/files/201110/1_5.pdf

11 Хорев А.И., Лутченко Т.В. Модель работы корпоративного центра интегрированной структуры в современных условиях Вестник ВГУИТ. 2016. № 2 (68). С. 356–360.

12 Kurbel K.E. Enterprise Resource Planning and Supply Chain Management Functions // Business Processes and Software for Manufacturing Companies. 2013.

13 Ягузинская И.Ю., Бирюков Е.О. Перспективы внедрения и развития информационных систем в транспортной логистике // Научно-методический электронный журнал Концепт. 2015. Т. 35. С. 151–155.

REFERENCES

1 Kashirina M.L., Zagumennaya J.S. Application of innovative technologies in the development of logistics in the crisis period. Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies. 2016 no. (2) pp. 346–349. (In Russian) DOI:10.20914/2310-1202-2016-2-346-349

2 Ministry of Telecom and Mass Communications of the Russian Federation.

3 Strategy of development of the information technology industry in the Russian Federation for 2014–2020 years, and up to 2025. Approved by the Federal Government on November 1, 2013 no. 2036-p: URL: http://minsvyaz.ru/ru/documents/4084/

4 The forecast of scientific and technological development of the Russian Federation for the period up to 2030 (approved by the. Government of the Russian Federation 3 January 2014) URL: http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70484380/#ixzz4GeNdE6Fp

5 E.V. Pustynnikova, M.M. Romanova. Improving of integration management approach as a condition for the implementation of the import substitution policy. Actual problems of socio-economic systems. I International Scientific Conference (18–22 April 2016 Russia, Ulyanovsk). UlSTU. pp. 127–132.

6 E.V. Pustynnikova. Modern approaches of industrial enterprise production flows management in the conditions of corporate integration Scientific and technical statements. SPbPU. no. 3 (221). 2015. pp. 254-263.

7 E.V. Pustynnikova. Development of a common information space as a factor of forming sustainable regional integrated systems. Simbirsky Scientific Proceedings. no. 3 (9). Ulyanovsk: UlSU, 2012. pp. 145–151.

8 E.V. Pustynnikova. An expediency substantiation of the introduction of production automated control system. Simbirsky Scientific Proceedings, 2014. no.1 (15). pp. 123–130

9 J. Crumbly, M. Fryling. Rocky Relationships: Enterprise Resource Planning and Supply Chain Management Journal of Information Systems Applied Research, 2013. 6(2) pp. 31–39.

10 Khan D.V. Perspective directions of development of information and communication technologies in Russia and abroad: issues, problems and classifications. Proceedings of the XIV All-Russian Joint Conference “Internet and Modern Society” URL: http://foresight.ifmo.ru/shared/files/201110/1_5.pdf

11 Khorev A.I., Lutchenko T.V. Model of operation of integrated structure’s corporate center in modern conditions. Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies, 2016 no. 2. pp. 356–360.

12 Kurbel K.E. Enterprise Resource Planning and Supply Chain ManagementFunctions, Business Processes and Software for Manufacturing Companies. Berlin Heidelberg. 2013.

13 Yaguzinskaya I.Y, Biryukov E.O. Prospects of the introduction and development of information systems in transport logistics. Scientific and methodical electronic journal "Concept". 2015. vol. 35. pp. 151–155.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Екатерина В. Пустынникова д. э. н., профессор, кафедра экономики и организации производств, Ульяновский государственный университет, ул. Льва Толстого, 42, Ульяновск, 432000, Россия, ebrezneva@list.ru

Вадим В. Баклушинский аспирант, кафедра экономики и организации производств, Ульяновский государственный университет, ул. Льва Толстого, 42, Ульяновск, 432000, Россия, vbaklushinskiy@mail.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Ekaterina V. Pustynnikova candidate of economical sciences, professor, economics and organization of production department, Ulianovsk State university, Lev Tolstoy str., 42, Ulyanovsk, 432000, Russia, ebrezneva@list.ru

Vadim V. Baklushinskii graduate student, economics and organization of production department, Ulianovsk State university, Lev Tolstoy str., 42, Ulyanovsk, 432000, Russia, vbaklushinskiy@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Екатерина В. Пустынникова написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

Вадим В. Баклушинский обзор литературных источников по исследуемой проблеме

CONTRIBUTION

Ekaterina V. Pustynnikova wrote the manuscript, is responsible for the plagiarism, and corrects the manuscript prior to submission to the editorial board

Vadim.V. Baklushinsky collected material for the review of existing information and communication resources

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

ПОСТУПИЛА 01.07.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 13.08.2016

RECEIVED 7.1.2016

ACCEPTED 8.13.2016

Оригинальная статья/Original article

УДК 061.6:33

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-366-369

Решение задач импортозамещения в рамках реализации кластерных инициатив на региональном уровне

Карина И. Мухтарова [1] dagulau@mail.ru

[1] кафедра мировой экономики, Дагестанский государственный университет, г. Махачкала, Республика Дагестан, Российская Федерация

Реферат. Экономическое развитие России с 2012 г. можно охарактеризовать как сложный этап в укреплении международных экономических связей, период системного снижения экономики страны. Главная причина – санкции США и ЕС в отношении Российской Федерации. В ситуации нехватки внешних кредитных ресурсов и невозможности реализации ранее заключенных соглашений с крупнейшими западными поставщиками по импорту в страну высокотехнологичного оборудования назревает необходимость принятия мер и выработки экономических стимулов для поддержки и реализации проектов по формированию импортозамещающих производств, повышения конкурентоспособности российского экспорта. В работе формирование кластеров рассматривается как эффективный способ поддержки регионов РФ в создании конкурентоспособной продукции для выхода на международные продовольственные, туристические, строительные рынки, а также рынки потребительских товаров и высоких технологий. Сокращение притока капитала в Российскую Федерацию как результат санкций ($40 млрд в 2014 году) – главным образом путём конвертации сбережений населения и бизнеса из рублей в валюту, – способствовало разработке мер на федеральном и региональном уровнях по развитию импортозамещающих производств и стимулированию технологических альянсов российских компаний с крупнейшими мировыми производителями.

Ключевые слова: региональная политика, кластерная модель развития экономики, инновации, агропромышленный кластер, модернизация, конкурентоспособность региона

The Import Substitution Via the Realization of the Cluster Initiatives in the Region

Karina I. Muhtarova [1] dagulau@mail.ru

[1] world economy department, Dagestan state university, Machachkala, Republic of Dagestan, Russian Federation

Summary. The Russian Federation's economic development since 2012 can be described as a difficult phase in the strengthening of international economic relations, the period of the economy's systematic decline. The main reason is the sanctions of the USA and EU against the Russian Federation. We can assert the situation of the external credit resources lack and the impossibility of previously concluded agreements with major Western suppliers for imports of high-tech equipment implementation. It becomes necessary to implement economic incentives to support the projects of import substitution industries developing and the competitiveness of the Russian export. In this work, the formation of clusters is considered as an effective way of supporting regions of the Russian Federation in providing the aim to produce the competitive products for international food market, tourism sector, construction market and for consumer goods and high technology markets. The capital inflow reduction into the Russian Federation as a result of the ruble savings' conversion to the dollar – is the reason of the federal and regional import substitution policy development. The next aim is the endorsement of the Russian companies' technological cooperation with the large foreign corporations.

Keywords: the regional policy cluster as a model of economic growth, innovations, agriculture cluster, modernization, the region's competitiveness

Введение

Важным этапом на пути развития субъектов государства является разработка инвестиционной карты регионов Российской Федерации. Гарантом достижения намеченных целей служит скоординированная работа представителей федеральных и региональных органов власти, институтов развития, защита интересов инвесторов через создание для них дополнительных условий в виде законодательных актов, налоговых льгот и развития инфраструктуры, а также таких отраслей, как потребительские товары, финансовые услуги, недвижимость.

Реализации поставленных задач, – а именно формирование структур полного производственного цикла, образовательных центров, а также организаций по проектированию и технологическому развитию по всей России, – способствует формирование региональных кластерных структур.

Кластеры – объединение производственных предприятий, поставщиков промежуточной продукции/услуг для профильных предприятий, сервисных организаций, обеспечивающих эффективное функционирование энергетической, транспортной, инженерной, информационно-телекоммуникационной и природоохранной инфраструктуры. В кластер также входят научно-исследовательские и образовательных организаций, представители малого и среднего бизнеса, учреждений инновационной инфраструктуры и федеральных, региональных органов государственной власти и органов местного самоуправления.

Для цитирования

Мухтарова К. И. Решение задач импортозамещения в рамках реализации кластерных инициатив на региональном уровне // Вестник ВГУИТ. 2016. № 3. С. 366–369. doi:10.20914/2310-1202-2016-3-366-369

For citation

Muhtarova K. I. The Import Substitution Via the Realization of the Cluster Initiatives in the Region . *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 3. pp. 366–369. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-3-366-369

Задачей государства является координация работы федеральных и региональных властей, а также институтов развития через создание экономических стимулов для формирования кластерных структур: привлечение инвесторов путём предоставления налоговых льгот и преференций (на импорт современного оборудования, на имущество, экспортная пошлина), развития инфраструктуры регионов, кредитования проектов, принятия мер государственной поддержки кластерных инициатив, обеспечения «прозрачности» заключаемых сделок.

Приоритетом является развитие стратегии импортозамещения и реализация инвестиционных проектов, цель которых – производство продукции в объёмах, достаточных для удовлетворения спроса населения страны.

Кластерная политика в РФ нацелена на обеспечение высоких темпов экономического роста и диверсификации экономики за счёт продуктивной деятельности субъектов территориально-производственного кластера. При этом оптимизируется реализация взаимного сотрудничества, обусловленного налаженными связями между участниками кластера, их территориальной близостью, получением расширенного доступа к инновациям, технологиям, услугам, высококвалифицированным специалистам, а также снижением издержек по заключению сделок. Формирование кластеров позволяет локализовать производство и переработку продукции на территории государства, в том числе через создание технологических центров.

Повышение конкурентоспособности региона-базирования кластера происходит за счёт развития инфраструктуры, привлечение инвестиций, увеличения доли занятого населения и доступа к современным технологиям, повышения уровня переработки сырья, стимулирования инноваций со стороны федеральных и региональных представителей властных структур.

На примере Республики Дагестан, в том числе на основе принятой Стратегии социально-экономического развития Республики Дагестан до 2025 г., – предлагаются варианты создания агропромышленного, транспортно-логистического, строительного, гидро-генерирующего, вино-коньячного, туристического, народно-промыслового кластеров.

Республика Дагестан подразделяется на пять крупных территориальных зон: «Махачкала», «Северный Дагестан», «Центральный Дагестан», «Прибрежный Дагестан», «Горный Дагестан». Такая градация позволяет выделить основные потенциальные направления развития территории республики в целом с учетом особых природно-климатических и рельефных характеристик. Так, «Северный Дагестан» обладает развитым овцеводством, есть потенциал для переработки растительной продукции и развития энергетической отрасли. Зона «Горный Дагестан» рассматривается как благоприятная для развития альпинизма, спортивного, экологического и исторического туризма, а также мясомолочного животноводства, растениеводства и пчеловодства. Отдельно следует выделить «Прибрежный Дагестан», который, помимо защиты геополитических интересов России, предоставляет возможности для развития туризма, виноградарства, виноделия, плодоовощеводства с дальнейшей переработкой. «Махачкала» – административно-деловой и культурный центр республики, – предстаёт торгово-транспортно-логистической зоной. «Центральный Дагестан» предоставляет возможности для развития делового туризма, промышленного комплекса вкупе с поддержкой заготовительных и общетехнологических предприятий, а также размещения торгово-транспортно-логистических центров.

Рассмотрим формирование кластерно-сетевой модели на примере агропромышленного кластера – многоотраслевой экономической системы, состоящей из предприятий, производящих сельскохозяйственную продукцию, перерабатывающих заводов, транспортно-логистических компаний, мелких подсобных хозяйств, поставщиков комплектующих, оборудования, сопутствующих услуг, органов местного самоуправления, научно-исследовательских и образовательных центров, осуществляющих совместную деятельность на добровольном соглашении о сотрудничестве в пределах определённой территории. Этот вид интеграционной структуры относится по отраслевой классификации к процессным кластерам, который характеризуется последовательными взаимосвязанными операциями по переработке ресурсов в товары/услуги с выходом на внешние рынки.

Предпосылками создания агропромышленного кластера на территории Республики Дагестан являются:

– благоприятные природно-климатические условия для развития животноводства и растениеводства;

– принадлежность региона к числу крупнейших по проценту орошаемых земель;

– наличие больших площадей неиспользуемых земельных угодий;

– высокий спрос на высококачественную мясную и плодоовощную продукцию;

– наличие прямых и косвенных поддерживающих отраслей для производства и переработки сельскохозяйственной продукции;

— возможности экспорта продукции за пределы республики, заинтересованность инвесторов в получении прибыли в регионе;

— развитая сеть учебных заведений подготовки кадров для работы в сельскохозяйственной отрасли;

— высокая доля республики в валовом сборе плодоовощной и животноводческой продукции.

В качестве приоритетных направлений деятельности кластера выделяются скотоводство, овощеводство, плодоводство, плодоовощные соки и консервы, виноградарство, вино-коньячная продукция, мясопереработка, а также овцеводство, птицеводство, молочная продукция, питьевая и минеральная вода, рыболовство, хлебобулочные и кондитерские изделия, безалкогольные напитки, добыча нерудных полезных ископаемых.

Разработка концепции регионального развития агропромышленного комплекса в рамках формирования кластерных структур является фактором повышения конкурентоспособности республики. Согласно Стратегии социально-экономического развития Республики Дагестан до 2025 г., агропромышленный кластер в регионе может быть представлен сельским хозяйством, рыбоводством и предприятиями пищевой промышленности. В целях продвижения произведённой продукции целесообразным является формирование сельскохозяйственных маркетинговых организаций или маркетинговых платформ в целях поиска поставщиков, реализации продукции, проведения тренингов, форумов, оказания юридической помощи в рамках кластера.

В создании и дальнейшем развитии кластерно-сетевых структур приоритетная роль на всех этапах отводится государству, которое не только ставит цели и задачи перед региональными властями, но также проводит мониторинг и предоставляет оценку результату. Важным пунктом в работе регионального правительства является разработка программ формирования и дальнейшего развития агропромышленных кластеров. Это подразумевает выделение наиболее перспективных для республики рынков сбыта, разработка дорожных карт по созданию кластера, оценку рынков, покупательских возможностей и заявленных проектов для строительства предприятий и заводов, в качестве объектов кластера. Также необходимо разработка и проведение оценки экономической рентабельности и социальной значимости заявленных проектов.

Для успешной реализации кластерных инициатив необходимо определить наиболее перспективные направления экономической деятельности региона, ориентируюсь на потребности внешнего и внутреннего рынков. На основе проведённого анализа выделяются имеющиеся в регионе прокластеры, определяются их границы, а также различные варианты предоставления возможностей для их развития, в том числе через поддержку малого предпринимательства, которое не всегда может сбыть производимую продукцию крупному предприятию-ядру кластера по приемлемым для себя ценам. Создание кластерной модели также подразумевает реструктуризацию предприятий, осуществляющих деятельность на территории субъекта РФ.

Перспективными преимуществами от реализации кластерных инициатив агропромышленного комплекса Республики Дагестан являются:

— увеличение доли занятого населения, развитие инфраструктуры региона;

— эффективное регулирование и распределение инвестиционных потоков;

— улучшение экологической ситуации за счёт полученного доступа к инновациям и модернизации производства;

— создание благоприятных условий для увеличения числа малых и средних предприятий, задействованных в данной сфере;

— поэтапное замещение импортируемой продукции на местную;

— разработка и реализация стратегии кластерного развития агропромышленных бизнес-инкубаторов и учебных центров подготовки соответствующих кадров;

— прямой диалог между производителями сельскохозяйственной продукции, органов местного самоуправления и предприятий-участников кластера, объединённые договором о стратегическом сотрудничестве в рамках стратегии развития кластерной структуры.

Более эффективное привлечение инвестиций в республику возможно благодаря разработке ресурсной стратегии региона, которая является частью совокупной рыночной, товарной и потребительской стратегии, а также дорожной карты по реализации ресурсной стратегии. Инвестиции в инновационные отрасли и сектора, нуждающиеся в модернизации, возможны благодаря предоставлению налоговых и таможенных преференций. Очевидна взаимозависимость пути развития региона и кластерной стратегии, которые способствуют реализации приоритетных задач, поставленных перед руководством республики. Эффективная реализация программы экономического развития региона требует вмешательства федеральных властей с внесением поправок в бюджетную, налоговую, социальную политику.

Заключение

Формирование кластерных структур на территории республики выступает фактором повышения конкурентоспособности региона, инвестиционной привлекательности за счёт развития инфраструктуры, увеличения объёмов производства и переработки продукции, развития импортозамещения, сокращения миграции сельского населения в города. Отметим также создание новых рабочих мест, предоставление услуг по доступности профильного образования, эффективное использование природных ресурсов, увеличение роли малых и средних предприятий в экономической структуре региона, налаживание тесных связей с представителями бизнеса и научно-образовательной среды.

ЛИТЕРАТУРА

1 Концепция кластерной политики в Российской Федерации. URL: http://economy.gov.ru

2 Стратегии социально-экономического развития Республики Дагестан до 2025 года. URL: http://www.minec-rd.ru

3 Вести «Экономика». URL: http://www.vestifinance.ru

4 Light I. Ethnicity and Business Enterprise. In: Mark Stolarik and Murray Friedman (eds.). Making It in America. London-Toronto: Associated University Presses, 1986

5 Шлей Б. Неудержимые: Интенсив для будущих предпринимателей. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2014. 288 с.

REFERENCES

1 Kontseptsiya klasternoi politiki v RF [The Concept of the Russian Federation's Cluster Policy] Available at: http://economy.gov.ru (in Russian)

2 Strategiya sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya Respubliki Dagestan do 2025 [The Strategy of the Social and Economic Development of the Republic of Dagestan until 2025] Available at: http://www.minec-rd.ru (in Russian)

3 Vesti "Ekonomika" [News "Economy"] Available at: http://www.vestifinance.ru. (in Russian)

4 Light I. Ethnicity and Business Enterprise. In: Mark Stolarik and Murray Friedman (eds.). Making It in America. London-Toronto, Associated University Presses, 1986

5 Schlei B. Neuderzhimye: intensive dlya budushchikh predprinimatelei [The expendables: workshop for future entrepreneurs] Moscow, Mann, Ivanov i Ferber. 2014. 288 p. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Карина И. Мухтарова аспирант, кафедра мировой экономики, Дагестанский государственный университет г. Махачкала, Республика Дагестан, Российская Федерация, dagulau@mail.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Karina I. Muhtarova graduate student, world economy department, Dagestan state university, Machachkala, Republic of Dagestan, Russian Federation, dagulau@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Карина И. Мухтарова написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

CONTRIBUTION

Karina I. Muhtarova wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST

The author declare no conflict of interest.

ПОСТУПИЛА 07.07.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 10.08.2016

RECEIVED 7.7.2016

ACCEPTED 10.8.2016

Оригинальная статья/Original article

УДК 338.45

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-370-374

Систематизация факторов риска деятельности нефтегазодобывающих предприятий

Александр А. Зубарев, [1] zubarev_aa_tsogu@mail.ru
Мирослава Г. Глухова, [1] mira_gluhova@mail.ru
Елена Г. Маковецкая, [2] Makov27EG@mail.ru

[1] кафедра менеджмента в отраслях топливно-энергетического комплекса, Тюменский индустриальный ун-т, ул. Володарского, 38, г. Тюмень, 625000, Россия

[2] кафедра управления строительством и жилищно-коммунальным хозяйством, Тюменский индустриальный ун-т, ул. Володарского, 38, г. Тюмень, 625000, Россия

Реферат. Российские нефтегазодобывающие предприятия занимают ведущую роль в национальной экономике и представляют интересы государства на мировом рынке нефти и газа. Производственная деятельность предприятий по добыче углеводородов сопровождается наличием значительного числа факторов риска. В статье приведена характеристика основных трактовок понятия «хозяйственный риск» и «неопределенность», а также методические особенности их оценки. Выделены основные недостатки используемых терминов и обобщений категории «риск» в деятельности предприятий. Авторами определена специфика хозяйственного риска нефтегазодобывающих предприятий и факторов его определяющих. Это позволило выбрать наиболее адаптированную формулировку понятия «хозяйственный риск» к условиям деятельности предприятий нефтегазового комплекса. Обозначена актуальность и проблематика классификации факторов риска в деятельности нефтегазодобывающих предприятий. Авторами разработана и представлена четырехмерная матрица группировки факторов риска, оказывающих влияние на надежность и бесперебойность добычи нефти и газа. Описана технология заполнения и использования матрицы для текущей группировки рискообразующих факторов производства добычи углеводородного сырья. Приведена характеристика этапов построения профиля риска в текущей деятельности предприятия на основе рекомендуемого матричного подхода. Приведен практический пример систематизации факторов риска нефтегазодобывающего предприятия. Предложенная авторами классификация факторов представляет собой методический инструмент в системе управления хозяйственным риском на предприятии. Рекомендуемый подход к систематизации факторов риска позволит обеспечить полноту и достоверность оценки учетных данных, а также получить представление о месте возникновения рисковых ситуаций и степени влияния на результат производственно-хозяйственной деятельности нефтегазодобывающих предприятий. В статье охарактеризована значимость качественной классификации и учета факторов риска, позволяющих повысить надежность количественной оценки и эффективность управляющих воздействий. Выделены основные задачи в системе управления риском предприятий нефтяной и газовой промышленности, решение которых достижимо путем применения рекомендуемой универсальной технологии классификации факторов хозяйственного риска.

Ключевые слова: риск, добыча нефти и газа, матрица, оценка, управление

Systematization of the risk factors of oil and gas companies

Aleksandr A. Zubarev, [1] zubarev_aa_tsogu@mail.ru
Miroslava G. Glukhova, [1] mira_gluhova@mail.ru
Elena G. Makovetskaya [2] Makov27EG@mail.ru

[1] management in branches fuel and energy complex deparment, Industrial university of Tyumen, Volodarskogo str., 38, Tyumen, 625000, Russia

[2] management of construction and housing and communal services deparment, Industrial university of Tyumen, Volodarskogo str., 38, Tyumen, 625000, Russia

Summary. Russian oil and gas companies take a leading role in the national economy and represent the state's interests in the global oil and gas market. Production activity of the enterprises for the production of hydrocarbons is accompanied by the presence of a considerable number of risk factors. Article describes the characteristics of the main interpretations of the concept of "economic risk" and "uncertainty", as well as methodical peculiarities of their evaluation. The basic disadvantages of used terms and generalizations "risk" categories of enterprises. The authors determined the specifics of the economic risk of oil and gas enterprises and its determinants. This has allowed choosing the most adapted formulation of the concept of "economic risk" to the conditions of activity of the enterprises of oil and gas complex. Article indicated by the urgency and problems of classification of risk factors in the activities of oil and gas companies. Authors have developed and presented to the four-dimensional matrix group of risk factors that affect the reliability and continuity of oil and gas production. he described method of filling and use of the matrix for the current group of risk factors forming the production of hydrocarbons. Characteristic stages of building the risk profile in the current activity of the enterprise based on the recommended matrix approach. The practical example of systematization of the risk factors of oil and gas companies. Proposed by the authors of factors classification is methodical instrument of economic risk management system in the enterprise. The recommended approach to the systematization of risk factors will ensure the completeness and accuracy of the evaluation of credentials, as well as gain an understanding of the place of occurrence of risk situations and the degree of influence on the result of industrial and economic activities of oil and gas companies. Article described the importance of quality classification and risk management that improve reliability and quantify the effectiveness of the control actions. The basic problem in the risk management system of oil and gas industry, the solution of which is achievable by applying the recommended universal classification of economic risk technology.

Keywords:risk, oil recovery and gas, matrix, assessment, management

Для цитирования

Зубарев А.А., Глухова М.Г., Маковецкая Е.Г. Систематизация факторов риска деятельности нефтегазодобывающих предприятий // Вестник ВГУИТ.2016. № 3. С. 370–374. doi:10.20914/2310-1202-2016-3-370-374

For citation

Zubarev A.A., Glukhova M.G., Makovetskaya E.G. Systematization of the risk factors of oil and gas companies . Vestnik VSUET [Proceedings of VSUET].2016. no. 3.pp. 370–374. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-3-370-374

Введение

Развитие топливно-энергетического комплекса России во многом будет зависеть от эффективного решения задач, стоящим перед нефтегазодобывающими предприятиями. На мировом рынке нефти и газа сложившийся профицит на углеводородное сырье в 2009 году перешел максимальный рубеж, и в настоящее время нарастающий спрос требует увеличение производительности добывающих предприятий [2]. Это может быть достигнуто за счет разработки новых месторождений и интенсификации добычи на «старых».

Разработка месторождений сопровождается множеством проблем, обусловленных неоднородностью залежей углеводородов, высокой обводненностью нефти, неразвитостью инфраструктуры и другими [6]. Повышение добычи нефти и газа на работающих месторождениях сопровождается внедрением наукоемких инновационных технологий, позволяющих увеличить среднесуточный дебет скважин и обеспечить наиболее полное извлечение запасов сырья [8].

При планировании, разработке и реализации технико-технологических и организационно-управленческих решений в области осуществления проектов по добыче нефти газа должно быть учтено множество разнородных показателей, факторов и их взаимосвязей, характеризующих настоящее состояние и перспективы развития производственного объекта. В этом отношении, систематизация факторов риска деятельности нефтегазодобывающих предприятий представляется весьма актуальной.

1.1 Понятие и критерии оценки рисков деятельности нефтегазодобывающих предприятий

Понятие «неопределенность» хозяйственной деятельности и «хозяйственный риск» неразрывны. Их особенность представляет собой используемую систему оценочных показателей (критериев), при изучении этого явления. В определении хозяйственного риска встречается множество трактовок [1], которые принципиально можно разделить на три группы:

- риск-вероятность потерь и наступления нежелательного события;
- риск-неопределенность развития будущих событий;
- риск-возможность отклонения от цели принимаемых управленческих решений.

В каждом из существующих определений можно выделить ряд недостатков: обобщение понятий «вероятность» и «риск» является некорректным, т. к. термин «вероятность» в большей мере не экономическая категория, а математическая или статистическая. Такие же замечания отмечены в сопряженности терминов «риск» и «неопределенность»: неопределенность – это синоним недостоверности, а риск – это категория, отражающая следствие или результат действия неопределенностей. В третьей группе определений обобщены различные виды рисков, так как отклонение от цели может быть положительным или отрицательным, что понимается как перевыполнение плановых заданий, обеспечивающих прирост экономической эффективности, и наоборот.

Для нефтегазодобывающих предприятий наиболее значимыми отклонениями являются те, которые приводят к сбою и отказам в эксплуатации производственных объектов, и как следствие, большая часть усилий направлена на выявление, оценку и предупреждение отрицательных отклонений плановых показателей по добыче углеводородного сырья [9]. Рекомендуется принять определение хозяйственного риска, введенного Р. М. Качаловым, – понятия, которое отражает меру реальности нежелательного развития хозяйственной деятельности предприятия при данной ситуации принятия решения [7].

При измерении хозяйственного риска изучаются операционные характеристики эксплуатации нефтегазовых месторождений и критериев оценки бесперебойности добычи нефти и газа как критерий достижимости намеченного результата управленческого решения. Отсюда, существует проблема в систематизации и разграничении оценочных показателей для измерения хозяйственного риска или уровня неопределенности управленческих решений.

1.2 Систематизация факторов риска в хозяйственной деятельности предприятий

Качественный выбор оценочных критериев риска представляет для нефтегазодобывающего предприятия сложную многоаспектную задачу. При формировании системы критериев существенным для анализа хозяйственного риска является не столько получение конкретных значений оценочных показателей, сколько возможность их сопоставления и интерпретации результатов. Последняя базируется на оценке нежелательных отклонений от преследуемой цели. Их достоверная характеристика трактуется причинами, которые представляют собой определенную группу факторов хозяйственного риска.

В хозяйственной деятельности нефтегазодобывающих предприятий универсальной

структурированной системы факторов практически не существует. Нормативные документы, содержащие унифицированные методические подходы к классификации и управлению риском не учитывают особенности производственной деятельности предприятий в сложных природно-климатических и географических условиях [3]. При этом к составу факторов риска предъявляются требования по их систематизации в виде своеобразной отправной точки для выработки управленческих решений с целью повышения эффективности реализации как отдельных производственных процессов, так и результативности деятельности предприятия в целом. Имеется множество научных работ, содержащих рекомендации по управлению рисками в деятельности нефтегазодобывающих предприятий [5, 10, 11].

С целью получения достоверной и надежной оценки хозяйственного риска в конкретной ситуации при разработке управленческого решения авторами рекомендуется сгруппировать факторы хозяйственного риска в универсальную систему, направленную на сбор и обработку исходной информации о хозяйственных процессах предприятия, как носителях риска. Группировку факторов предлагается свести в четырехмерную матрицу, которая позволит:

- на стадии сбора информации обеспечить полноту учетных данных;
- на стадии обработки – устранить дублирование одних и тех же факторов;
- на стадии оценки – получить представление о месте их возникновении и степени влияния на конечный результат.

Пример систематизации факторов хозяйственного риска для нефтегазодобывающего предприятия представлен в таблице 1.

Таблица 1.

Система факторов хозяйственного риска предприятия по добыче нефти и газа (фрагмент)

Table 1.

The system of factors of business risk, mining of oil and gas (fragment)

<table>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">факторы</td><td colspan="3">по процессам / according processes</td><td rowspan="2">factors</td></tr>
<tr><td>технические / technical</td><td colspan="2">процессные / process</td></tr>
<tr><td rowspan="4">по сфере возникновения / in the area of origin</td><td>внутренние / internal</td><td>• неисправность оборудования (дефекты и отказы); / failure of equipment (defects and failures);
• скрытые неисправности; / hidden faults;
• недостатки монтажа конструкции (скрытые, выявленные при испытаниях), наладки, проекта, проектной технологии (эксплуатации); / construction of the installation deficiencies (hidden, revealed in the tests), installation, projection-one design technology (manual);
• неточности проектных критериев (скрытые, выявленные при испытаниях); / inaccuracy of design criteria (hidden, revealed in the tests);
• недостатки программ испытаний; / shortcomings of test programs;
• ошибки персонала – человеческий фактор; / human error – human factor;
• недостижение технических параметров, в соответствии с планируемыми свойствами конечной продукции / undershoot technical parameters according to the properties of the final product contemplated.</td><td>• неготовность производственных работ; / unavailability of production activities;
• неготовность проекта производства; / unavailability of the production of the project;
• недопоставка оборудования; / short delivery equipment;
• неготовность пусконаладочной документации; / unavailability of commissioning documentation;
• недостатки в организации работ; / shortcomings in the organization of work;
• недостатки, прерывание финансирования; / shortcomings, interruption of funding;
• непредусмотренные дополнительные работы; / unforeseen additional work;
• срыв графиков работ: изменение решений, нехватка рабочей силы, забастовки, задержка поставок, ошибки на проекте, изменение требований заказчика; / disruption of work schedules: changing decisions, labor shortages, strikes, delivery delays, errors in the project, changing customer requirements;
• превышение сметных затрат производственных работ. / excess of the estimated cost of production work.</td><td rowspan="4">непредсказуемые / unpredictable
предсказуемые / predictable</td><td rowspan="4">по предсказуемости / predictability</td></tr>
<tr><td>внешние / external</td><td>• отказ из-за воздействия окружающей среды, аварийный отказ, намеренная порча; / failure due to environmental influences, crash, intentional damage;
• стихийные бедствия, неожиданные внешние воздействия: экологические, социальные, экономические, технические. / natural disasters, unexpected external influences: environmental, social, economic, technical.</td><td>• юридические и правовые факторы: ужесточение правовых требований, ошибки контрактов; / legal and legal factors: the tightening of legal requirements, the errors of contracts;
• нарушение контрактов, непредсказуемое вмешательство органов государственного регулирования: ограничение экспорта, изменение ценообразования, экологических и других норм. / breach of contract, unpredictable intervention of regulatory agencies: export restrictions, a change in pricing, environmental and other standards.</td></tr>
<tr><td>–</td><td colspan="2">• изменение требований к содержанию проектно-сметной документации, исходно-разрешительной документации; / changes in the requirements for the content of design and estimate documentation, initial permits;
• рыночные факторы из-за изменчивости: источников и стоимости сырья, спроса, конкуренции, рыночных цен, пожеланий покупателей; / market factors due to variability: the sources and the cost of raw materials, demand, competition, market prices, customer feedback;
• эксплуатационные факторы: изменение валютного курса, инфляция, изменение налоговой системы. / operational factors: changes in exchange rates, inflation, changes in the tax system.</td></tr>
<tr><td>внутренние / internal</td><td colspan="2">• местный системный отказ; / a local system failure;
• остаточный отказ; / residual failure;
• повторяющийся отказ; / repeated failure;
• изменение технологий производственного процесса; / changes in the production process technologies;
• изменение требований к качеству надежности эксплуатации. / change in quality requirements for operational reliability.</td><td>–</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">increase outflows</td><td colspan="2">уменьшение доходов–притока / decreasing income–inflows</td><td>увеличение расходов–оттока / the increase–outflows</td><td rowspan="2">factors</td></tr>
<tr><td colspan="3">по денежным потокам / cash flow</td></tr>
</table>

На стадии сбора информации матрица заполняется теми факторами, которые представляют возможные угрозы для надежной и бесперебойной добычи нефти и газа. Наличие достаточно полной базы обеспечивается разносторонностью изучения и должным образом структурированной информации факторов

риска производственно-хозяйственных процессов предприятий по добыче нефти и газа. Направленность сбора и обработки информации о факторах хозяйственного риска обосновывается эффективностью выработки мер по их управлению и влиянию на хозяйственный процесс деятельности предприятия [4].

Представленная система позволяет не только выявить все значимые факторы, но и определить место их возникновения, время проявления, с учетом условий технологии и процесса производства и оценить степень влияния на финансово-экономические результаты. Предложенная систематизация факторов риска дает возможность ранжировать как индивидуальные факторы, так и отдельные группы, что позволяет определить их значимость (весомость) влияния на экономическую эффективность производственной программы по добыче энергоресурсов.

Заключение

Полнота учета и качественных анализ факторов риска позволяет решить ряд задач:

– идентификация факторов хозяйственного риска для отдельных производственных процессов и хозяйственной деятельности предприятия в целом;

– определение роли каждого фактора в общем профиле хозяйственного риска промышленного предприятия;

– нахождение возможных масштабов нежелательных последствий проявления факторов риска;

– построение и анализ причинно-следственных связей развития событий при действии тех или иных факторов риска после принятия конкретного хозяйственного решения;

– установление механизмов и моделей взаимосвязи показателей и факторов риска;

– обоснование показателей оценки уровня риска и совокупности регулярных процедур анализа и управленческих решений по предотвращению его негативных последствий.

Разработанная схема систематизации факторов риска позволит своевременно локализовать и обоснованно осуществить предупреждающие меры по минимизации негативных тенденций. Надежная оценка факторов риска обеспечит качественный анализ производственно-хозяйственных операций как на стадии их планирования, так и в процессе реализации, что в итоге позволит повысить эффективность деятельности нефтегазодобывающих предприятий.

Применение предложенного подхода к систематизации факторов хозяйственного риска будет способствовать получению более надежных результатов экономической оценки эффективности реализации мероприятий, направленных на улучшение производственных процессов нефтяного и газового комплекса Российской Федерации.

ЛИТЕРАТУРА

1 Lenkova O.V. Corporate Portfolio of the Oil and Gas Production Enterprise // International Journal of Economics and Financial. 2016. № 6(S5). P. 13–19

2 Osinovskaya I.V., Yakunina O.G., Lenkova O.V. Multiobjective Approach in Developing Oil Production Enterprise's Production Strategy //Mediterranean Journal of Social Sciences. 2015. V.6. № 3. P. 184–193

3 ГОСТ Р ИСО 31000–2009. Менеджмент риска. Методы оценки риска. М.: Стандартинформ, 2012. 70 с.

4 Зубарев А.А., Глухова М.Г., Мартынов Д.Н. Развитие методического обеспечения экономической оценки риска аварий на магистральных нефтепроводах // Известия высших учебных заведений. Социология. Экономика. Политика. 2013. № 2. С. 67–71

5 Идигова Л.М., Кудусова Х.В. Исследование и оценка факторов риска в нефтяной и газовой промышленности // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. 2015. № 4. С. 37–41

6 Катышева Е.Г. Экономические проблемы импортозамещения при освоении углеводородных ресурсов северных территорий России // Труды международной научной конференции «Арктика: история и современность», Санкт-Петербург, 20–21 апреля, 2016. С. 450–458

7 Качалов Р.М. Управление экономическим риском в российском бизнесе: мониторинг 2005–2010 гг. // Российский журнал менеджмента. 2011. Т. 9. № 1. С. 127–154

8 Крюков В.А. Экономика знаний и минерально-сырьевой сектор – особенности взаимодействия в современных условиях // Вестник Омского университета. Серия: экономика. 2016. № 1. С. 52–59.

9 Садыкова Р.Р., Мухамадиев Р.Н. К вопросу управления рисками на предприятиях нефтегазового комплекса // Ученые записки Альметьевского государственного нефтяного института. 2015. Т. XIII. № 2. С. 183–186

10 Селезнев Н.Ф. Управление рисками в нефтегазовом комплексе // Трубопроводный транспорт: теория и практика. 2011. № 6(28). С. 34–37

11 Шабанова Д.Н., Александрова А.В. Интегрированное управление рисками как фактор повышения конкурентоспособности предприятий нефтегазовой отрасли // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 3: Экономика. Экология. 2016. № 2(35). С. 60–70

REFERENCES

1 Lenkova O.V. Corporate Portfolio of the Oil and Gas Production. Enterprise International Journal of Economics and Financial. 2016. no 6(S5). pp. 13–19

2 Osinovskaya I.V., Yakunina O.G., Lenkova O.V. Multiobjective Approach in Developing Oil Production Enterprise's Production Strategy. Mediterranean Journal of Social Sciences. 2015, vol. 6, no. 3, pp. 184–193

3 GOST no. 31000–2009. Menedzhment riska. Metody otsenki risk [State standard no. 31000–2009. The management of risk. Methods of assessing risk]. Moscow, Standartinform, 2012.pp. 70. (in Russian).

4 Zubarev A.A., Glukhova M.G., Martinov D.N. Development of methodological support of economic risk assessment of accidents at main oil pipelines. *Izvestiya visshih uchebnih zavedeniy. Sociologiya. Ekonomika. Politika* [News of higher educational institutions. Sociology. Economy. Policy]. 2013. no. 2. pp. 67–71 (in Russian)

5 Idigova L.M., Kudusova H.V. The study and evaluation of risk factors in the oil and gas industry. *Problemi ekonomiki I upravleniya neftegazovim kompleksom* [Problems of Economics and management of oil and gas complex]. 2015. no. 4. pp. 37–41 (in Russian)

6 Kartashova E.G. Economic problems of import substitution during the development of hydrocarbon resources of Russia's Northern territories. Trudi mezhdunarodnoy nauchnoy konferencii "Arktika: istoriya I sovremennost'" [Proceedings of the international scientific conference "The Arctic: history and modernity", St. Petersburg, 20–21 April 2016] 2016. pp. 450–458 (in Russian)

7 Kachalov R.M. Management of economic risks in Russian business: monitoring 2005–2010. *Rosiyskiy zhurnal menedzhmenta* [Russian management journal]. 2011. vol. 9. no. 1. pp. 127–154 (in Russian)

8 Krukov V.A. The knowledge economy and the mineral sector – special features of interaction in modern conditions *Vestnik Omskogo universiteta. Seriya: ekonomika* [Proceedings of Omsk University. Series: Economics]. 2016. no. 1. pp. 52–59 (in Russian)

9 Sadikova R.R., Muhamadiev R.N. To the issue of risk management in the oil and gas companies. *Uchenie zapiski Al'met'evskogo gosudarstvennogo neftyanogo instituta* [Proceedings of the Almetyevsk state oil Institute]. 2015. vol. XIII, no. 2. pp. 183–186 (in Russian)

10 Seleznev N.F. Risk management in oil and gas complex. *Truboprovodniy transport: teoriya I praktika* [Pipeline transport: theory and practice]. 2011. no. 6(28). pp. 34–37 (in Russian)

11 Shabanova D.N., Aleksandrova A.V. Integrated risk management as factor of increase of competitiveness of the enterprises of the oil and gas industry. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 3: Ekonomika. Ekologiya* [Proceedings of Volgograd state University. Series 3: Economics. Ecology]. 2016. no. 2(35). pp. 60–70 (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Александр А. Зубарев д. э. н., профессор, кафедра менеджмента в отраслях топливно-энергетического комплекса, Тюменский индустриальный университет, ул. Володарского, 38, г. Тюмень, 625000, Россия, zubarev_aa_tsogu@mail.ru

Мирослава Г. Глухова к. э. н., доцент, кафедра менеджмента в отраслях топливно-энергетического комплекса, Тюменский индустриальный университет, ул. Володарского, 38, г. Тюмень, 625000, Россия, mira_Gluhova@mail.ru

Елена Г. Маковецкая к. э. н., доцент, кафедра управления строительством и жилищно-коммунальным хозяйством, Тюменский индустриальный университет, ул. Володарского, 38, г. Тюмень, 625000, Россия, makov27eg@mail.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Aleksandr A. Zubarev doctor of economic sciences, professor, management in branches fuel and energy complex deperment, Industrial university of Tyumen, Volodarskogo str., 38, Tyumen, 625000, Russia, zubarev_aa_tsogu@mail.ru

Miroslava G. Glukhova candidate of economic sciences, associate professor, management in branches fuel and energy complex deperment, Industrial university of Tyumen, Volodarskogo str., 38, Tyumen, 625000, Russia, mira_gluhova@mail.ru

Elena G. Makovetskaya candidate of economic sciences, associate professor, management of construction and housing and communal services deperment, Industrial university of Tyumen, Volodarskogo str., 38, Tyumen, 625000, Russia, makov27eg@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Александр А. Зубарев предложил методику классификации рисков для предприятий нефтегазового комплекса

Мирослава Г. Глухова обзор литературных источников по исследуемой проблеме, написала рукопись, корректировала ее до подачи в редакцию, несет ответственность за плагиат

Елена Г. Маковецкая консультация в ходе исследования

CONTRIBUTION

Aleksandr A. Zubarev proposed a method of classification of risks for oil and gas companies

Miroslava G. Glukhova review of the literature on an investigated problem, wrote the manuscript, corrected it before submission to the editor responsible for the plagiarism

Elena G. Makovetskaya consultation during the study

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

ПОСТУПИЛА 11.07.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 20.08.2016

RECEIVED 7.11.2016

ACCEPTED 8.20.2016

Оригинальная статья/Original article

УДК 331.5.024.5

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-375-384

Рынок труда Российской Федерации и перспективы его развития в импортозамещающем производстве

Елена А. Колесник [1] eakolesnik-10@mail.ru

[1] кафедра маркетинга и муниципального управления, Тюменский индустриальный университет, ул. Володарского, 38, г. Тюмень, 625000, Россия

Реферат. Статья посвящена рассмотрению вопросов, касающихся особенностей реализации в Российской Федерации политики импортозамещения и ее влияния на развитие и функционирование рынка труда в каждый период экономической нестабильности. В процессе исследования был проведен анализ основных аспектов рынка труда, выделены наиболее значимые его тенденции и определено влияние политики импортозамещения в его формировании, функционировании и развитии; выделены наиболее значимые направления развития современного рынка труда в импортозамещающем производстве. Это позволило описать установленные в процессе анализа особенности функционирования и развития рынка труда в импортозамещающем производстве, были выделены его основные особенности, оказывающие непосредственное влияние на формирование, функционирование и развитие рынка труда в импортозамещающем производстве. Исследование указало на то, что ситуация, сложившаяся на рынке труда Российской Федерации, будет тормозить эффективность реализации программы импортозамещения без должного внимания государства к существующим проблемам занятости и рынка труда, а также без создания системы образования и повышения квалификации, соответствующей темпам технико-технологического, информационного развития предприятий, без формирования положительного образа востребованных на рынке труда профессий, без поднятия престижа рабочих специальностей, без анализа спроса на рынке труда на перспективу и подготовку соответствующих специалистов. Разработанные предложения по усовершенствованию взаимодействия институциональных структур рынка труда позволят минимизировать современные негативные тенденции и способствовать его качественному функционированию и развитию. Поэтому можно сделать вывод о том, что развитие рынка труда в импортозамещающем производстве будет способствовать продуктивной занятости.

Ключевые слова: рынок, труд, импортозамещение, занятость, производительность

The labor market of the Russian Federation and prospects of its development in import-substituting production

Elena A. Kolesnik [1] eakolesnik-10@mail.ru

[1] marketing and municipal management department, Tyumen industrial University, Volodarskogo street, 38,, Tyumen, 625000, Russia

Summary. The article is devoted to consideration of issues concerning the peculiarities of the implementation in the Russian Federation of the import substitution policy and its influence on the development and functioning of the labor market in every period of economic instability. In the research process was the analysis of the main aspects of the labour market, the most important it trends and the impact of the import substitution policy in its formation, functioning and development; identified the most significant directions of development of the modern labor market in import-substituting production. It is possible to describe the set in the analysis features of functioning and development of the labor market in import-substituting production, highlighted its main features, with a direct impact on the formation, functioning and development of the labour market in import-substituting production. The study pointed out that the situation on the labour market of the Russian Federation, will slow down the efficiency of the import substitution program, without proper attention to the existing problems of employment and labour market, and without a system of education and qualification corresponding to the rate of technical-technological, informational development of enterprises, for-the formation of a positive image in demand on the labour market professions, without raising the prestige of working professions, no analysis of the demand in the labour market for the future and related skills. Developed proposals for improving the interaction between institutional labour market structures will minimize the modern negative trends and to contribute to its qualitative functioning and development. Therefore, we can conclude that the labor market development in import-substituting production will contribute to productive employment

Keywords: market, labor, import substitution, employment, productivity

Введение

В условиях обострения отношений между Россией и странами Запада импортозамещение как экономическая стратегия, направленная на защиту внутреннего производителя путем замещения иностранных товаров товарами национального производства, является наиболее оптимальной и такой, которая обеспечит России стабильный рост, безопасность и защиту как собственных товаропроизводителей, так и населения страны в целом.

Стратегия импортозамещения – это «стратегия создания благоприятной среды для роста отечественного производства» [6; с. 134], она гарантирует планомерный переход производства к выпуску наукоемкой и высокотехнологичной продукции. Это также повлияет и на повышение уровня развития производства и технологий, и на образование широких слоев населения. Она «опирается на развитие всего производства, повышение качества производимого товара, технологий, применяемых на предприятиях, развитие инноваций… это особенно актуально для страны, уровень производственных отраслей которой отстает от уровня государств, с которыми она взаимодействует» [7]. Кроме того, «увеличение импорта никогда не приносило блага российской экономике, а в настоящее время оно достигло такого масштаба, что само существование России «оказалось под угрозой» [12; с. 20].

Для цитирования

Колесник Е. А. Рынок труда Российской Федерации и перспективы его развития в импортозамещающем производстве // Вестник ВГУИТ. 2016. № 3. С. 375–384. doi:10.20914/2310-1202-2016-3-375-384

For citation

Kolesnik E. A. The labor market of the Russian Federation and prospects of its development in import-substituting production. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 3. pp. 375–384. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-3-375-384

Таким образом, основным результатом реализации политики импортозамещения должно стать:

— повышение конкурентоспособности товаров российских производителей как на внутреннем рынке, так и на внешнем через государственную поддержку промышленной, сельскохозяйственной и IT-отрасли, стимулирование технологической модернизации производства, освоение новых конкурентоспособных видов продукции;

— защита российского товаропроизводителя и рынка в целом через замещение импортируемых товаров и технологий продуктами национального производства;

— структурные преобразования в экономике, способствующие развитию новых производств или усовершенствованию уже существующих, оказывают влияние на формирование спроса на оборудование, сырье, материалы и т. д.;

— рост и усовершенствование производства позволит не только сохранить рабочие места, но и создать новые, усовершенствовать существующую систему подготовки и переподготовки кадров;

— обеспечение экономической безопасности страны.

Импортозамещение является государственной стратегией и поэтому государство играет важную роль в создании условий для ее реализации. Именно поэтому вопрос перспектив развития рынка труда Российской Федерации в импортозамещающем производстве является **актуальным** и таким, от решения которого зависит реализация новой экономической стратегии в целом. Основной **задачей** является рассмотрение основных тенденций, сложившихся на рынке труда Российской Федерации, и его характерных особенностей, которые вышли на первый план в условиях реализации импортозамещающей политики и тех тенденций, которые будут сопровождать политику импортозамещения в будущем.

Методы исследования

В процессе исследования были использованы эмпирические методы, позволившие зафиксировать и описать установленные в процессе анализа особенности функционирования и развития рынка труда РФ в импортозамещающем производстве; эмпирико-теоретические, которые помогли теоретически осмыслить факторы, влияющие на развитие рынка труда в импортозамещающем производстве, и разработать научные гипотезы; метод систематизации, позволивший идентифицировать тенденции, сложившиеся на рынке труда РФ, обобщить и выделить их; системный анализ, благодаря которому было проведено изучение тенденций на рынке труда; этот метод позволил изучить некоторые особенности функционирования рынка труда в импортозамещающем производстве. Также использованы анализ и синтез, индуктивный и дедуктивный методы познания, аналогии, исторической аналогии, обобщение, анализ документов, наблюдение и др.

Анализ основных исследований и публикаций

Рассматривая теоретические основы вопроса пришли к выводу, что изучение теории и практики импортозамещения зарубежными и российскими учеными-экономистами ведется в основном в контексте общей методологии проблем экономического роста и экономики промышленности. Среди фундаментальных трудов зарубежных исследователей, в которых затрагиваются вопросы роли государства в его экономической стабильности, безопасности и развитии, находимо отметить работы таких известных экономистов, как Т. Ман, У. Петти, А. Монкретьен, Ж. Б. Кольбер, Л. Роббинс и др. Этими и другими представителями школ политэкономии была выдвинута:

— идея государственного протекционизма, направленного на замещение импортных товаров товарами отечественного производства, производимых не только для обеспечения нужды своей страны, но и для производства их на экспорт;

— главная обязанность государства, состоящая в обеспечении роста как национальной промышленности, так и торговли, причем этот рост должен иметь благоприятное положительное сальдо торгового баланса как непременного условия национального благосостояния.

Фундаментальные труды известных российских ученых Ордин–Нащокина А. Л., Посошкова И. Т., Татищева В. Н. посвящены развитию отечественного импортозамещающего производства с целью удовлетворения потребностей государства и для достижения, в первую очередь, экономической независимости Российской Империи; ими также продвигалась идея отказа от импортной продукции и приобретения только тех импортных товаров, которые в России того периода не производились или без которых нельзя было обойтись.

Теоретические аспекты и практика реализации импортозамещения широко представлена и в работах современных зарубежных и российских исследователей. Так, Ченери Х. и Картер Н. импортозамещение рассматривают как целевую установку развития национальной

экономики, П. Линдерт изучал взаимное воздействие изменения международных условий торговли и импортозамещающего роста. Среди отечественных исследований стоит отметить работы Д. С. Львова, А. А. Аузана, В. Л. Иноземцева, А. Колганова, А. Бузгалина, С. Гринберга, С. Ю. Глазьева, А. Киреева, П. А. Кадочникова и др. Ими рассматриваются различные аспекты социально-экономического развития Российской Федерации, заключающиеся в необходимости «перехода к новой экономической политике, которая призвана обеспечивать развитие реального производственного сектора на основе прогресса смешанной, активно регулируемой государством и социально-ориентированной рыночной экономики» [3; с. 15]. В своих трудах они выделяют решающую роль государства «в развитии базисных отраслей нового технологического уклада» [2; с. 27].

В то же время вопросы функционирования и развития рынка труда в контексте стратегии импортозамещения изучены недостаточно. Среди ограниченного круга работ по этой тематике необходимо отметить труды С. Д. Бодрунова, В. Ю. Саламатова и С. И. Болдырева. Все вышеизложенное и обусловило выбор темы, цель и задачи исследования.

Изложение основного материала

Импортозамещение как стратегическая задача подразумевает развитие многих отраслей российской экономики при одновременном снижении зависимости от зарубежных партнеров. Оно основывается на мобилизации потенциальных возможностей экономики, что влечет за собой принятие кардинальных мер по отказу от импорта из многих стран ближнего зарубежья и стан Европы. Это закономерно приводит к высвобождению значительной части рынка от внешней конкуренции и предоставляет приоритетным для импортозамещения отраслям уникальную возможность для быстрого развития и освоения освободившихся ниш на отечественном рынке.

Как показал проведенный нами анализ, для России импортозамещение как приоритетная государственная задача не является новой. К ней периодически возвращались на каждом витке экономической нестабильности. В качестве примеров можно привести резкое ослабление курса рубля в 1998 году, которое привело к наращиванию внутреннего производства и росту внутреннего спроса, что, в свою очередь, способствовало существенному наращиванию собственного производства; это благоприятно отразилось и на общем состоянии экономики страны того периода и заложило основы для дальнейшего ее укрепления. В 2000-х годах оно стимулировалось масштабной государственной поддержкой ключевых отраслей (нефтегазовой, оборонной, энергетической, атомной, машино- и авиастроительной сфер, сферы нанотехнологии). В этот период роль государства заключалась в обеспечении корпораций из этих отраслей базовым портфелем заказов и финансово – кредитной поддержкой. При этом прибыль перенаправлялась на модернизацию отстающих отраслей экономики или создание новых. Также кризис 2008–2009 гг. дал дополнительный толчок в политике импортозамещения, в основном коснувшийся сельскохозяйственной и машиностроительной отраслей, отрасли промышленного производства. В этот период государственные и иные ресурсы были направлены на развитие «российского производства стальных труб, железнодорожных вагонов, компонентов для авиационной и ракетной техники» [4], некоторых видов сельхоз продукции.

В последствие это положительно отобразилось на экономике РФ в целом, и на таком важном макроэкономическом показателе развития экономики любой страны, как ВВП (рисунок 1).

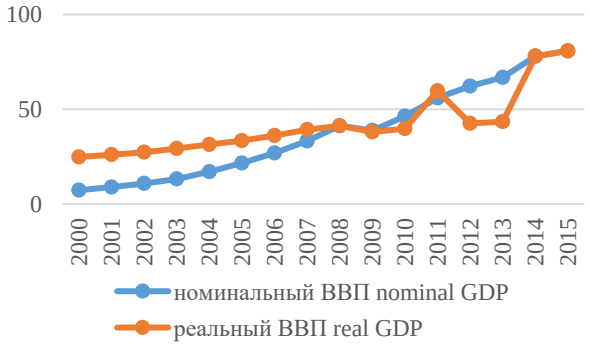


Рисунок 1. Номинальный и реальный ВВП в России, млрд руб. (согласно данных Федеральной службы государственной статистики)

Figure 1. Nominal and real GDP of Russia, bln RUR.

За этот период произошёл рост промышленного производства и составил более 50%. Параллельно проводилась модернизация и техническое перевооружение промышленности, что в последствие привело к повышению качества и привлекательности производимых товаров, увеличению экспорта товаров, произведенных в России. Так, в 2000 г. было экспортировано товаров на сумму 103 млрд. дол. США, а в 2010 на 397 млрд. дол.

Положительные тенденции и постепенное развитие российской экономики неизбежно отразились на рынке труда – наблюдается постепенное привлечение трудовых ресурсов в различные сферы российской экономики, что приводит к увеличению уровня занятости

и экономической активности населения (рисунок 2) при уменьшении с 2001 г. по 2013 гг. общей численности населения на 3 млн. чел., из них 1 млн. чел. городского населения и 2 млн. сельского; в 2015 г. численность населения достигла уровня 2001 г. и составила 146,3 млн. чел.

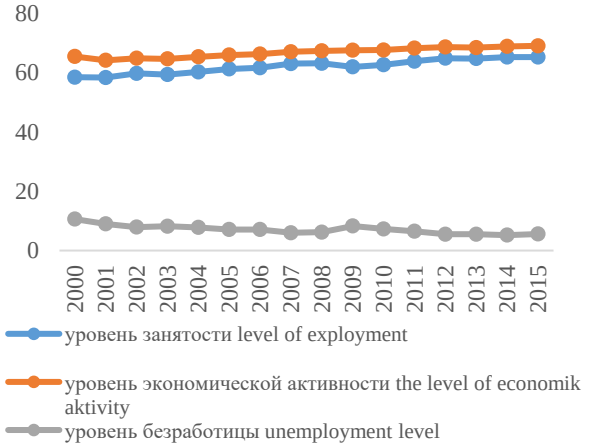


Рисунок 2. Уровни занятости, безработицы и экономической активности населения РФ (2000–2015 гг.), % (согласно данных Федеральной службы государственной статистики)

Figure 2. Levels of employment, unemployment and economic activity of the population of the RF (2000–2015), %

Несмотря на сокращение общего уровня безработицы в стране (с 2000 по 2015 гг. уровень безработицы снизился на 5%.), в ряде субъектов Федерации ситуация на рынке труда продолжает оставаться неблагоприятной. Наблюдается дисбаланс между спросом и предложением на рынке труда в Северо-Кавказском, Уральском, Сибирском, Ханты-Мансийском и Приволжском федеральных округах. Таким образом, в этих регионах существует нехватка трудоспособного населения необходимой квалификации. Особенно явно эта ситуация стала проявляться в последние годы (таблица 1).

На рынке труда наблюдается серьезная дифференциация регионов по уровню напряженности: в составе России есть субъекты как со значительным относительным избытком, так и со значительным относительным дефицитом трудовых ресурсов. Это проявляется в чрезмерно низких или слишком высоких значениях коэффициента напряженности, указывая на значительный дисбаланс между спросом на труд и его предложением. Крайне высокие значения данного показателя в Республиках Дагестан и Ингушетия (в 2015 г. 158,7% и 351,3% при 218,5 и 185,5% в 2014 соответственно), высокие – в Чеченской Республике, республике Северная Осетия – Алания и Карачаево-Черкесской Республике (в 2015 г. 33,4%, 25,5%, и 23,8 при 60,7%, 15,6% и 23,8 в 2014 г. соответственно); это стимулирует социальную напряженность в этих регионах и оказывает влияние на их привлекательность для потенциальных инвесторов.

Стоит также отметить, что позитивные тенденции в экономике привели к улучшению уровня и качества жизни населения России. В целом за 2000–2014 гг. величина дохода населения – положительная: наблюдается существенное увеличение размеров среднедушевых доходов (в 3,3 раза по России) (таблица 2), увеличивается и реальная заработная плата, и средний размер пенсий. Численность населения с денежными доходами ниже величины прожиточного минимума и дефицита денежного дохода уменьшилась в 2,7 раза (с 42,3 млн. чел. в 2000 г. до 15,5 млн. чел. в 2013 г.).

Таблица 1.

Коэффициент напряженности на рынке труда (собрано по данным Федеральной службы статистики, рассчитано автором самостоятельно)

Table 1.

The coefficient of tension in the labour market

	2014	2015	Отклонение Deviation
Российская Федерация Russian Federation	2,1	3,3	+1,2
Центральный федеральный округ Central Federal Region	1,4	2,4	+1
Северо-Западный федеральный округ The North-Western Federal Region	1,6	2,7	+
Южный федеральный округ Southern Federal Region	2,4	3,5	+1,1
Северо-Кавказский федеральный округ The North Caucasian Federal Region	15,2	19,4	+1,1
Приволжский федеральный округ Volga Federal Region	1,9	3,1	+1,2
Уральский федеральный округ Urals Federal Region	2,1	3,8	+1,7
Ханты-Мансийский автономный округ Khanty-Mansi Autonomous Regin	2,2	3,3	+1,1
Ямало-Ненецкий автономный округ Yamalo-Nenets Autonomous Region	0,4	0,9	+0,5
Сибирский федеральный округ Siberian Federal Region	2,7	3,7	+1
Дальневосточный федеральный округ The far Eastern Federal Region	1,4	1,7	+03
Чукотский автономный округ Chukotka Autonomous Region	0,7	1,1	+0,4

Из вышесказанного можно сделать вывод, что на рынке труда РФ существует необходимость формирования иных подходов в политике регулирования занятости, проводимой федеральными и региональными органами власти, которая должна быть взвешенной и скоординированной, направленной как на стимулирование занятости в трудодефицитных отраслях, так и на повышение гибкости рынка труда в целом.

Таблица 2.

Динамика доходов населения РФ в 2000–2014 гг., руб. (собрано по данным Федеральной службы государственной статистики, рассчитано автором самостоятельно)

Table 2.

Dynamics of incomes of the population of the Russian Federation in 2000–2014, rub.

Показатель / Index	Год Year									Изменения 2014–2000 г. Change 2014–2000
	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	
Среднедушевые денежные доходы населения The average income of the population	8513	15938	21194	22142	22836	23591	24730	25928	27765	3,3
Среднемесячная начисленная з/п Average monthly salary	8296	16857	24562	24426	25528	26988	28360	29792	32495	3,9

В период 2002–2013 гг. возросла покупательная способность доходов населения: покупательная способность заработной платы увеличилась в 1,8 раза – с 2,1 в 2002 г. до 3,8 прожиточного минимума 2013 г., покупательная способность пенсии в 1,5 раза – с 1,1 до 1,7 прожиточного минимума пенсионера соответственно.

Это положительно отразилось на положительной динамике трудовой миграции населения. В значительной степени она обеспечивается за счет притока граждан из менее обеспеченных стран СНГ, государств членов таможенного союза и дальнего зарубежья. По данным Росстата в 2014 году из стран СНГ в Российскую Федерацию прибыло 90,6% мигрантов из 9 стран: Узбекистана (31,5%), Таджикистана (18,7%), Украины (11,2%), Республики Молдова (8%), Белоруссии (7,6%) и др.

Трудовая миграция как внутренняя, так и внешняя, на протяжении длительного периода выравнивала демографический дисбаланс и решала проблему нехватки трудовых ресурсов, особенно в тех отраслях, которые не пользуются спросом у коренного населения. Мигранты в основном задействованы в строительстве (40%), в торговле (30%), в промышленности (10%), в сельском хозяйстве (7%), в транспортной отрасли (5%), в других видах деятельности (8%).

Но, несмотря на положительную динамику, наблюдается постепенное уменьшение такого показателя, характеризующего экономическую сущность труда, как его производительность (рисунок 3). В этот период в России не была решена одна из основных задач хозяйственной деятельности – увеличение производительности труда. А ведь она (производительность) является одним из важных факторов, который обеспечивает непрерывное повышение валового и душевого доходов, рост эффективности труда и производства, заинтересованности населения в продуктивном труде и занятости. Рост производительности труда также сопровождается увеличением производимых продуктов и, следовательно, более широкой возможностью для людей удовлетворять свои потребности.

Согласно расчётам Института «Центр развития» НИУ-ВШЭ производительность труда в экономике России по номинальному курсу (ВВП на 1 отработанный чел.-час) отстает от мировых лидеров (крупнейшие из которых – США, Германия, Франция) в 6–8 раз и находится на одном уровне с Мексикой. А уже с 2014 г. начинается ее рост на 2% в год (по данным Росстата). Таким образом, негативная динамика этого показателя указывает на неэффективность в использовании не только трудового потенциала страны, рабочего времени и рабочих мест, но и других ресурсов.

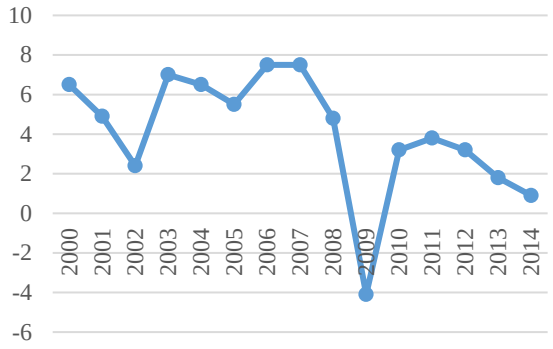


Рисунок 3. Динамика производительности труда в России, % (согласно данных института «Центр развития» Национального исследовательского университета Высшая школа экономики)

Figure 3. Dynamics of labour productivity in Russia, %

Таким образом, на протяжении многих лет политика импортозамещения приносила положительные результаты для экономики России, ее граждан и рынка труда в целом, хотя она не всегда носила комплексный и целостный характер, не являлась государственным приоритетом. Мы согласны с мнением академика А. Д. Некипелова, который утверждает, что «в стимулировании внутреннего спроса на отечественную продукцию главная роль принадлежит государству» [8, с. 455], которое направлено на обеспечение государственной безопасности, на защиту собственного товаропроизводителя и потребителя, на поддержание стабильности внутреннего рынка, национальной валюты и т. д. Но согласно мнению Путина В. В. «импортозамещение само по себе не является панацеей <…> оно означает переоборудование производственной части <…> промышленности, сельского хозяйства, а значит – повышение производительности труда». Переоборудование само по себе не приведет к росту основных экономических показателей. На рост экономики оказывает влияние множество факторов – объем основного капитала, технология производства, количество и качество трудовых ресурсов, количество и качество природных ресурсов и др. Развитие одних влечет за собой усовершенствование других, что обеспечивает процесс роста и стимулирование способности функционировать наиболее эффективно.

В периоды геоэкономической и геополитической нестабильности, в условиях обострения отношений между Россией и странами Запада в Российской Федерации рост производительности труда в импортозамещающем производстве может обеспечиваться, во-первых, качеством и степенью использования инвестиций и материальных основных средствах, во-вторых, качественным составом работников, их высокой квалификацией, достойными условиями труда и положительным отношением к нему, в-третьих, менеджментом персонала, организацией и управлением персоналом таким образом, чтобы наблюдался стабильный рост производительности [6; с. 138–139].

Стоит отметить, что направленность государственной политики многих стран Запада на импортозамещение привело к тому, что они стали мировыми лидерами в приоритетных для этих государств отраслях. Наибольший успех в этом был достигнут в Бразилии, Южной Корее и Мексике. Благодаря импортозамещению в этих странах была создана соответствующая инфраструктура, компании, работавшие на рынках этих стран, были вынуждены повышать свою эффективность для того, чтобы наравне работать или конкурировать с иностранными компаниями. Эта политика повлияла на необходимость создания новых рабочих мест и усовершенствование уже имеющихся, улучшение качества трудового потенциала работников и поддержание его на необходимом уровне. Также положительный эффект импортозамещения переносится и на смежные отрасли: тяжелую промышленность, производство электроники и автомобилей.

Импортозамещение – это многофакторный и очень непростой в плане практической реализации процесс, который должен учитывать как внешние факторы, так и внутренние тенденции. Одной из таких тенденций является неоднозначная ситуация на рынке труда современной России. Так, например, темпы роста молодежной безработицы превышают темпы роста безработицы среди населения в целом: среди безработных в сентябре 2015 г. молодежь до 25 лет составила 25,6%, в том числе в возрасте 15–19 лет – 4,6%, 20–24 года – 21,0%; в численности безработных 28,8% или 1,2 млн. чел. составили лица, не имеющие опыта трудовой деятельности из них – молодежи в возрасте от 15 до 19 лет 13,5%, от 20 до 24 лет – 50,6%, от 25 до 29 лет – 19,9% [5–6]. Уровень безработицы молодежи в возрасте 15–19 лет по виду поселения в сентябре 2015 г. среди городского населения составил 31,6%, среди сельского – 28,5%, в возрасте 20–24 лет – 13,5% и 16,4% соответственно, в возрасте 25–29 лет – 4,6% и 9,9%, т. е. безработица среди молодежи в 5 раз выше, чем среди 30–40 летних граждан.

В последние годы увеличилось количество российских трудовых эмигрантов (в 2011 г. – 36774 чел., в 2012 г. – 122751 чел., в 2013 г. – 186382 чел., в 2014 г. – 308475 чел.). Многие трудовые эмигранты намерены переехать за рубеж на постоянное место жительства. Это в основном молодые, энергичные, высокообразованные российские граждане. Эмиграция этой группы населения имеет не только демографические последствия, но и носит характер «утечки умов».

Помимо вышеизложенного, изменение характера взаимодействия рынка труда обусловлено неэффективностью системы трудоустройства выпускников учебных заведений. Это привело к тому, что около 80% выпускников российских вузов сегодня не работают по специальности или вообще нетрудоустроены. И, как следствие, происходит отток молодежи. На рынке труда происходит значительный «перелив» рабочей силы из государственного в негосударственный сектор экономики, из деятельности, требующей высокую квалификацию, в деятельность, менее квалифицированную [5; с. 52].

За последние десятилетия произошли перемены в расстановке приоритетов на рынке труда России, поэтому многие предприятия отраслей, выделенных как приоритетные для импортозамещения, столкнулись с проблемой недостаточности как кадров вообще, так и высококвалифицированных в частности.

Многие столкнулись с проблемой неэффективности рабочих мест, неэффективной занятости и недоиспользования производственного потенциала работников.

Это подтверждают и результаты проведенного нами кластерного анализа. На рисунке 4 представлены факторы, ограничивающие рост производства некоторых отраслей национальной экономики России в контексте импортозамещения.

Среди основных преобладают неопределенность экономической ситуации, недостаток квалифицированных кадров и финансовых ресурсов, недостаточный спрос на продукцию предприятий на внутреннем рынке и высокий уровень налогообложения.

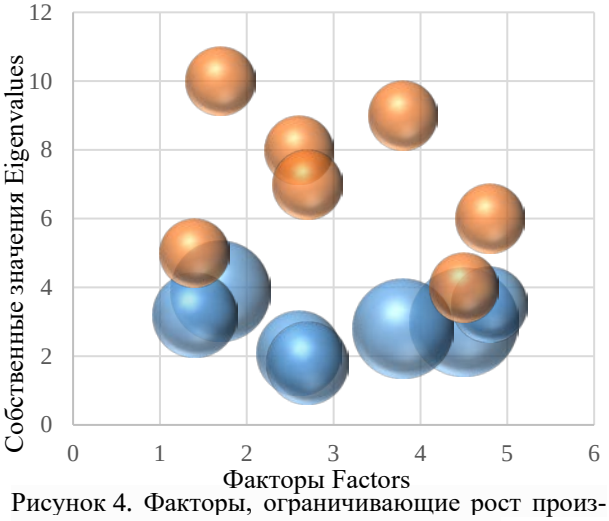


Рисунок 4. Факторы, ограничивающие рост производства (собрано автором самостоятельно)

Figure 4. Factors limiting production growth

Проблему кадрового дефицита как на сегодня, так и на будущее, предприятия пытаются решать собственными силами, взаимодействуя с учебными заведениями разного типа, рекрутинговыми компаниями; разрабатывают программы повышения квалификации кадров, исходя из потребности и возможностей, сотрудничают со службами занятости как в плане подбора кадров нужной квалификации, так и в плане их переподготовки. Но все они не рассчитаны на долгосрочную перспективу и не оказывают должного влияния на ситуацию на рынке труда России в целом. Как следствие, ситуация, сложившаяся на этом рынке, будет тормозить эффективность реализации программы импортозамещения без должного внимания государства:

— к необходимости создания такой системы образования и повышения квалификации, которая будет соответствовать темпам технико-технологического, информационного развития предприятий;

— к формированию положительного образа востребованных на рынке труда профессий;

— к поднятию престижа рабочих специальностей;

— к анализу спроса на рынке труда на перспективу и подготовки соответствующих специалистов.

Успешная модернизация в промышленной, сельскохозяйственной и IT-отрасли приведет к расширению производства, а, следовательно, этим отраслям потребуется дополнительный персонал, умения и навыки которого будут соответствовать требованиям обновленного производства. Этот кадровый дефицит политика привлечения иностранной рабочей силы, реализуемая в РФ на протяжении многих лет, удовлетворить не сможет из-за несоответствия профессиональных качеств мигрантов и возросших требований к уровню квалификации кадров. Для того чтобы труд иммигрантов стал эффективным необходимо усовершенствовать систему российского образования таким образом, чтобы она могла способствовать усовершенствованию их трудового потенциала согласно требованиям, предъявляемым к качеству трудового потенциала работника в импортозамещающем производстве. Невнимание со стороны государства к вопросам формирования трудового потенциала иммигрантов будет негативно сказываться на всех его экономических показателях, вызывать социальную напряженность [6; с. 140].

Ведь согласно результатам среднего варианта прогноза Федеральной службы государственной статистики в ближайшие тринадцать лет в России будет наблюдаться отрицательный естественный прирост населения; это приведет к старению значительной части трудоспособного населения и окажет влияние на ее социально-экономическую составляющую развития и функционирования. Темпы естественного прироста населения будут снижаться (рисунок 5).

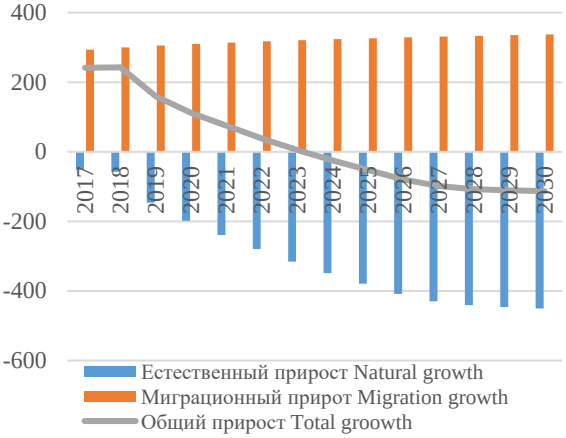


Рисунок 5. Средний вариант прогноза изменения численности населения, тыс. чел. (согласно данным Федеральной службы государственной статистики)

Figure 5. The average variant of the forecast change of population, thousand people

Несмотря на то, что в последние годы наблюдается снижение прироста населения за счет миграционных процессов (на 8,7% в 2014 г.) прогнозируемый темп прироста населения за счет иммиграции в среднем будет составлять 2% в год. Таким образом, на рынке труда будет продолжаться тенденция к использованию их труда.

Также согласно данным Института демографии НИУ ВШЭ «…сейчас Россия конкурирует за мигрантов из стран Средней Азии с Казахстаном, но потребность в трудовых ресурсах в России будет несравнимо выше» [5], т. к. для удвоения ВВП при темпах роста производительности труда в 4% к 2020 году России потребуется еще 20 млн. мигрантов.

Будет сохраняться тенденция демографического старения населения (рисунок 6), устойчивый рост доли лиц старших возрастов, особенно лиц женского пола, повлияет на увеличение продолжительности жизни населения.

Эта негативная ситуация будет выравниваться за счет иммиграции. Поскольку в миграционном притоке в страну будут преобладать люди молодых и средних возрастов, иммиграция будет способствовать, во-первых, увеличению численности населения в трудоспособном возрасте, во-вторых, сокращению дефицита рабочей силы, улучшению демографической ситуации.

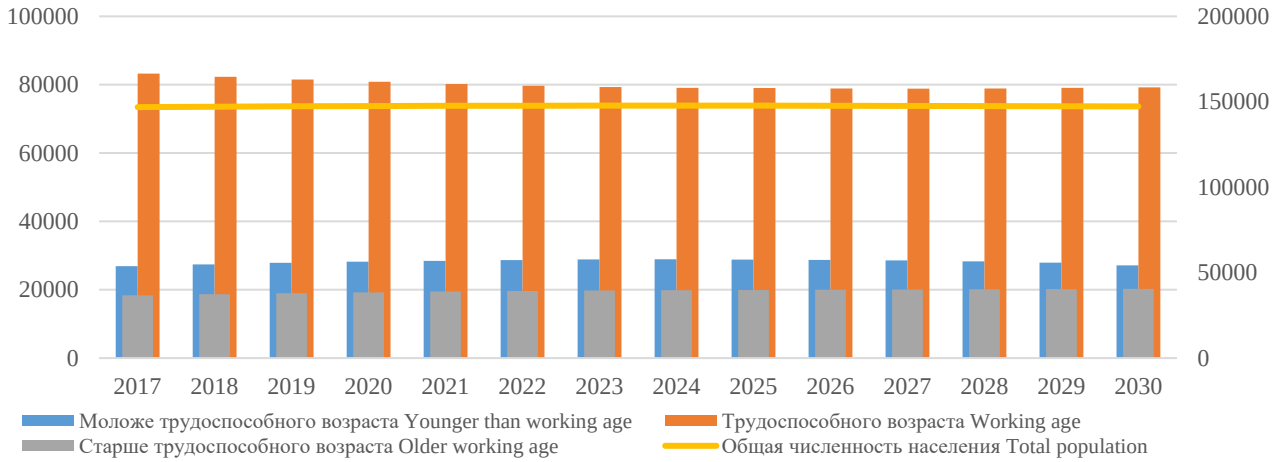


Рисунок 6. Средний вариант прогноза численности населения по отдельным возрастным группам (согласно данных Федеральной службы государственной статистики)

Figure 6. Medium variant population estimates for selected age groups

Использование труда иммигрантов влияет и в дальнейшем будет оказывать положительное влияние на стимулирование экономического роста и прироста ВВП. Согласно данным российских экспертов, труд иммигрантов ежегодно приносит около 7–8% ВВП. По словам главы МВФ Кристин Лагард, миграция имеет «потенциальные плюсы», но для качественного использования труда мигрантов необходима слаженная государственная политика, которая направлена не только на регулирование и контроль, но и на создание необходимых условий для их эффективной трудовой реализации. Она утверждает, что «миграция может принести экономическую выгоду <…> если они (государства) смогут быстро разработать стратегию по интеграции мигрантов во внутренний рынок труда». Также «их успешная интеграция также может отчасти компенсировать негативный эффект от старения населения».

Но рынок труда – это рынок особого характера. Он направлен на удовлетворение не только потребности работодателей в рабочей силе, необходимой квалификации, но и дает возможность работникам самим принимать решение о том, как, где и в каком объеме реализовывать свой трудовой потенциал, выбирая, таким образом, наиболее приемлемый для них вариант. Именно поэтому управление спросом на этом рынке непростая, но очень важная задача, без решения которой практически все благие намерения и инициативы будут сведены на нет.

Согласно нашему убеждению, эффективная реализация программ импортозамещения не может в основном строится только на государственной финансовой (как предприятий, так и рынка труда) и иной поддержке, необходим пересмотр взаимодействия институтов рынка труда как государственных и негосударственных, так и неформальных. Поэтому мер, предложенных в п. 2 «Основных направлений деятельности Правительства РФ на период до 2018 года» (утв. Правительством РФ 14.05.2015) недостаточно, т. к. они, на наш взгляд, не носят системного и комплексного характера, не учитывают возрастающие требования к количественно-качественным характеристикам трудовых ресурсов в импортозамещающем производстве.

Институциональная структура рынка труда под влиянием различных факторов способна модифицироваться во времени и пространстве. Такими факторами являются, например, изменения в отраслевой структуре рынка труда, в цене рабочей силы, в предпочтениях работодателей относительно уровня образования работников, их квалификации, возраста, уровня мобильности и др., в предоставлении информации о ситуации на рынке труда, спросе на него, наиболее востребованных и перспективных профессиях как страны в целом, так и ее регионов, а также от изменения стереотипов общественного восприятия тех или иных специальностей.

Для того чтобы изменение сути эффективной трудовой реализации в контексте импортозамещения имело позитивный результат необходимо пересмотреть систему мониторинга рынка труда, которая должна стать основой изменения взаимодействия субъектов институциональной структуры рынка труда (рисунок 7).

Качественный мониторинг рынка труда даст достоверную информацию о спросе и предложении в тех сегментах рынка, которые определены как приоритетные для импортозамещения. Он предоставит информацию, которая будет способствовать эффективному регулированию рынка труда на всех уровнях (федеральном, региональных, отраслевых, территориальных, местных и уровне организации), субъекты этого рынка будут иметь возможность корректировать политику в отношении количественно-качественного кадрового обеспечения программ импортозамещения.

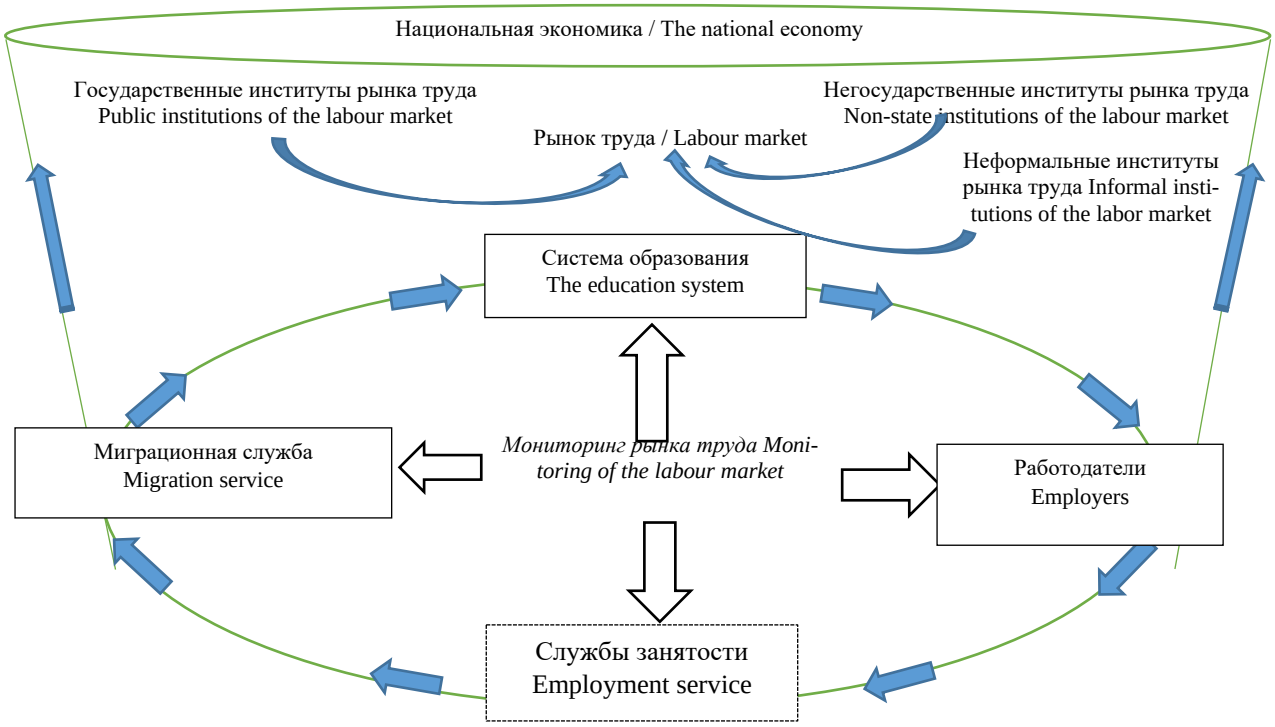


Рисунок 7. Структура рынка труда в импортозамещающем производстве (разработано автором самостоятельно)
Figure 7. The structure of the labor market in import-substituting production

Мониторинг рынка труда должен строиться на принципах социальной обусловленности (т. е. основываться на максимальном отражении существующих тенденций), непрерывности (должен проходить постоянно и включать различные методы и формы), научности (основываться на новых и апробированных научных разработках); оптимальности (в наибольшей степени отвечать потребностям анализа); комплексности – анализировать и включать многоаспектность рынка труда как объекта исследования; отказа от фрагментарного анализа, ориентации на конечный результат (объективно отображать ситуацию на рынке труда для построения системы эффективного взаимодействия).

Это позволит быстро и адекватно реагировать на изменения в соотношении спроса и предложения в сфере труда, прогнозировать критические ситуации и, соответственно, качественно планировать и осуществлять активную политику занятости населения на рынке труда РФ и ее регионов, вносить те или иные коррективы. Качественный мониторинг рынка труда должен стать основой мотивации поведения на рынке самой рабочей силы. Он также может предоставить объективную информацию о структуре существующих рабочих мест, тенденции в занятости этих мест, их качественных характеристиках, что даст возможность усовершенствовать существующую систему обучения и повышения квалификации, повысит гибкость рынка труда. Ведь гибкость рынка труда как таковая основывается на учете потребностей, возможностей, интересов и др. всех групп экономически активного населения (как реализующих свои трудовые функции в данный момент, так и тех, кто оказался невостребованным на рынке труда) и работодателей.

Заключение

Развитие рынка труда в импортозамещающем производстве будет способствовать продуктивной занятости, являющейся производной от эффективно функционирующего гибкого рынка труда, который позволяет оперативно реагировать на изменения в сложившейся структуре занятости населения, сокращение неэффективных рабочих мест, перераспределение работников по секторам экономики, расширение сферы услуг, развитие инновационных направлений деятельности и возникновение новых направлений занятости и др.

ЛИТЕРАТУРА

1 Анимица Е.Г., Анимица П.Е., Глумов А.А. Импортозамещение в промышленном производстве региона: концептуально-теоретические и прикладные аспекты // Экономика региона. 2015. № 3. С. 160–172.

2 Бодрунов С.Д. Теория и практика импортозамещения: уроки и проблемы: монография. СПб.: ИНИР им. С.Ю. Витте, 2015. 171 с.

3 Гринберг Р.С. Мифы о свободном рынке должны уйти в прошлое // «Экономика для человека»: социально-ориентированное развитие на основе прогресса реального сектора: материалы Московского экономического форума. 2014. С. 15–17.

4 Елецкий Н.Д., Столбовская А.Г. Импортозамещение в России: не проблема, а задача // Молодой ученый. 2015. № 6. С. 406–408.

5 Колесник Е.А. К вопросу о молодежной политике в области занятости // Известия высших учебных заведений «Социология. Экономика. Политика». 2015. № 3 (46). С. 43–48.

6 Колесник Е.А. К вопросу о проблемах и перспективах развития рынка труда России в контексте импортозамещения // Sustainable Development: Social and Economic Changes. 2016. P. 134–141.

7 Мардалиева Э.Б., Камбулатова М.Х. Импортозамещение // Молодой ученый. 2015. № 11. С. 907–909.

8 Некипелов А.Д. Точка зрения. М.: Магистр, Инфра-М, 2012. 512 с.

9 Novoselov O., Silin A. Regulation of social processes in the global world. Ulan-Ude: Buryat state University publishing department, 2015. P. 140–142.

10 Основные направления деятельности Правительства Российской Федерации на период до 2018 года (утв. Правительством РФ 14 мая 2015 г.). URL: http://base.garant.ru/70309020/#friends

11 Отчет о результатах деятельности Правительства Российской Федерации за 2013 год. URL: http://www.government.ru.

12 Пичурин И.И., Блинов Д.В. Обеспечение импортозамещения после вступления России в ВТО. Екатеринбург: Изд-во УМЦ УПИ, 2014. 144 с.

13 Belonozhko M.L., Silin A.N. Russian North: change of Social Situation // Middle-East journal of Scientific Research. 2013. № 16(2). P. 150–155.

REFERENCES

1 Animitsa E.G., Animitsa P.E., Glumov A.A. Import Substitution in the industrial production of the region: conceptual-theoretical and applied aspects. *Ekonomika regiona* [Economy of region] 2015, no. 3, pp. 160–172 (in Russian)

2 Bodrunov S.D. Teoriya i praktika importozameshcheniya: uroki i problem [Theory and practice of import substitution: lessons and challenges] Saint-Petersburg INIR named after S. Yu. Witte, 2015. 171 p. (in Russian)

3 Grinberg R.S. Myths about the free market must leave in the past. "Ekonomika dlya cheloveka: sotsial'no-orientirovannoe razvitie na osnove progressa real'nogo seektora [«Economics for humans»: socially-oriented development based on the progress of the real sector: proceedings of the Moscow economic forum] 2014, pp. 15–17. (in Russian)

4 Eletskiy N.D., Stolbovskaya A.G. Import Substitution in Russia: not a problem, and the problem. *Molodoi uchenyi* [Young scientist] 2015, no. 6, pp. 406–408. (in Russian)

5 Kolesnik E.A. To the question on youth policy in the employment field. *Izvestiya vuzov. Sotsiologiya. Ekonomika. Politika* [News of higher educational institutions "Sociology. Economy. Policy"] 2015, no. 3 (46), pp. 43–48. (in Russian)

6 Kolesnik E.A. To the question about the problems and prospects of labour market development in Russia in the context of import substitution. Sustainable Development: Social and Economic Changes, 2016, pp. 134–141. (in Poland)

7 Mardalieva E.B., Kambulatova M. Kh. Import Substitution. *Molodoi uchenyi* [Young scientist] 2015, no. 11, pp. 907–909. (in Russian)

8 Nekipelov A.D. Tochka zreniya [Point of view] Moscow, Magistr, Infra-M, 2012. 512 p. (in Russian)

9 Novoselov O., Silin A. Regulation of social processes in the global world. Ulan-Ude, Buryat state University publishing department, 2015, pp. 140–142

10 Osnovnye napravlemiya deyatel'nosti pravitel'stva RF na period do 2018 goda [The main activities of the Government of the Russian Federation for the period until 2018 (approved. The government of the Russian Federation may 14, 2015)] Available at: http://base.garant.ru/70309020/#friends (in Russian)

11 Otchet o rezul'tatakh deyatel'nosti pravitel'stva RF za 2013 god [A report on the results of activities of the Government of the Russian Federation for 2013] Available at: http://www.government.ru (in Russian)

12 Pichurin I.I., Blinov D.V. Obespechenie importozameshcheniya posle vstupleniya Rossii v VTO [Provision of import substitution after the entry of Russia into WTO] Ekaterinburg, UMTs UPI, 2014. 144 p. (in Russian)

13 Belonozhko M.L., Silin A.N. Russian North: change of Social Situation. Middle-East journal of Scientific Research, 2013, no. 16(2), pp. 150–155. (in English)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Елена А. Колесник, к. э. н., доцент, кафедра маркетинга и муниципального управления, Тюменский индустриальный университет, ул. Володарского, 38, г. Тюмень, 625000, Россия, eakolesnik-10@mail.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Elena A. Kolesnik, candidate of economic Sciences, associate Professor, marketing and municipal management department, Tyumen industrial University, Volodarskogo str., 38, Tyumen, 625000, Russia, eakolesnik-10@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

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

CONTRIBUTION

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

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST

The author declare no conflict of interest.

ПОСТУПИЛА 26.07.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 26.08.2016

RECEIVED 7.26.2016

ACCEPTED 8.26.2016

Оригинальная статья/Original article

УДК 336.01

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-385-388

Анализ уровня и динамики финансовых результатов предприятий ОПК по данным финансовой отчетности

Александр И. Хорев, [1] al.khorev@gmail.com
Виталий Ю. Падалкин, [1] padalkin@sozvezdie.su
Алексей М. Прыгунков [2] prygunkov@sozvezdie.su

[1] кафедрой экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия
[2] АО «Концерн «Созвездие»», г. Воронеж, ул. Плехановская, 14, Россия

Реферат. В статье рассматриваются показатели, влияющие на устойчивое развитие оборонных предприятий на основе анализа финансовых результатов их деятельности по данным годовой бухгалтерской отчетности с использованием метода горизонтального и вертикального анализа. Были рассмотрены наиболее важные показатели финансовых результатов деятельности АО «Рязанский радиозавод» и АО «Тамбовский завод "Октябрь"» на основании данных годовой бухгалтерской отчетности за 2015 г. Положительными изменениями отчетного периода АО «Рязанский радиозавод» являются рост выручки от продаж на 28,11% и рост валовой прибыли на 4, 32% относительно аналогичных показателей предыдущего года. Рост себестоимости продаж и коммерческих расходов, отрицательное сальдо прочих доходов и расходов сказалось на показателе чистой прибыли, которая в сравнении с показателями предыдущего года уменьшилась как в абсолютном, так и в процентном отношении. При рассмотрении показателей второго предприятия АО «Тамбовский завод «Октябрь» были отмечены положительные и отрицательные изменения. У предприятия произошло увеличение выручки на 16,64%, валовой прибыли на 14,39%, прибыли от продаж на 11,92%, прибыли до налогообложения на 41,17% и чистой прибыли на 44,36%, что свидетельствует об эффективной работе предприятия по обеспечению устойчивого роста собственного капитала. Показатели второго анализируемого предприятия представляются более предпочтительными, чем первого, но все же обоим предприятиям необходимо самостоятельно проанализировать расходы и доходы от обычной, инвестиционной и финансовой деятельности для дальнейшего успешного развития.

Ключевые слова: оборонно-промышленный комплекс, интегрированная структура, финансовые результаты, горизонтальный анализ, вертикальный анализ, финансовая устойчивость

Analysis of the level and dynamics of financial results of MIC enterprises according to financial statements

Aleksandr I. Khorev, [1] al.khorev@gmail.com
Vitalii Yu. Padalkin, [1] padalkin@sozvezdie.su
Aleksei M. Prygunkov [2] prygunkov@sozvezdie.su

[1] economic security and financial monitoring department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia
[2] JSC "Concern "Sozvezdie"", Plekhanovskaya Str., 14, Voronezh, Russia

Summary. In article the indicators influencing sustainable development of the defensive entities on the basis of the analysis of financial results of their activities for data of annual accounting records with use of a method of the horizontal and vertical analysis are considered. The most important indicators of financial results of activities of JSC "Ryazan Radio Plant" and JSC "Tambov Plant Oktyabr" based on data of annual accounting records for 2015 were considered. Positive changes of the accounting period of JSC "Ryazan Radio Plant" are growth of revenue from sales for 28.11% and growth of a gross profit by 4.32% of rather similar indicators of previous year. Growth of a cost of sales and business expenses, negative balance of other incomes and expenses affected an indicator of a net profit which in comparison with indicators of previous year decreased as in absolute, and in percentage terms. By consideration of indicators of the second entity of JSC "Tambov Plant Oktyabr" positive and negative changes were noted. The entity had an increase in revenue by 16.64%, a gross profit for 14.39%, a sales profit for 11.92%, profit to the taxation for 41.17% and a net profit for 44.36% that demonstrates effective work of the entity on providing a strong growth of an equity. Indicators of the second analyzed entity are represented more preferable, than the first, but nevertheless both entities need to analyze independently expenses and the income from regular, investing and financial activities for further successful development.

Keywords: military-industrial complex, integrated structure, financial results, horizontal analysis, vertical analysis, financial stability

Введение

Основы политики Российской Федерации в области развития оборонно-промышленного комплекса определяют, что ОПК составляет основу оборонно-промышленного потенциала РФ, который обусловливает научные, технические и производственные возможности экономики государства по обеспечению создания высокотехнологичной, наукоёмкой и конкурентоспособной на внутреннем и мировом рынке продукции. Переход к рыночной экономике оказал решающее влияние на формирование новых научно-производственных условий деятельности предприятий ОПК. Основами политики РФ в области развития ОПК предусмотрены постепенный уход государства от организационно-технологического способа управления оборонной промышленностью. Эти функции переданы ограниченному количеству интегрированных структур, чем осуществлён процесс объединения научных разработок, финансовых возможностей и технологического потенциала. Следующим этапом является создание отраслеобразующих диверсифицированных интегрированных структур ОПК, ориентированных на выпуск высокотехнологичной продукции и способных обеспечивать весь жизненный цикл создания и реализации продукции военного, двойного и гражданского назначения. Примером такой отраслеобразующей интегрированной структуры является созданная в соответствии с Указом Президента РФ от 14.01.2014 г. № 20 «Объединённая приборостроительная корпорация»,

Для цитирования

Хорев А. И., Падалкин В. Ю., Прыгунков А. М. Анализ уровня и динамики финансовых результатов предприятий опк по данным финансовой отчетности // Вестник ВГУИТ. 2016. № 3. С. 385–388. doi:10.20914/2310-1202-2016-3-385-388

For citation

Khorev A. I., Padalkin V. Yu., Prygunkov A. M. An analysis of the level and dynamics of financial results of enterprises OPK according to financial statements. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 3. pp. 385–388. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-3-385-388

в состав которой вошли концерны «Созвездие», «Вега», «Системы управления» и «ЦНТИ экономики, информатики и систем управления». В дальнейшей перспективе предполагается размещение дополнительных акций среди частных инвесторов в целях привлечения внебюджетных источников финансирования. Такая практика давно применяется в развитых зарубежных странах в рамках осуществления государственно-частного партнёрства.

Для участников корпоративных отношений (материнской компании и ДЗО) решающее значение приобретают показатели финансовой устойчивости фирмы. Финансовая устойчивость – показатель, определяющий финансовое состояние предприятия, хозяйственная деятельность которого обеспечивает в нормальных условиях выполнение всех его обязательств перед работниками, другими организациями, государством, благодаря достаточным доходам и соответствию доходов и расходов.

На результаты работы компаний влияют два фактора: внешний, рыночный, который проявляется в увеличении (снижении) оборотов, выручки и прибыли до налогообложения, и внутренний – эффективность работы компании и организация бизнеса в целом, что проявляется в скорости оборота капитала (скорость возврата денег от реализации товаров, работ, услуг).

Рассмотрим наиболее важные показатели финансовых результатов деятельности АО «Рязанский радиозавод» и АО «Тамбовский завод «Октябрь» на основании данных годовой бухгалтерской отчетности за 2015 г. (таблицы 1–4).

Отметим, что при исчислении чистой прибыли (убытка) отчетного периода из отчетов о финансовых результатах нами для упрощения были исключены постоянные налоговые обязательства (активы), изменение отложенных налоговых обязательств, изменения отложенных налоговых активов.

Таблица 1.

Основные показатели горизонтального анализа отчета о финансовых результатах АО «Рязанский радиозавод»

Table 1.

Key indicators of horizontal analysis statement of financial performance of JSC "Ryazan radio factory"

Показатель / Index	Абсолютные величины / The absolute value of the		Изменение / Change	
	Отчетный период 2015 г. тыс. руб. Accounting period 2015, thousand RUB	Предыдущий период 2014 г. тыс. руб. The previous period of 2014, thousand RUB	тыс. руб. thousand RUB	%
Выручка / Revenue	5039890	3934038	+1105852	+28,11
Себестоимость продаж / Cost of sales	(4708325)	(3616200)	+1092125	+30,2
Валовая прибыль / Gross profit	331565	317838	+13727	+4,32
Коммерческие расходы / Business expenses	(5175)	(3229)	+1946	+60,27
Прибыль (убыток) от продаж / Profit (loss) from sales	326390	314609	+11781	+3,74
Прочие доходы / Other income	88615	116649	-28034	-24,03
Прочие расходы / Other income	(150154)	(89636)	+60518	+67,52
Прибыль (убыток) до налогообложения Profit (loss) before tax	264851	341622	-76771	-22,47
Текущий налог на прибыль / Current income tax	(43156)	(58972)	-15816	-26,82
Чистая прибыль (убыток) / Net income (loss)	210483	266432	-55949	-21,0

Таблица 2.

Основные показатели вертикального анализа отчета о финансовых результатах АО «Рязанский радиозавод»

Table 2.

Key indicators vertical analysis statement of financial performance of JSC “Ryazan radio factory”

Показатель / Index	Отчетный период 2015 г. тыс. руб. Accounting period 2015, thousand RUB	Предыдущий период 2014 г. тыс. руб. The previous period of 2014, thousand RUB	Отклонения отчетного года от показателей предыдущего года ± Deviation reporting year from that of the pre-previous year ±
Прибыль (убыток) до налогообложения Profit (loss) before tax	100	100	×
Валовая прибыль / Gross profit	125,19	93,04	+32,15
Прибыль (убыток) от продаж / Profit (loss) before tax	123,24	92,09	+31,15
Прибыль (убыток) от прочей деятельности Profit (loss) from other activities	-23,24	7,91	-31,15
Чистая прибыль (убыток) / Net income (loss)	79,47	77,99	+1,48

Таблица 3.

Основные показатели горизонтального анализа отчета о финансовых результатах АО «Тамбовский завод «Октябрь»

Table 3.

Key indicators of horizontal analysis statement of financial performance of JSC "Tambov plant 'Oktyabr'"

Показатель / Index	Абсолютные величины / The absolute value of the		Отклонения / Deviations	
	Отчетный период 2015 г. тыс. руб. Accounting period 2015, thousand RUB	Предыдущий период 2014 г. тыс. руб. The previous period of 2014, thousand RUB	тыс. руб. thousand RUB	%
Выручка / Gross profit	5979924	5126800	+853124	+16,64
Себестоимость продаж / Cost of sales	(5658130)	(4845489)	+812641	+16,77
Валовая прибыль / Gross profit	321794	281311	+40483	+14,39
Коммерческие расходы / Business expenses	(13442)	(5797)	+7645	+131,88
Прибыль (убыток) от продаж / Profit (loss) from sales	308352	275514	+32838	+11,92
Прочие доходы / Other income	642893	512004	+130889	+25,56
Прочие расходы / Other expenses	(617777)	(551304)	+66473	+12,06
Прибыль (убыток) до налогообложения Profit before tax	333468	236214	+97254	+41,17
Текущий налог на прибыль / Current income tax	(68651)	(52808)	+15843	+30,0
Чистая прибыль (убыток) / Net income (loss)	257810	178589	+79221	+44,36

Таблица 4.

Основные показатели вертикального анализа отчета о финансовых результатах АО «Тамбовский завод «Октябрь»

Table 4.

Key indicators vertical analysis statement of financial performance of JSC "Tambov plant 'Oktyabr'"

Показатель / Index	Отчетный период Accounting period 2015, %	Предыдущий период The previous period 2014, %	Отклонения отчетного года от предыдущего года ± Deviation reporting year from previous year ±
Прибыль (убыток) до налогообложения / Profit (loss) before tax	100	100	×
Валовая прибыль / Gross profit	96,5	119,09	-22,59
Прибыль (убыток) от продаж / Profit (loss) from sales	92,47	116,64	-24,17
Прибыль (убыток) от прочей деятельности / Profit (loss) from other activity	7,53	-16,64	+24,17
Чистая прибыль (убыток) / Net income (loss)	77,31	75,6	+1,71

Как видно из приведенных выше данных, положительными изменениями отчетного периода являются рост выручки от продаж на 28,11% и рост валовой прибыли на 4, 32% относительно аналогичных показателей предыдущего года. В то же время рост себестоимости продаж составил 30,2% и опережает темп роста выручки в 1,07 раза, что одновременно занизило валовую прибыль на 2,09% (30,2–28,11). Существенно возросли коммерческие расходы на 60,27%, т. е. расходы на продажу (на затаривание, упаковку изделий, доставку на станцию, погрузку и т. д.), что повлияло на величину прибыли от продаж, которая уменьшилась на 0,58% (4,32–3,74). Наиболее существенно на размер прибыли до налогообложения, которая уменьшилась на 18,73% (3,74–22,47) оказало отрицательное сальдо прочих доходов и расходов, т. к. прочие доходы уменьшились на 24,03%, а расходы возросли на 67,52% в основном за счет уплаты процентов за пользование кредитом.

Все вышеизложенное сказалось на показателе чистой прибыли, которая в сравнении с показателями предыдущего года уменьшилась как в абсолютном, так и в процентном отношении. Аналогичные выводы можно сделать, рассматривая изменения в структуре прибыли, выявленные методом вертикального анализа. Так за предыдущий год прибыль до налогообложения на 92,09% состоит из прибыли от продаж и на 7,91% состоит из прибыли от прочей деятельности (92,09 + 7,91 = 100), а за отчетный год на 123,24% состоит из прибыли от продаж и на -23,24% от убытка от прочей деятельности (123,24 – 23,24 = 100).

Таким образом, экономический итог деятельности предприятия за отчетный период ухудшился главным образом за счет увеличения коммерческих и прочих расходов, что предполагает принятие необходимых мер по повышению эффективности работы организации в целом и ее отдельных подразделений.

При рассмотрении показателей второго предприятия можно также отметить положительные и отрицательные изменения. Так, у предприятия произошло увеличение выручки на 16,64%, валовой прибыли на 14,39%, прибыли от продаж на 11,92%, прибыли до налогообложения на 41,17% и чистой прибыли на 44,36%, что свидетельствует об эффективной работе предприятия по обеспечению устойчивого роста собственного капитала. В то же время темпы

роста себестоимости продаж, хоть незначительно, но превышают темпы роста выручки от продаж, что привело к недополучению валовой прибыли на 0,13% (16,77–16,64), а увеличение коммерческих расходов на 131, 88% привело к уменьшению прибыли от продаж на 2,47% (14,39–11,92). За отчетный период опережающими темпами росли прочие доходы – на 25,56%, а прочие расходы на 12,06%, что обусловило получение прибыли от прочей деятельности.

Подобные выводы можно сделать и на основании данных вертикального анализа. Так, в предыдущем периоде прибыль до налогообложения на 116,64% была сформирована за счет прибыли от продаж и на -16,64% за счет убытка от прочей деятельности (116,64 – 16,64 = 100), а в отчетном периоде доли составили: 92,47% от продаж и 7,53% от прочей деятельности (92,47 + 7,53 = 100), что является значительным улучшение структуры показателей прибыли. В целом показатели второго анализируемого предприятия представляются более предпочтительными, чем первого. В любом случае первому и второму предприятию необходимо самостоятельно проанализировать расходы и доходы от обычной, инвестиционной и финансовой деятельности для дальнейшего успешного развития.

ЛИТЕРАТУРА

1 Падалкин В.Ю., Воронцова Е.И. Формирование механизмов устойчивого развития интегрированных структур. Воронеж, Изд-во: «Цифровая полиграфия», 2014. 181 с.

2 Падалкин В.Ю. Глобальная экономика. Энциклопедия. М.: Финансы и статистика, 2011. 920 с.

3 Шеремет А.Д., Ионова А.Ф. Финансы предприятий: менеджмент и анализ. М.: ИНФА-М, 2004. 538 с.

4 Годовая бухгалтерская отчетность ИС АО «Концерн «Созвездие» за 2015 г.

5 Polyanin A.V., Popova O.V., Dokukina I.A. The use of criterion-oriented approach for evaluation of economic efficiency of agricultural organization's business activity// Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2016. V. 56. №8. P. 145-151.

6 Polyanin A.V., Dokukina I.A. Implementation of strategic management in agricultural organizations: problems and prospects // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2016. V. 55. №7. P. 54-61.

7 Bobrova E.A. The methodology for development of «costs» category in the management mechanism of agricultural economic sector // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2016. V. 56. №8. P. 181-191.

8 Неуймин С.К., Неуймин Д.С., Социально-экономический каркас территории региона: расчет и анализ // Биотика. 2015. V. 7. №6. P. 226-231.

9 Саликов Ю.А., Кулдошина Е.О. Анализ инновационной среды промышленного предприятия // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2016. № 1 (67). С. 233-236.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Александр И. Хорев д. э. н., профессор, кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, al.khorev@gmail.com

Виталий Ю. Падалкин д. э. н., профессор, советник генерального директора, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, padalkin@sozvezdie.su

Алексей М. Прыгунков к. э. н., заместитель главного бухгалтера, АО «Концерн «Созвездие», г. Воронеж, ул. Плехановская, 14, Россия, prygunkov@sozvezdie.su

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Виталий Ю. Падалкин обзор литературных источников
Александр И. Хорев консультация в ходе исследования
Алексей М. Прыгунков несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 20.07.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 18.08.2016

REFERENCES

1 Padalkin V. Yu., Vorontsova E. I. Flormirovanie mekhanizmov ustoichivogo razvitiya integrirovannykh struktur [Formation of mechanisms of a sustainable development of integrated structures] Voronezh, Tsifrovaya poligrafiya, 2014. 181 p. (in Russian)

2 Padalkin V. Yu. Global'naya ekonomika [Global economy. Encyclopedia] Moscow, Finansy i statistika, 2011. 920 p. (in Russian)

3 Sheremet A. D., Ionova A. F. Finansy predpriyatii: menedzhment i analiz [Finance of enterprises: management and analysis] Moscow, INFA-M, 2004. 538 p. (in Russian)

4 Godovaya bukhgalterskaya otchetnost' AO Kontsern "Sozvezdie" [Annual financial statements IP is JSC "Concern 'Sozvezdie'" for 2015]. (in Russian)

5 Polyanin A.V., Popova O.V., Dokukina I.A. The use of criterion-oriented approach for evaluation of economic efficiency of agricultural organization's business activity. Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences, 2016, vol. 56, no. 8, pp. 145-151.

6 Polyanin A.V., Dokukina I.A. Implementation of strategic management in agricultural organizations: problems and prospects. Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences, 2016, vol. 55, no. 7, pp. 54-61.

7 Bobrova E.A. The methodology for development of «costs» category in the management mechanism of agricultural economic sector. Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences, 2016, vol. 56, no. 8, pp. 181-191.

8 Neuimin S. K., Neuimin D. S. Socio-economic framework of the region: the calculation and analysis. Biotika. [Biotics] 2015, vol. 7, no. 6, pp. 226-231. (in Russian)

9 Salikov Yu. A., Kuldoshina E. O. Analysis of the innovative environment of the industrial enterprise. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of Voronezh state University of engineering technologies] 2016, no. 1 (67), pp. 233-236. (in Russian)

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Aleksandr I. Khorev doctor of economic sciences, professor, economic security and financial monitoring department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, al.khorev@gmail.com

Vitalii Yu. Padalkin doctor of economic sciences, professor, economic security and financial monitoring department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, padalkin@sozvezdie.su

Aleksei M. Prygunkov candidate of economic sciences, chief accountant's assistant, JSC "Concern "Sozvezdie", Plekhanovskaya Str., 14, Voronezh, Russia, prygunkov@sozvezdie.su

CONTRIBUTION

Vitalii Yu. Padalkin review of the literature
Aleksandr I. Khorev consultation during the study
Aleksei M. Prygunkov is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 7.20.2016

ACCEPTED 8.18.2016

Оригинальная статья/Original article

УДК 338.24.01

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-389-394

Модель устойчивого социально-экономического развития народного хозяйства

Ольга А. Кальченко [1] o.kaltchenko@mail.ru

[1] Международная Высшая Школа Управления, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Гражданский проспект, 28/А, Санкт-Петербург, 195220, Россия

Реферат. Согласно новой «Стратегии национальной безопасности Российской Федерации», устойчивое социально-экономическое развитие является основой национальной безопасности народного хозяйства. Рассмотрена концептуальная модель устойчивого развития ООН. Изложена точка зрения основателя «Римского клуба» Аурелио Печчеи о том, что мир можно представить взаимосвязанными, но достаточно устойчивыми элементами: Природа, Человек, Общество, основанная на науке Техника (начало 1980-х годов). На сегодняшний день, устойчивое социально-экономическое развитие народного хозяйства определяют: Природа, Человек, Общество, Технологии, Экономика и Инфраструктура. В подтверждение данного мнения приведены высказывания ведущих ученых, политиков, представителей бизнеса: А. Аганбегяна, М. Фридмана, В. Сидорова, В. Иноземцева, Г.Грефа. Предложена авторская модель устойчивого социально-экономического развития народного хозяйства. Представлено положение России по данным отчета «2016 Global R&D Funding Forecast», составленным известным научным изданием «R&DMagazine». Представлена авторская классификация групп показателей российских и зарубежных статистических сборников (Российский статистический ежегодник, IRI, R&D Magazine, International Monetary Fund, World Bank, CIA Factbook, OECD) по элементам комплексной системы устойчивого социально-экономического развития народного хозяйства. Предложено осуществление агрегирования частных показателей в интегральный индекс по каждой группе и по их совокупности в целом. По каждому частному показателю предполагается разработка трех уровней пороговых значений (допустимых, предельных и критических) для обеспечения устойчивого социально-экономического развития и безопасности народного хозяйства. Поскольку инновации являются ключевым механизмом обеспечения концепции устойчивого социально-экономического развития народного хозяйства в новом технологическом укладе постиндустриальной экономики, необходимо инновационное развитие всех элементов предложенной комплексной системы.

Ключевые слова: устойчивое развитие, безопасность, экономика знаний, исследования и разработки, наука и технологии, инновации, элементы комплексной системы, социально-экономическое развитие, народное хозяйство, социальная среда, экономическая среда, природа, человек, общество, технологии, экономика, инфраструктура

The model of sustainable socio-economic development of the national economy

Kalchenko O. A. [1] o.kaltchenko@mail.ru

[1] International Graduate School of Management, Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, Grazhdanskiy av., 28/A, Saint-Petersburg, 195220, Russia

Summary. According to the new "National security strategy of the Russian Federation, sustainable socio-economic development is the basis of national economic security. UN conceptual model of sustainable development is considered. The “Club of Rome” founder’s Aurelio Peccei point of view that world could be presented by interrelated but sufficiently stable elements: Nature, Man, Society, science-based Technique is mentioned (early 1980s). Today, sustainable socio-economic development of the national economy is determined by: Nature, Man, Society, Technology, Economy and Infrastructure. To support this opinion, statements of leading scientists, politicians, business representatives are given: A. Aganbegian, M. Friedman, V. Sidorov, V. Inozemtsev, G. Gref. The author's model of sustainable socio-economic development of the national economy is presented. The position of Russia according to the “2016 Global R&D Funding Forecast”, compiled by well-known scientific periodical “R&DMagazine” is presented. Classification of indicators groups, taken from the Russian and foreign statistical data books (Russian Statistical Yearbook, IRI, R&D Magazine, International Monetary Fund, World Bank, CIA Factbook, OECD), according to the elements of an integrated system of sustainable socio-economic development of the national economy is given. Implementation aggregating partial indices into an integrated index for each group and their population as a whole is proposed. For each private indicator is proposed to develop three levels of threshold values (acceptable, marginal and critical) for sustainable socio-economic development of the national economy and security. Since innovation is a key mechanism for the concept of sustainable socio-economic development of the national economy in a new tenor of technology, the need for innovative development of all elements of the proposed integrated system is required.

Keywords: sustainable development, safety, knowledge economy, research and development, science and technology, innovation, elements of a complex system, socio-economic development, national economy, social environment, economic environment, nature, man, society, technology, economy, infrastructure

Введение

Согласно новой «Стратегии национальной безопасности Российской Федерации», утвержденной Указом Президента РФ от 31.12.2015 № 683, устойчивое социально-экономическое развитие является основой национальной безопасности народного хозяйства [1]. На конференции Организации Объединенных Наций (ООН) по устойчивому развитию 2012 г., также известной под названием «Рио+20» [2], была представлена концептуальная модель устойчивого развития (рисунок 1).

Однако еще в начале 1980-х годов основатель «Римского клуба» Аурелио Печчеи в своей книге «Человеческие качества» обратил внимание на следующее: «Еще несколько десятилетий назад мир человека можно было – в весьма упрощенном виде, разумеется, – представить тремя взаимосвязанными, но достаточно устойчивыми элементами: Природа, сам Человек и Общество. Теперь в эту человеческую систему властно вошел четвертый и потенциально неуправляемый элемент – основанная на науке Техника» [4].

Для цитирования

Ольга А. Кальченко Модель устойчивого социально-экономического развития народного хозяйства // Вестник ВГУИТ. 2016. № 3. С 389–394. doi:10.20914/2310-1202-2016-3-389-394

For citation

Kalchenko O. A. The model of sustainable socio-economic development of the national economy. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no 3 pp. 389–394 (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2016-3-389-394



Рисунок 1. Концептуальная модель устойчивого развития [3]

Figure 1. The conceptual model of sustainable development

Природа представляет среду обитания, однако она в действительности куда более ранима и уязвима, чем всегда казалось, к тому же и ресурсы ее истощаются с такой же неожиданной скоростью, что это не может не вызывать у людей серьезного беспокойства.

Техника призвана гарантировать безраздельное господство человека как над окружающей его средой, так и над ее ресурсами, однако и она становится все сложнее, требует слишком больших расходов и часто приводит к развитию вредны и побочных эффектов.

Общество представляет собой те рамки, в которых протекают все виды деятельности, однако все ощущают глубокое неудовлетворение, видя царящий в нем беспорядок.

Человек, все его мироощущение, интеллект и поведение, – столь подавлен несметным количеством непрерывно усложняющихся проблем, что начинает приходить в замешательство и теряться.

Доминирующее положение техники было характерно для эпохи индустриального развития. На сегодняшний день, устойчивое социально-экономическое развитие народного хозяйства определяют, также, технологии, охватывающие методы и технику производства; экономика и инфраструктура. Под инфраструктурой понимается как современная физическая инфраструктура (физические объекты инфраструктуры): дороги, аэропорты, логистические центры, города; так и глобальная цифровая инфраструктура (интернет, сотовые сети) для глобальной дистрибуции продуктов. Поэтому, модель устойчивого социально-экономического развития народного хозяйства можно представлять в более расширенном виде (рисунок 2).

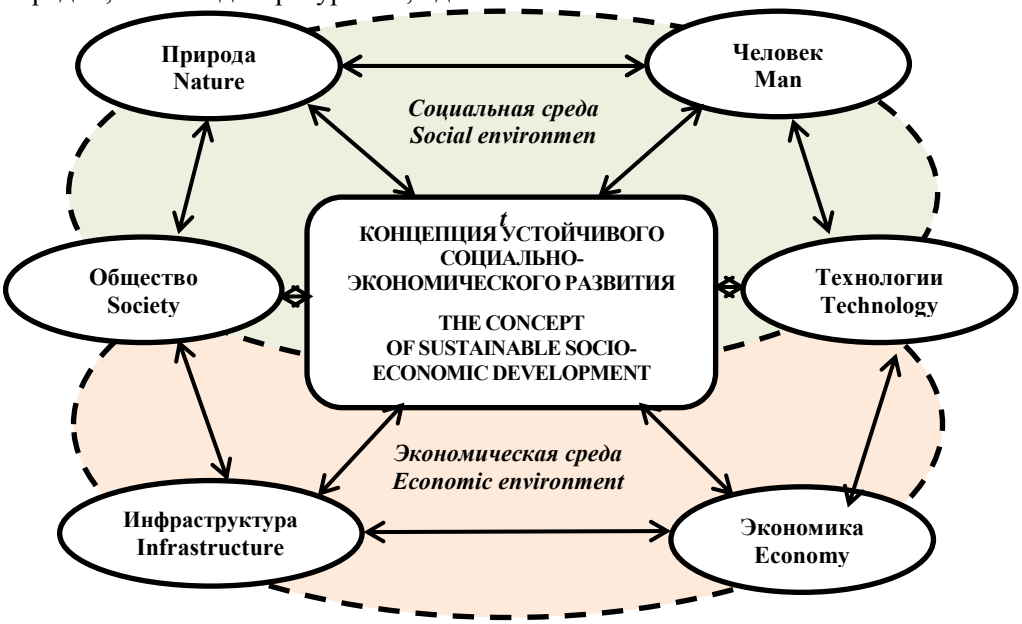


Рисунок 2. Модель устойчивого социально-экономического развития народного хозяйства

Figure 2. The model of sustainable socio-economic development of the national economy

Согласно мнению академика РАН Абела Аганбегяна [5], в современную эпоху постиндустриального развития, главный источник развития – вложения в человеческий капитал, прежде всего в его основную составляющую – «экономику знаний». «Экономика знаний» – это образование, научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки (НИОКР), информационные и биотехнологии, здравоохранение. «Экономика знаний» вкладывает в человека знания и развивает компетенции, необходимые для его эффективного труда, который необходим для создания и работы машин и оборудования, зданий и сооружений, которые являются основными фондами для вложения инвестиций.

В развитых странах в последние десятилетия «экономика знаний» росла с темпами в полтора-два раза быстрее ВВП, подтягивая

за собой другие отрасли. В России услуги, включая интеллектуальные, среди которых преобладает торговля (20%) и другие виды услуг, пока вносят лишь 60% в объём ВВП, а «экономике знаний» отводится всего около 15% [5].

Необходимо отметить, что многие ученые называют переход к современному технологическому уровню новым технологическим укладом постиндустриальной экономики, именуемой по-разному: не только экономикой знаний, но и инновационной, информационной и др., способным обеспечить в будущем эффективное развитие экономической системы [6]. Именно за счет исследований и разработок (R&D), науки и технологий (S&T), а следовательно, – инноваций, возможна реализация предложенной концепции устойчивого социально-экономического развития народного хозяйства. Этой точки зрения придерживаются не только представители науки, но и бизнеса, а также политики.

Например, Михаил Фридман, председатель совета директоров LetterOne Holdings и наблюдательного совета «Альфа Групп», в статье «Поколение индиго. Вход свободный» размышляет о том, что «политики и ученые, бизнесмены и философы, брокеры и журналисты говорят об ощущении зыбкости и неустойчивости всего, что казалось прочным и надежным фундаментом бытия, – принципов, ценностей и правил, которое охватывает страны и континенты. Проверенные десятилетиями истины и концепции перестают устраивать современное общество, требуют срочного пересмотра и нового осмысления». «История человеческого общества представляла собой историю борьбы отдельных групп между собой за расширение доступа к природным ресурсам или, проще говоря, за территорию, обладающую такими ресурсами. Территория могла быть привлекательна в силу плодородия почв или выгодного географического положения для морской и сухопутной торговли, могла содержать золото и серебро, минералы и химические элементы, нефть и газ.

На протяжении всей истории, земля была и оставалась главным (хотя и не единственным) источником национального богатства любой страны. Остается таковой и сейчас…». «Страны – лидеры экономического развития стали создавать модели, опирающиеся во многом не на природные ресурсы (собственные или импортируемые), а на существенную долю добавленной стоимости, созданную индустриальным, а впоследствии и постиндустриальным (сервисным) сегментом экономики. Главным источником национального богатства постепенно, но неизбежно будет становиться общественная инфраструктура, создающая питательную среду для реализации потенциала ключевого элемента общественного развития – творческих и интеллектуальных способностей каждого человека» [7].

Василий Сидоров, член совета директоров РЖД, бывший президент МТС, согласен с тезисами о том, что «и текущую, и тем более будущую конкурентоспособность стран все в большей степени будет определять человеческий капитал» [8].

Владислав Иноземцев, директор Центра исследований постиндустриального общества, доктор экономических наук, в статье «Есть ли жизнь после ВВП?» указывает, что «ВВП страны может снижаться, однако уровень и качество жизни ее граждан вырастет. ВВП как показатель становится бессмысленным в новых условиях, ориентация на него задает ложный выбор. Предлагались альтернативы ВВП в виде индексов благосостояния (ISEW) или уровня счастья (HPI). ВВП как важнейший индикатор возник в индустриальном обществе, когда показатель добавленной стоимости был важен прежде всего потому, что она составляла в совокупности заработную плату, прибыль и инвестиционный потенциал. Но сегодня, во-первых, наиболее важны инвестиции в человека – а они подчас неотличимы от потребления (и поэтому «экономика знаний» может расти даже при нулевой норме потребления); во-вторых, прибыль как источник дохода собственника компании все чаще заменяется повышением ее стоимости; в-третьих, все большее число высококлассных специалистов работают прежде всего для самореализации и самоутверждения и уже потом для заработка. Богатство необязательно связано с добавленной стоимостью, как это было прежде» [9].

Герман Греф в статье «Любой реформой двигают страх и надежда» придерживается подобного мнения: «Время, в которое мы живем, сильно противоречит всем базовым человеческим предпочтениям: неопределенность и нарастающая скорость изменений – и без того тяжелая для освоения человеческим сознанием – эти два фактора ломают все привычные схемы. Неопределенность во всем, отсутствие якоря, которым можно было бы зацепиться за твердь. Люди изобретают этот якорь, стараются держаться за кажущиеся им важными сущности, но потом приходится отказываться и от них. Сегодня, наверное, две главные вещи, о которых нужно говорить применительно к человеческой жизни и к системе управления, – это скорость и гибкость.

Сегодня в глобальном мире действует такое количество факторов, которые оказывают разнонаправленное воздействие на ситуацию, в том числе макроэкономическую, что предсказывать ее становится просто невозможно. Человек – основа всего, но внутри человека ключевыми должны стать soft skills (все, что является производным от навыков и привычек), эмоциональный интеллект, эмпатия, а также креативность. Другая важная компетенция успешного лидера – problem solving, умение решать нестандартными методами проблемы. Не придумывать процессы, а решать проблемы. Системное мышление становится критическим при переходе в постиндустриальную и инновационную экономику. Collaboration, все, что является частью эмоционального интеллекта, способность к работе в команде, на равных, способность выслушивать чужую точку зрения, принимать ее и т. д.» [10].

По данным отчета «2016 Global R&D Funding Forecast» [11], на Азиатские страны (включающие Китай, Японию, Индию и Южную Корею) сегодня приходится более чем 40% всех глобальных инвестиций в исследования и разработки. Инвестиции Северной Америки составляют менее 30%, Европы – немного более 20%. Северная Америка (и США) и Европа продолжают терять долю глобальных инвестиций в исследования и разработки с каждым годом. Большая часть роста исследований и разработок страны обусловлена ее экономическим ростом, который измеряется ВВП.

Каждый день новостные заголовки пестрят сообщениями о новых достижениях, изобретениях и открытиях. То, в какой стране происходят эти события, больше не имеет никакого значения – они могут произойти где угодно, поскольку информация и технологии сейчас распространяются по всему миру. Большинство глобальных и технологических возможностей сейчас являются общими для всего мира. Возможности исследований и разработок, знания, богатство науки и технологий равны для всего мира.

Китай и другие страны ускоренными темпами создают базовую научную инфраструктуру, равную или превосходящую американской и европейской. Германия и Япония одинаково сильны в автомобильной, экологической и измерительной областях.

Россия занимает восьмое место в общем рейтинге стран, расходующих на исследования и разработки (рисунок 3). Положение России в вышеупомянутом отчете, составленным известным научным изданием «R&DMagazine» охарактеризовано следующим образом: «страна имеет сильную научную и технологическую инфраструктуру и научное лидерство во многих отраслях: авиационно-космической, военной/оборонной, промышленной/производственной и материальной/ресурсной. Россия, однако, имеет политическую инфраструктуру и устремления, которые ограничивают исследования и разработки с момента распада (и ранее) Советского Союза. Ее экономика в смятении на фоне падения цен на нефть и политически мотивированных торговых ограничений со стороны западных стран.

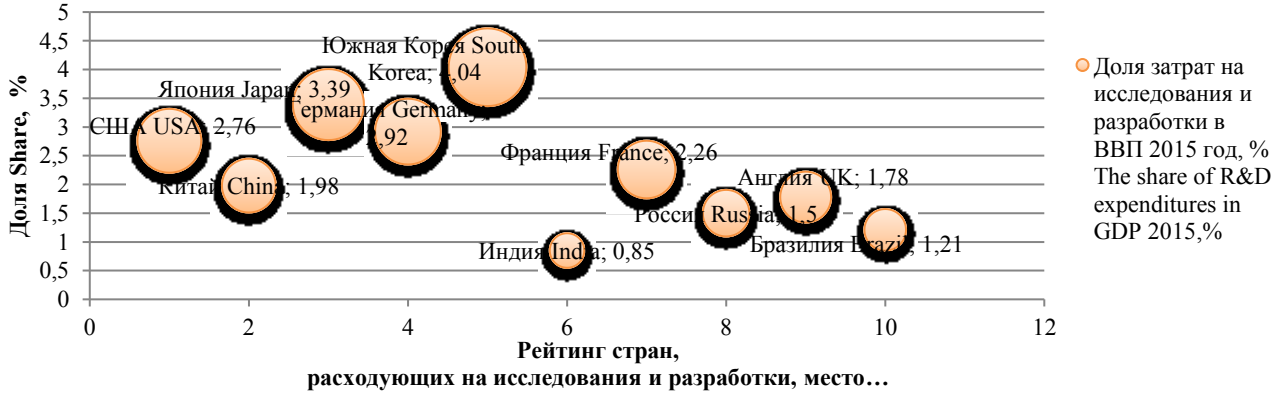


Рисунок 3. Доля затрат на исследования и разработки в ВВП 2015 год, %
*составлена автором по данным 2016 Global R&D Funding Forecast [11]

Figure 3. The share of R&D expenditures in GDP 2015, %
*compiled by the author according to 2016 Global R&D Funding Forecast [11]

Экономика также страдает от высокого уровня коррупции, которая ограничивает рациональное управление и долгосрочные технологические возможности. Возможности ее научного и технологического кадрового обеспечения ухудшились за последние 20 лет, в связи с низкой заработной платой, отсутствием возможностей трудоустройства, падением морального духа и ухудшающейся инфраструктурой исследований и разработок (материалов и оборудования). Проблема заключается в том, что во времена Советского Союза, ученые и инженеры имели

сильное положение в научном и технологическом обществе, традиционно были исследователи, регулярно получающие Нобелевскую премию и способствовавшие усовершенствованию науки и технологий на глобальном уровне. Этого не происходит сейчас и зарубежные организации все чаще неохотно устанавливают партнерские отношения, сотрудничают и работают с российскими научными и технологическими организациями» [11].

В соответствии с моделью устойчивого социально-экономического развития народного хозяйства (рисунок 2), предложена авторская классификация групп показателей по элементам ее комплексной системы. Представленная классификация групп показателей по элементам комплексной системы устойчивого социально-экономического развития народного хозяйства может дополняться и изменяться в зависимости от внутренних и внешних условий.

Классификация групп показателей по элементам комплексной системы устойчивого социально-экономического развития народного хозяйства:

Природа (экологический след и биоемкость):

1. обеспеченность запасами природных ресурсов (традиционных и возобновляемых, реальных и потенциальных) к объему производства, %;
2. сбор зерна, млн тонн;
3. выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных и передвижных источников, млн т;
4. забор воды из природных водных объектов для использования, млрд $м^3$;
5. сброс загрязненных сточных вод, млрд $м^3$;
6. объем отходов производства и потребления, в том числе опасных для природы и человека, млн т;
7. использование и обезвреживание отходов производства и потребления, млн т.

Человек (доступность образования, здравоохранения, безопасность):

1. средняя продолжительность жизни (мужчин и женщин), лет;
2. среднее расчетное количество рождаемости на одну женщину;
3. площадь жилья на одного жителя, кв. м;
4. отношение среднедушевых денежных доходов населения к прожиточному минимуму, раз;
5. охват молодежи образовательными программами среднего профессионального и высшего образования, процентов;
6. численность лиц, которым оказана медицинская помощь амбулаторно и при выездах, млн человек; численность профилактических осмотров населения, подлежащего периодическим осмотрам, тыс. чел.;
7. совершенные преступления, тысяч.

Общество:

1. доля населения с доходами ниже прожиточного минимума во всем населении, %;
2. соотношение 10% высокодоходного и 10% населения с низкими доходами, раз;
3. уровень безработицы по методологии МОТ, %;
4. затраты на здравоохранение, образование и культуру, млрд руб.;
5. отношение средней пенсии к средней заработной плате, %;
6. расходы на выплату пособий и социальную помощь, млн руб.;
7. доля людей трудоспособного возраста, %.

Технологии (уровень, стадия технологического развития):

1. общие расходы на исследования и разработки, млрд долл. США;
2. доля производства машин и оборудования, энергооборудования, оптического оборудования и транспортных средств и оборудования в общем объеме отгруженной продукции и услуг, %;
3. доля инновационной продукции во всей отгруженной продукции, %;
4. экспорт и импорт высокотехнологичной продукции, млн долл. США;
5. разработанные передовые производственные технологии, единиц;
6. выдача и использование патентов, единиц;
7. продолжительность использования передовых производственных технологий, лет.

Экономика (уровень ВВП по ППС):

1. среднегодовые темпы прироста ВВП, %;
2. объем инвестиций в средства производства, предметы труда, млрд руб.;
3. годовой уровень инфляции, %;
4. экспорт и импорт, млн долл. США;
5. профицит (дефицит) консолидированного бюджета, млн руб.;
6. кредиты, депозиты и прочие размещенные средства, предоставленные организациям, физическим лицам и кредитным организациям, млн руб.;
7. денежные расходы и сбережения, млрд руб.

Инфраструктура (развитость и протяженность)

1. эксплуатационная длина путей сообщения общего пользования, тыс. км;
2. грузооборот транспорта по их видам, млрд т-км;
3. объем перевезенных грузов транспортом, млн т;
4. введено новых транспортных коммуникаций по их видам, тыс. км;
5. средний срок эксплуатации транспортных средств, лет;
6. средний возраст транспортных средств по их видам, лет.

В соответствии с правилом применения системного подхода, число компонентов, подчиненных верхнему уровню управления, в зависимости от сложности решаемых задач должно находиться в пределах от 6 до 10. Превышение этого показателя снижает управляемость системы и вес каждого из них в отдельности [12]. Поэтому нами принято, в среднем, 7 показателей по каждой группе элементов комплексной системы устойчивого социально-экономического развития народного хозяйства. Выборка

данных показателей осуществлялась из российских и зарубежных статистических сборников: Российский статистический ежегодник, IRI, R&D Magazine, International Monetary Fund, World Bank, CIA Factbook, OECD.

Предлагается осуществлять агрегирование частных показателей в интегральный индекс по каждой группе и по их совокупности в целом. Для этого в будущих исследованиях предпочтительным, по нашему мнению, является применение теории оптимального агрегирования, разработанной Л. Гурвицем, Е. Малинво, У. Фишером и Дж. Чипмэном и позволяющей уменьшить ошибку агрегирования, под которой понимается расхождение между результатами исходной задачи и результатами агрегированной задачи.

Также, по каждому частному показателю предполагается разработка трех уровней пороговых значений (допустимых, предельных и критических) для обеспечения устойчивого социально-экономического развития и безопасности народного хозяйства.

Заключение

Поскольку инновации являются ключевым механизмом обеспечения концепции устойчивого социально-экономического развития народного хозяйства в новом технологическом укладе постиндустриальной экономики, необходимо инновационное развитие всех элементов предложенной комплексной системы: природы, человека, общества, технологий, экономики, инфраструктуры.

ЛИТЕРАТУРА

1 Стратегия национальной безопасности Российской Федерации. Утверждена Указом Президента Российской Федерации от 31.12.2015. № 683. URL: http://base.garant.ru/71296054/ (дата обращения 29.08.2016).

2 Assembly UN General “The Future we want (Resolution adopted by the General Assembly on 27 July 2012)”. The United Nations, 2012. 53 p.

3 Саммит ООН по устойчивому развитию Рио+20 «Ноосфера XXI века». Бразилия, 2012. URL: https://sustainabledevelopment.un.org/rio20 (дата обращения 29.08.2016).

4 Peccei A. The Human Quality. Elsevier, 2013. 226 p.

5 Аганбегян А. Капитал мозга. Экономику «вытянут» наука и образование. // Еженедельник "Аргументы и Факты". 2016. № 28. URL:http://www.aif.ru/money/opinion/kapital_mozga_ekonomiku_vytyanut_nauka_i_obrazovanie (дата обращения 29.08.2016).

6 Окороков В., Окороков Р. Формирование нового технологического уклада как ключевой механизм эффективности российской экономики // Проблемы теории и практики управления. 2015. № 12. С. 16–22.

7 Фридман М. Поколение индиго. Вход свободный // Forbes. 2016. № 07 (148). С. 16–19.

8 Сидоров В. Есть мнение // Forbes. 2016. № 07 (148). С. 19.

9 Иноземцев В. Есть ли жизнь после ВВП? // Forbes. 2016. № 07 (148). С. 22–23.

10 Греф Г. Любой реформой двигают страх и надежда // Forbes. 2016. № 07 (148). С. 76–83.

11 2016 Global R&D Funding Forecast. A supplement to R&D Magazine. Industrial Research Institute. 2016. 36 p.

12 Правила применения системного подхода URL: http://studopedia.ru/3_200215_pravila-primeneniya-sistemnogo-podhoda.html (дата обращения 29.08.2016).

REFERENCES

1 Strategiya natsionalnoy bezopasnosti Rossiyskoy Federatsii. Utverzhdena Ukazom Prezidenta Rossiyskoy Federatsii № 683 ot 31.12.2015. [The National Security Strategy of the Russian Federation. Approved by Presidential Decree № 683 31 December 2015]. Available at: http://base.garant.ru/71296054/ (accessed 29.08.2016). (in Russian).

2 Assembly UN General “The Future we want (Resolution adopted by the General Assembly on 27 July 2012)”. The United Nations, 2012. 53 p.

3 Sammit OON po ustoichivomu razvitiyu Rio+20 [United Nations Conference on Sustainable Development Rio+20 “Noosphere XXI century”] Brazil, 2012. Available at: https://sustainabledevelopment.un.org/rio20 (accessed 29.08.2016). (in Russian).

4 Peccei A. The Human Quality. Elsevier, 2013. 226 p.

5 Aganbegyan A. Intellectual capital. The economy can be raised by science and education. *Ezhenedelnik “Argumenty i Fakty”* [The weekly “Arguments and Facts”] 2016, no. 28. Available at:http://www.aif.ru/money/opinion/kapital_mozga_ekonomiku_vytyanut_nauka_i_obrazovanie (accessed 29.08.2016). (in Russian).

6 Okorokov V., Okorokov R. The New Technological Mode Formation as Key Mechanism of Russian Economic Efficiency. *Problemyi teorii i praktiki upravleniya.* [Economic policy: strategy and tactics] 2015, no 12, pp.16–22. (in Russian).

7 Fridman M. Generation Indigo. Admission is free. *Forbes.* [Forbes] 2016, no. 07 (148), pp. 16–19. (in Russian).

8 Sidorov V. There is an opinion. *Forbes*. [Forbes] 2016, no. 07 (148), pp. 19. (In Russ.).

9 Inozemtsev V. Is there life after the GDP? *Forbes*. [Forbes] 2016, no. 07 (148), pp. 22–23. (in Russian).

10 Gref G. Any reform is driven by fear and hope. *Forbes*. [Forbes] 2016, no. 07 (148), pp. 76–83. (in Russian).

11 2016 Global R&D Funding Forecast. A supplement to R&D Magazine. Industrial Research Institute. 2016. 36 p.

12 Pravila primeneniya sistemnogo podhoda [Rules of system approach application]. Available at: http://studopedia.ru/3_200215_pravila-primeneniya-sistemnogo-podhoda.html (accessed 29.08.2016). (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Ольга А. Кальченко к. э. н., доцент, Международная Высшая Школа Управления, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Гражданский пр-т, 28А, Санкт-Петербург, 195220, Россия, o.kaltchenko@mail.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Olga A. Kalchenko candidate of economical science, associate professor, International Graduate School of Management, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Grazhdanskiy av., 28/A, Saint-Petersburg, 195220, Russia, o.kaltchenko@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Ольга А. Кальченко написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несет ответственность за плагиат

CONTRIBUTION

Olga A. Kalchenko 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 30.06.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 22.08.2016

RECEIVED 6.30.2016

ACCEPTED 8.22.2016

Оригинальная статья/Original article

УДК 332.1

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-395-400

Оценка эффективности использования основных производственных фондов оборонных предприятий (на примере АО «Концерн “Созвездие”»)

Александр И. Хорев , [1] al.khorev@gmail.com
Виталий Ю. Падалкин, [1] padalkin@sozvezdie.su
Алексей М. Прыгунков [2] prygunkov@sozvezdie.su
Анатолий М. Букреев [3] econom@govvrn.ru

[1] кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия
[2] АО «Концерн “Созвездие”», г. Воронеж, ул. Плехановская, 14, Россия
[3] Департамент экономического развития Воронежской области, г. Воронеж, площадь Ленина, 1, 394018, Россия

Реферат. В настоящее время проблема обеспечения устойчивого развития предприятий российского оборонно-промышленного комплекса имеет не только военное, но важное экономическое значение. В статье приводится анализ наличия, объема, состава и структуры основных производственных фондов АО «Концерн “Созвездие”» за 2013–2015 гг. и анализ эффективности использования основных производственных фондов в АО «Концерн “Созвездие”» за 2013–2015 гг. АО «Концерном “Созвездие”» утверждена программа инновационного развития и технологического перевооружения, целью разработки которой является обоснованный выбор перечня и содержания мероприятий, реализация которых должна обеспечить развитие Концерна как научно-производственной социально-экономической системы – целостного субъекта хозяйственной деятельности. Оценка динамики основных производственных фондов показала, что обеспеченность АО «Концерн “Созвездие”» ОПФ за 2013–2015 гг. возросла на 89,81%. Степень обновления производственных фондов за расчетный период составила 50,7%. Анализ эффективности использования основных производственных фондов в АО «Концерн “Созвездие”» показал, что на каждый 1% прироста выручки основные средства прирастали на 0,65%. Показатель фондоемкости уменьшился на 18,2%. Оценка эффективности использования основных производственных фондов АО »Концерн “Созвездие”» показала, что общее техническое перевооружение научно-технологической, лабораторно-испытательной и производственно-технологической базы предприятий Концерна направлено на создание производственных мощностей для обеспечения серийного производства перспективных образцов вооружения, военной и специальной техники в рамках выполнения ГОЗ, как основного вида деятельности большинства предприятий Концерна, а также реконструкцию, расширение и создание производств для выпуска инновационной гражданской продукции.

Ключевые слова: инновационное и технологическое развитие, основные производственные фонды, фондоотдача, фондовооруженность, производительность труда, оборонно-промышленный комплекс

Evaluating the effectiveness of the use of fixed assets defense enterprises (by the example of JSC “Concern ‘Sozvezdie’”)

Aleksandr I. Khorev, [1] al.khorev@gmail.com
Vitalii Yu. Padalkin, [1] padalkin@sozvezdie.su
Aleksei M. Prygunkov [2] prygunkov@sozvezdie.su
Anatolii M. Bukreev [3] econom@govvrn.ru

[1] economic security and financial monitoring department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia
[2] JSC “Concern ‘Sozvezdie’”, Plekhanovskaya Str., 14, Voronezh, Russia
[3] The Economic Development Department of the Voronezh region, Voronezh, Lenin Square, 1, 394018, Russia

Summary. Currently, the problem of sustainable development of enterprises of the Russian military-industrial complex has not only military, but economic importance. The article provides an analysis of the availability, scope, composition and structure of the basic production assets of JSC "Concern "Sozvezdie" for 2013-2015, and analysis of efficiency of use of the basic production assets in JSC "Concern "Sozvezdie" for 2013-2015. JSC "Concern "Sozvezdie" JSC approved the program of innovative development and technological modernization, the development objective of which is the proved choice of the list and content of activities, the implementation of which should ensure the development of the Concern as a scientific and industrial socio-economic system – a holistic entity. Assessment of the dynamics of the basic production assets has shown that the security of JSC "Concern "Sozvezdie" OPF for 2013-2015 increased by 89,81%. The degree of updating of production assets during the period was 50.7%. The analysis of the efficiency of the basic production assets in JSC "Concern "Sozvezdie" has shown that for every 1% increase in revenue major funds have grown by 0.65%. The rate of fondamenti decreased by 18.2%. The assessment of efficiency of use of the basic production assets of JSC "Concern "Sozvezdie" shows that the total technical re-equipment of scientific and technological, testing and production and technological base of the enterprises of the Concern is directed on creation of production capacities to ensure serial production of advanced weapons, military and special equipment in the framework of the state defense order, as the main activity of the majority of the companies of the Group, and reconstruction, the expansion and creation of production to the production of innovative civilian products.

Keywords: innovation and technological development, fixed assets, capital productivity, capital-labor ratio, labor productivity, the military-industrial complex

Введение

В настоящее время проблема обеспечения устойчивого развития предприятий российского оборонно-промышленного комплекса (ОПК) имеет не только военное, но и важное экономическое значение. В условиях реализации приоритетной государственной политики по превращению потенциала оборонно-промышленного комплекса в поддерживаемый государством инновационный ресурс, в углубление военно-гражданской интеграции и приоритетное развитие системообразующих интегрированных структур, исследование

Для цитирования
Хорев А.И., Падалкин В.Ю., Прыгунков А.М. Оценка эффективности использования основных производственных фондов оборонных предприятий (на примере АО «Концерн «Созвездие») // Вестник ВГУИТ. 2016. № 3. С. 395–400. doi:10.20914/2310-1202-2016-3-395-400

For citation
Khorev A. I., Padalkin V. Yu., Prygunkov A. M. Evaluating the effectiveness of the use of fixed assets defense enterprises (by the example of JSC “Concern ‘Sozvezdie’”). *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 3. pp. 395–400. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-3-395-400

проблем управления модернизацией предприятий ОПК России выступает одним из наиболее значимых направлений разработки теоретических основ эффективного развития промышленности для достижения информационно-технологической интеграции национальных оборонных ресурсов и систем их воспроизводства.

В рамках перехода экономики России на инновационный путь развития, основной задачей предприятий ОПК является значительное улучшение основных показателей эффективности внутренних бизнес-процессов, направленных на разработку и внедрение новых технологий; разработку, производство и вывод на рынок новых инновационных продуктов и услуг, соответствующих мировому уровню или превосходящих его, а также содействие модернизации и технологическому развитию.

В этой связи АО «Концерном «Созвездие» утверждена программа инновационного развития и технологического перевооружения (далее – Программа), целью разработки которой, является обоснованный выбор перечня и содержания мероприятий, реализация которых должна обеспечить развитие Концерна как научно-производственной социально-экономической системы – целостного субъекта хозяйственной деятельности.

В качестве одной из задач реализации поставленной цели выступает проведение технологической модернизации (технического перевооружения) предприятий Концерна в интересах обеспечения производства инновационной продукции, внедрения новейших технологий, повышения эффективности производства, снижения энергозатрат и повышения производительности труда, на базе передовых управленческих технологий и информационных систем управления бизнес-процессами и качеством продукции;

Исходя из этого, для реализации стратегических целей и задач, анализ эффективности использования активов Концерна в том числе и основных производственных фондов, является тем фактором, который оказывает непосредственное влияние на финансовое состояние предприятия – его платежеспособность и ликвидность, величину дохода, рентабельность деятельности.

Оценка динамики основных производственных фондов (ОПФ) показала, что обеспеченность АО «Концерн “Созвездие”» ОПФ за 2013–2015 гг. возросла на 89,81% (таблица 1). Прирост обеспечен вводом в эксплуатацию и модернизацией основных фондов, преимущественно по группе измерительные и регулирующие приборы (759 370 тыс. руб.). Техническое обновление производства за рассматриваемый период по рабочим машинам и станочному оборудованию произведено на сумму 444 006 тыс. руб. Прирост средств вычислительной техники на сумму 105 782 тыс. руб. связан с необходимостью обновления и модернизации серверного оборудования. Важно отметить, что данные классификационные группы представляют собой активную часть ОПФ, которые непосредственно участвуют в управлении производственными и технологическими процессами на основе проведения испытаний и исследований.

Капитальные вложения на производственную реконструкцию помещений и инженерных коммуникаций 2013–2015 гг. составили 93 746 тыс. руб.

Структура основных производственных фондов организации выглядит следующим образом. За анализируемый период удельный вес по группе Здания и Сооружения уменьшился на 16,93% и 0,53%, по группе Транспортные средства – на 2,08%. Анализ наличия и движения ОПФ в разрезе остальных классификационных групп (Производственный и хозяйственный инвентарь, Прочие виды ОС, Земельные участки) показал снижение их удельного веса менее чем на 1%. Отмеченная тенденция связана с существенным увеличением стоимости в структуре ОПФ по группе Машины и оборудование. В связи с чем, удельный вес группы за 2013–2015 гг. увеличился на 21,51% и составил на 01.01.2016 г. 62,39%.

За рассматриваемый период техническое обновление производственных фондов осуществлялось преимущественно за счет измерительного и регулирующего оборудования, а также станочного оборудования с высоким уровнем производительности и ресурсосберегающими технологиями.

Оценка динамики состояния и движения производственных фондов АО «Концерн “Созвездие”» показала уровень их годности по состоянию на 01.01.2016 г. – 64%, что на 4% меньше уровня показателя на начало исследуемого периода (таблица 2). В наибольшей степени данная тенденция связана с направление новых фондов преимущественно на замену устаревших по группе вычислительная техника, транспортные средства и производственный и хозяйственный инвентарь. Отмеченные выводы подтверждает наибольшее значение коэффициента выбытия по данным группам. В свою очередь обновление ОПФ осуществляется более низкими темпами по сравнению с приростом амортизационных начислений.

Таблица 1.

Анализ наличия, объема, состава и структуры основных производственных фондов АО «Концерн “Созвездие”» за 2013–2015 гг.

Table 1.

Analysis of the availability, scope, composition and structure of the basic production assets of JSC "Concern" Sozvezdie "for 2013–2015

Группы ОС OS Groups	Первоначальная стоимость на 01.01.13 Cost at 01/01/13	Уд. вес, % Sp. weight,%	Увеличение стоимости ОПФ за 2013–2015 гг. The increase in value of fixed assets for the years 2013-2015 years.				Стоимость выбывших ОПФ The cost of basic production assets disposed	Уд. вес, % Sp. weight,%	Первоначальная стоимость на 01.01.16 Cost at 01/01/16	Уд. вес, % Sp. weight,%	Изменение уд. веса Change sp. weight		Темп прироста ОПФ, % The growth rate of fixed assets,%
			ввод в эксплуатацию commissioning	модернизация modernization	реконструкция reconstruction	Всего Total					тыс. руб.	%	
Здания Building	718 600	44,06	70 523	–	88 621	159 144	37 562	35,33	840 182	27,13	121 582	-16,93	16,92
Сооружения Structures	41 355	2,54	18 880	–	5 125	24 005	3 174	2,99	62 186	2,01	20 831	-0,53	50,37
Машины и оборудование, всего Machinery and equipment, total	666 831	40,88	1 299 145	10 013	–	1 309 158	44 578	41,93	1 931 411	62,39	1 264 580	21,51	189,64
в том числе: – рабочие машины и оборудование including: – working machines and equipment	337 517	20,70	437 710	6 296	–	444 006	6 799	6,40	774 724	25,03	437 207	4,33	129,54
– измерительная техника –- measuring Technology	212 732	13,04	758 212	1 158	–	759 370	13 117	12,34	958 985	30,98	746 253	17,94	350,79
– вычислительная техника – computer Engineering	116 582	7,15	103 223	2 559	–	105 782	24 662	23,20	197 702	6,39	81 120	-0,76	69,58
Транспортные средства Transportation	73 607	4,51	8 868	236	–	9 104	7 643	7,19	75 068	2,43	1 461	-2,08	1,98
Инструмент Tool	38 903	2,39	50 025	0	–	50 025	5 833	5,49	83 095	2,68	44 192	0,29	113,60
Производственный и хозяйственный инвентарь Production and household accessories	40 701	2,50	18 059	–	–	18 059	3 173	2,99	55 587	1,80	14 886	-0,70	36,57
Прочие виды ОС Other types of operating systems	33 100	2,03	1 400	–	–	1 400	2 837	2,67	31 663	1,02	-1 437	-1,01	-4,34
Земельные участки Land	17 757	1,09	–	–	–	–	1 494	1,41	16 263	0,53	-1 494	-0,56	-8,41
ИТОГО TOTAL	**1 630 854**	**100,0**	**1 466 900**	**10 249**	**93 746**	**1 570 895**	**106 294**	**100,0**	**3 095 455**	**100,0**	**1 464 601**	–	**89,81**

Для связи с редакцией: post@vestnik-vsuet.ru

Таблица 2.

Динамика состояния и движения основных производственных фондов АО »Концерн “Созвездие”» за 2013–2015 гг.

Table 2.

The dynamics of status and movement of fixed assets of JSC "Concern" Sozvezdie " for 2013–2015

Группы ОС / OS Groups	Коэф. выбытия ($К_в$) Disposal ratio (D_r)	Коэф. обновления ($К_{об}$) Disposal updating (D_u)	Коэф. прироста ($К_{пр}$) Disposal rate (Dr)	Коэф. интенсивности обновления ($k_{инт}$) Disposal intensity update (D_{iu})	Коэф. износа ($К_{изн}$) Disposal wear (D_w)	Коэф. годности ($К_{годн}$) Disposal shelf (D_{sh})
Здания / Building	0,052	0,189	0,221	0,236	0,07/0,11	0,93/0,89
Сооружения / Structures	0,077	0,386	0,580	0,132	0,14/0,20	0,86/0,80
Машины и оборудование, всего Machinery and equipment, total	0,067	0,678	1,963	0,034	0,49/0,45	0,51/0,55
в том числе: – рабочие машины и оборудование including: – working machines and equipment	0,020	0,573	1,316	0,015	0,43/0,39	0,57/0,61
– измерительная техника – measuring Technology	0,062	0,792	3,570	0,017	0,45/0,43	0,55/0,57
– вычислительная техника – computer Engineering	0,212	0,535	0,907	0,233	0,77/0,79	0,23/0,21
Транспортные средства Transportation	0,104	0,121	0,124	0,840	0,47/0,73	0,53/0,27
Инструмент / Tool	0,150	0,602	1,286	0,117	0,89/0,73	0,11/0,27
Производственный и хозяйственный инвентарь Production and household accessories	0,078	0,325	0,444	0,176	0,42/0,60	0,58/0,40
Другие виды ОС Other types of operating systems	0,086	0,044	0,042	2,026	0,08/0,17	0,92/0,83
Земельные участки / Land	0,084	–	–	–	–	–
ИТОГО TOTAL	0,065	0,507	0,963	0,068	0,32/0,36	0,68/0,64

Степень обновления производственных фондов за 2013–2015 гг. составила 50,7%. Наибольшую долю введенных основных средств за исследуемый период в общей стоимости основных средств на конец отчетного периода составляет Группа Машины и оборудование – 67,8% и группа Инструменты – 60,2%. Данные анализа также подтверждают превышение темпов ввода основных фондов над темпами их выбытия по всем классификационным группам за исключением группы Квартиры и Техническая литература. Таким образом, обновление ОПФ, за исключением группы вычислительная техника, транспортные средства и производственный и хозяйственный инвентарь, связано в значительной степени с пополнением действующих фондов.

Уровень прироста основных производственных фондов за 2013–2015 гг. составил 96,3% и характеризует соблюдение тенденции, направленной на повышение технологической мощности и расширение производства преимущественно за счет активной части ОПФ.

Анализ эффективности использования основных производственных фондов в АО «Концерн “Созвездие”» (таблица 3) показал, что на каждый 1% прироста выручки основные средства прирастали на 0,65%. Высокая экономическая эффективность использования ОПФ в организации способствовала росту показателя фондоотдачи на 1,47 руб., характеризуя, с одной стороны увеличение выручки (с 9,52 руб. до 10,99 руб.), приходящейся на 1 руб. вложений в производственные фонды, а с другой – экономию затрат для получения необходимого объема продукции. Положительная динамика показателя обеспечена в первую очередь за счет повышения производительности труда на 1 525,07 тыс. руб., в результате рост фондоотдачи составил 5,39 руб. Увеличение фондовооруженности на 101,03 тыс. руб. привело к снижению производительности фондов на 3,92 руб.

В данном случае рост показателя фондовооруженности нельзя рассматривать как отрицательный фактор, т. к. его увеличение обеспечит в дальнейшем повышение доходности организации за счет расширения объемов производства.

Таблица 3.

Анализ эффективности использования основных производственных фондов в АО «Концерн “Созвездие”» за 2013–2015 гг.

Table 3.

Analysis of the efficiency of the use of fixed assets in the JSC “Concern ‘Sozvezdie’” for 2013–2015.

Показатель / Index	2013	2015	Отклонение, (±)	Темп прироста, %
Выручка, тыс. руб. / Revenues, ths. RUR	13 625 949	21 910 638	8 284 689	60,80
Чистая прибыль, тыс. руб. / Net profit, ths. RUR	725 008	1 483 974	758 966	104,68
Среднегодовая остаточная стоимость ОПФ, тыс. руб. The average annual value of fixed assets, ths. RUR	1 431 492	1 994 550	563 058	39,33
Среднегодовая численность работников, чел. Average number of employees, persons	5 056	5 192	136	2,69
Производительность труда за период, тыс. руб. Labour productivity in the period, ths. RUR	2 695,01	4 220,08	1 525,07	56,59
Фондовооруженность, тыс. руб. / Capital-labor ratio, ths. RUR	283,13	384,16	101,03	35,68
Фондоемкость, руб. / Capital ratio, RUR	0,11	0,09	-0,02	-18,18
Фондоотдача, руб. / Capital productivity, RUR	9,52	10,99	1,47	15,44
Изменение фондоотдачи за счет / The change in capital productivity by				
– выручки, руб. / Revenue, RUR			5,79	
– стоимости ОПФ, руб. / The cost of fixed assets, RUR			-4,32	
– производительности труда, руб. / Productivity, RUR			5,39	
– фондовооруженности, руб. / Assets, RUR			-3,92	

Расчетные данные таблицы 3 также позволяют констатировать, что наряду с необходимостью увеличения товарного выпуска в организации потребность в основных фондах снижается, о чем свидетельствует уменьшение показателя фондоемкости на 18,2%.

Оценка эффективности использования основных производственных фондов АО «Концерн “Созвездие”» показала, что общее техническое перевооружение научно-технологической, лабораторно-испытательной и производственно-технологической базы предприятий Концерна направлено на создание производственных мощностей для обеспечения серийного производства перспективных образцов вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ) в рамках выполнения ГОЗ, как основного вида деятельности большинства предприятий Концерна, а также реконструкцию, расширение и создание производств для выпуска инновационной гражданской продукции.

Заключение

В качестве мероприятий по технологической модернизации (техническому перевооружению) предприятий Концерна, направленных на расширение их технологических возможностей, снижение производственных издержек, рост производительности труда и значительное повышение качества выпускаемой продукции следует выделить следующие:

– реконструкцию и техническое перевооружение производственно-технологической базы и испытательной базы;

– внедрение и обеспечение эффективного использования прогрессивного технологического оборудования;

– внедрение ресурсоемких технологий;

– создание производственных мощностей для обеспечения серийного производства перспективных образцов ВВТ и гражданской продукции;

– внедрение промышленных базовых и критических технологий в обеспечение получения современного научно-технического и производственного потенциала;

– использование новых материалов и элементной базы;

– оснащение производств современными контрольно-измерительными приборами;

–создание центров компетенции сборочных, специализированных и агрегатных предприятий, а также специализированных производств

ЛИТЕРАТУРА

1 Анисимов Ю.П., Федорова Н.М. Инновационно-инвестиционная политика научно-производственных комплексов. Воронеж, 2014. 207 с.

2 Программа инновационного развития и технологического перевооружения АО «Концерн “Созвездие”» (утв. Советом директоров ОАО »Концерн “Созвездие”», приказ № 6/10 от 30.06.2011 г.)

3 Polyanin A.V., Popova O.V., Dokukina I.A. The use of criterion-oriented approach for evaluation of economic efficiency of agricultural organization’s business activity // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2016. V. 56. № 8. P. 145-151.

4 Agibalov A.V., Zaporozhtseva L.A., Tkacheva J.V. The concept of formation of economically safe life cycle of agricultural enterprises // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2016. V. 55. № 7. P. 62-71.

5 Golovina T.A., Polyanin A.V., Kokorev K.V. The development of innovative management on the principles of business partnership // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2016. V. 56. № 8. P. 163-170.

6 Zaporozhtseva L.A., Ryabykh M.E. Formation of criteria for effective management of agricultural enterprise // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2016. V. 53. № 5. P. 108-116.

REFERENCES

1 Anisimov Yu. P., Fedorova N. M. Innovatsionno-investitsionnaya politika nauchno-proizvodstvennykh kompleksov [Innovative investment policy of the scientific-industrial complexes] Voronezh, 2014. 207 p. (in Russian)

2 Programma innovatsionnogo razvitiya i tekhnologichekogo perevooruzheniya AO “Kontsern“Sozvesdie”” [Program of innovative development and technological re-equipment of JSC "Concern "Sozvezdie" (app. The Board of Directors of JSC "Concern "Sozvezdie", order No. 6/10 from 30.06.2011)] (in Russian)

3 Polyanin A.V., Popova O.V., Dokukina I.A. The use of criterion-oriented approach for evaluation of economic efficiency of agricultural organization’s business activity. Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences, 2016, vol. 56, no. 8, pp. 145-151.

4 Agibalov A.V., Zaporozhtseva L.A., Tkacheva J.V. The concept of formation of economically safe life cycle of agricultural enterprises. Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences, 2016, vol. 55, no. 7, pp. 62-71.

5 Golovina T.A., Polyanin A.V., Kokorev K.V. The development of innovative management on the principles of business partnership. Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences, 2016, vol. 56, no. 8, pp. 163-170.

6 Zaporozhtseva L.A., Ryabykh M.E. Formation of criteria for effective management of agricultural enterprise. Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences, 2016, vol. 53, no. 5, pp. 108-116.

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

Виталий Ю. Падалкин д. э. н., профессор, советник генерального директора, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, padalkin@sozvezdie.su

Алексей М. Прыгунков к. э. н., заместитель главного бухгалтера, АО «Концерн “Созвездие”», г. Воронеж, ул. Плехановская, 14, Россия, prygunkov@sozvezdie.su

Анатолий М. Букреев д.э.н., руководитель департамента экономического развития Воронежской области, Департамент экономического развития Воронежской области, пл. Ленина, 1, г. Воронеж, 394018, Россия, econom@govvrn.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Aleksandr 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, 394036, Russia, al.khorev@gmail.com

Vitalii Yu. Padalkin doctor of economic sciences, professor, economic security and financial monitoring department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, padalkin@sozvezdie.su

Aleksei M. Prygunkov candidate of economic sciences, chief accountant's assistant, JSC “Concern ‘Sozvezdie’”, Plekhanovskaya Str., 14, Voronezh, Russia, prygunkov@sozvezdie.su

Anatolii M. Bukreev doctor of economic sciences, economic development department of the Voronezh region, Voronezh, Lenin Square, 1, 394018, Russia, econom@govvrn.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Александр И. Хорев, Анатолий М. Букреев консультация в ходе исследования

Виталий Ю. Падалкин обзор литературных источников

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

CONTRIBUTION

Aleksandr I. Khorev, Anatolii M. Bukreev consultation during the study

Vitalii Yu. Padalkin review of the literature

Aleksei M. Prygunkov 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 20.07.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 30.08.2016

RECEIVED 7.20.2016

ACCEPTED 8.30.2016

Оригинальная статья/Original article

УДК 336.64

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-401-403

Краудное финансирование как альтернативный источник финансового обеспечения предприятий малого бизнеса

Никита С. Суворов [1] atikin.2011@mail.ru

[1] кафедра финансов, Байкальский государственный университет, ул. Ленина 11, г. Иркутск, 664003, Россия

Реферат. В статье представлена краткая характеристика значения предприятий малого бизнеса для экономики страны. Приведены основные особенности данной категории предприятий, обоснована актуальность поиска альтернативных форм финансирования для осуществления деятельности в условиях макроэкономической нестабильности. Показано, что в период кризисных явлений в экономике государства приоритетные источники финансирования предприятий малого и среднего бизнеса могут становиться менее доступными. В качестве альтернативных финансовых источников автор предлагает краудное финансирование. Представлены основные формы краудного финансирования, такие как краудфандинг, краудинвестинг и краудлендинг. Рассматривается экономическая сущность каждой из краудных форм. Анализируются данные о величине объемов рынка краудфандинга в разных странах, приводятся барьеры его развития в России. Указаны отличия краудфандинга от благотворительности, приведена классификация краудфандинга в зависимости от типа вознаграждения, предоставляемого инвесторам. Раскрыта сущность каждого из видов. Приведена классификация краудинвестинга в зависимости от типа привлекаемого капитала. Показан общий объем собранных посредством краудинвестинговых платформ средств. Приводится прогнозное значение объемов рынка краудинвестинга в России. Представлена классификация краудлендинга в зависимости от направления финансирования. Рассматриваются основные участники функционирования краудлендинговых платформ, такие как банки, коллекторские агентства и бюро кредитных историй. Автор приводит подробную схему их взаимодействия. Показаны основные особенности осуществления деятельности краудлендинговых платформ, ключевые игроки российского рынка. Указывается средняя величина финансирования посредством данного иструмента. Автор выделяет основные причины неполноценного функционирования краудлендинга в нашей стране по состоянию на сегодняшний день. Представлена авторская позиция в отношении развития краудных форм финансирования для малых предприятий.

Ключевые слова: финансирование, малый бизнес, краудфандинг, краудлендинг, краудинвестинг

Crowdfunding as alternative financial resource for small business

Nikita S. Suvorov [1] atikin.2011@mail.ru

[1] finance department, Baikal state university, Lenin str., 11, Irkutsk, 664003, Russia

Summary.The article presents topical characteristics of small business importance in the economy. The main features of this category of companies are presented, the topicality of searching alternative funding form for functioning in the macroeconomic instability is proved. It shows that in the crisis period of economy priority funding sources might become less affordable. As an alternative the author suggests crowdfunding. The main forms of crowdfunding such as crowdinvesting and crowdlending are presented. The article deals with economic substance of each form of crowdfunding. Worldwide crowdfunding volumes are analyzed; the barriers of Russian development of this phenomenon are presented. The differences between crowdfunding and charity are shown, crowdfunding classification depending on type of rewards is presented. The essence of each type of rewards is revealed. The classification system of crowdinvesting depending on type of capital is shown. The total amount of funds raised by crowdinvesting platforms is presented. Author highlights crowdinvesting volume forecast in Russia. Crowdlending classification depends on financial direction is shown. The main participants of crowdlending process such as banks, credit bureaus and collectors are considered. The author describes detailed scheme of their interaction. The main features and key participants of crowdlending platform functioning are revealed. Average value of crowdlending financing is pointed out by the author. The author distinguishes topical reasons of insufficient functioning of crowdlending platforms in our country. The article presents authors position in regard to the crowdfunding forms of financing for small business.

Keywords: funding, small business, crowdfunding, crowdlending, crowdinvesting

Введение

В большинстве развитых стран субъекты малого и среднего предпринимательства (МСП) являются основой и движущей силой экономики. В России же особый интерес к данной сфере со стороны различного рода экономических субъектов заметно возрос на протяжении последних двух лет, что обусловлено во многом макроэкономической ситуацией. Так в условиях роста инфляции, уменьшения реального размера заработных плат населения, а также потери рабочих мест, реальной альтернативой для граждан становятся предприятия малого и среднего бизнеса. С одной стороны, основной особенностью предприятий данной категории является мобильность, благодаря которой становится возможным сглаживание негативных процессов в сфере занятости населения, создание новых рыночных ниш и точек экономического роста. Также за счет высокой ликвидности капитала становится реальным обеспечение его окупаемости в короткие сроки путем возможного перехода из одной сферы деятельности в другую.

С другой же – субъекты МСП наиболее уязвимы в период экономического кризиса, нестабильной политической ситуации, в связи с чем любые вопросы организации их финансов становятся актуальными, в том числе и вопросы организации процесса их финансирования [1].

Часто именно в периоды кризисных явлений приоритетные финансовые источники предприятий становятся менее доступными. Речь в данном случае идет прежде всего о кредитных ресурсах, привлечение которых имеет ограничения для малых и средних предприятий ввиду отсутствия у них какого-либо залогового имущества для мобилизации процентного капитала. Основной причиной данного процесса является претерпевающая существенные изменения рыночная конъюнктура, увеличение стоимости заемных средств, снижение величины выручки предприятий. Также негативную роль может оказывать и смена ориентиров ведущих банков на рефинансирование внешнего долга крупных компаний. Все вышеперечисленное наиболее остро ставит проблему поиска альтернативных источников финансирования для обеспечения

Для цитирования

Суворов Н. С. Краудное финансирование как альтернативный финансовый источник для предприятий малого бизнеса // Вестник ВГУИТ.2016. № 3. С. 401–403. doi:10.20914/2310-1202-2016-3-401-403

For citation

Suvorov N. S. Crowdfunding as alternative financial resource for small business. *VestnikVSUET*[ProceedingsofVSUET].2016. no. 3.pp. 401–403. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-3-401-403

полноценного функционирования предприятий рассматриваемого сектора. Таковыми вполне могут стать краудные формы финансирования, такие как краудфандинг, краудинвестинг, краудлендинг [2].

Термин «краудфандинг» (от англ. Crowd, что значит «толпа») представляет собой массовую народную форму финансирования, имеющую своей целью поддержание творческих проектов, бизнес-стартапов, бизнеса, а также благотворительных акций посредством различных интернет-платформ [3].

Значительный вклад в развитие научной мысли о краудфандинге внесли главным образом такие зарубежные ученые, как Дж. Хау, И. А. Тян, П. Беллефлемм, Т. Ламберт, Г. А. Хмелева и др.

По последним данным исследований американского консалтингового агентства Massolution в 2015 г. объем мирового рынка краудфандинга увеличился на 167 % по сравнению с 2014 г. и составил порядка 16,2 млн долл. Наибольший рост за указанный период демонстрирует рынок краудфандинга в Азиатском регионе, где увеличение составило 320 % до 3,26 млрд долл. Самый же большой по величине объем демонстрирует Североамериканский регион – 9,46 млрд долл., что не удивительно, ведь первоначально само явление краудного финансирования зародилось в современной форме именно в 2008 г. в США, когда состоялся запуск первой платформы Kickstarter. Российской индустрии краудфандинга при этом около 4 лет. Долгое его становление отчасти можно связать с особенностями менталитета и опытом девяностых годов, когда процветали различные финансовые пирамиды.

Часто краудфандинг ассоциируют с благотворительностью. Самым главным его отличительным признаком является то, что инвесторы обязательно получают взамен определенные привилегии или бонусы в обмен на свои пожертвования. В зависимости от типа вознаграждения, предоставляемого инвесторам, краудфандинг подразделяется на несколько видов. Так, первым является безвозмездный или почти безвозмездный вид. В данном случае инвестор получает вознаграждение в форме благодарности, упоминания на сайте и т. п. Возмездный же заключается в том, что в дальнейшем в случае успеха проекта инвестор получит в качестве вознаграждения сам продукт в определенной форме, т. е. подразумевается, так называемая, пред-продажа ещё нереализованного продукта. И, наконец, при возвратном виде краудфандинга в качестве вознаграждения инвестор может получать как часть собственности компании и дивиденды, так и право принимать непосредственное участие в голосовании на собраниях акционеров. Аналогичная схема отношений с инвесторами применяется в инновационном краудфандинге (или краудинвестинге), но по состоянию на текущий момент данный способ финансирования не может полноценно функционировать в России вследствие отсутствия четкой правовой базы [4].

По своей экономической сущности краудинвестинг является формой коллективного инвестирования, основной целью которой является получение прибыли финансируемого предприятия или определенной части акций в качестве поощрения (привлечение акционерного капитала). Он может осуществляться также и в форме привлечения долгового капитала. Основное отличие заключается в том, что в данном случае краудфандинговая платформа играет роль брокера, авторы проекта являются заемщиками, а спонсоры – кредиторами. В России он является довольно «молодой» частью отрасли краудного финансирования. Так, первые площадки появились только в 2014 г., и менее чем за год общий оборот средств, собранных через платформы, составил около 55 млн руб. По прогнозам аналитиков, в краткосрочной перспективе рынок краудинвестинга продолжит свой рост, однако в настоящее время, данная бизнес-модель только формируется, и по прогнозам консалтингового агентства J'son&Partners, общий объем собранных средств составит $0,5 млрд к 2018 г.

Еще одной разновидностью краудного финансирования, представляющей не меньший интерес для сектора МСП, является краудлендинг. Основное его содержание заключается в интернет-кредитовании физическими лицами компаний или других физических лиц посредством краудлендинговых платформ. Соответственно, существует он в двух основных формах – P2P-кредитование (физические лица) и P2B-кредитование, при котором физические лица осуществляют процесс кредитования субъектов МСП [5].

Немаловажным также является и то, что в процессе функционирования краудлендинговой платформы принимает участие немалое количество различных учреждений, таких как банки, бюро кредитных историй и вышеупомянутые коллекторские агентства. Часто платформы тесно сотрудничают с компаниями–спонсорами, которые непосредственно осуществляют анализ и оценку кредитоспособности заемщиков, взимая соответствующую комиссию за свои услуги. Основная же статья дохода краудлендинговой платформы состоит во взимании процента за предоставление кредитов (рисунок 1).

Основной особенностью краудлендинговых платформ является наличие у заемщика определенного кредитного рейтинга, который присваивается либо самой платформой, либо определенными сторонними экспертами, что определяет в дальнейшем интерес инвесторов к данному заемщику. Следовательно, обе стороны кредитного процесса имеют свои определенные уровни максимального и минимального инвестирования. Непосредственно сами платформы могут предоставлять функцию автоматического инвестирования, что позволяет провести диверсификацию портфеля кредитора

посредством заданной им величины средств равными частями на основе таких ключевых характеристик, как уровень надежности заемщика, ожидаемые сроки кредитования, ожидаемая доходность. Подчеркнем, что ключевые характеристики в данном случае задаются также инвестором. В дополнение ко всему платформой для заемщика может предоставляться и возможность досрочного погашения суммы долга без выплаты процентов. В случае, если задолженность становится просроченной, происходит привлечение коллекторских агентств. Сама платформа обычно не осуществляет работу с просроченной задолженностью. Для предотвращения случаев мошенничества происходит тщательная проверка личности заемщика и его документов [6, 7].

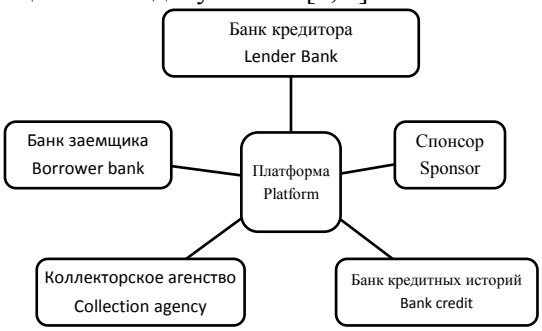


Рисунок 1. Основные участники краудлендинговых платформ.

Figure 1. The main participants of crowdlending platforms.

Ключевыми игроками рынка краудлендинга в России являются такие платформы как WebMoney, Fingoroo, Вдолг и Loanberry. Средняя величина финансирования на данном рынке в нашей стране составляет 15–20 тыс. руб. Как отмечает консалтинговое агентство J'son & Partners Consulting, средняя процентная ставка составляет примерно 1 % в день. Таким образом утверждать о развитости данной сферы финансирования в России пока рано в силу ряда причин. Во-первых, это высокие ставки, сравнимые с величиной процентных ставок микрофинансовых организаций. Во-вторых, отсутствует четкое законодательство в данной сфере, что зачастую вызывает проблемы с возможностью автоматического формирования портфеля кредиторов, и наконец, в-третьих, на текущий момент скоринговые системы, применяемые на краудлендинговых платформах находятся на достаточно низком уровне, что несет в себе увеличение риска для кредиторов и, соответственно, уменьшение интереса со стороны инвесторов.

Заключение

Подводя итог, хотелось бы сказать, что несмотря на относительно недавнее появление индустрии краудного финансирования, оно продолжает свое развитие, невзирая на имеющие место трудности. Такие разновидности краудфандинга как краудинвестинг и краудлендинг вполне могут рассматриваться как альтернативные источники финансирования деятельности малых и средних предприятий в обозримом будущем.

Следовательно, необходимо создавать все условия для полноценного их функционирования в существующей экономической и правовой действительности, что позволит существенно повысить роль субъектов МСП в отечественной экономике и в дальнейшем обеспечить экономический рост страны.

ЛИТЕРАТУРА

1 Артемьев Н.В. Большие проблемы малого бизнеса // Мир новой экономики. 2013. № 1. С. 40–45.

2 Котенко Д.А. Краудфандинг – инновационный инструмент инвестирования // Закон. 2014. № 5. С. 140–141.

3 Тегин В.А., Усманов Б.Ф. Краудфандинг как стратегия инвестирования в инновации // Мир транспорта. 2014. № 4. С. 98–106.

4 Киселев Д.А., Фоканова Е.А. Краудинвестинг как источник финансирования малого бизнеса в условиях кризиса // Sciencetime. 2015. № 11 (23). С. 246–250.

5 Василенко Т.А. Особенности развития краудлендинга в России // Символ науки. 2015. № 5. С. 90–94.

6 Хау Д. Краудсорсинг. Коллективный разум как инструмент развития бизнеса. М.: Альбина паблишер, 2012. 288 с.

7 Green C.H. Banker's guide to New Small Business Finance. N.Y.: Wiley, 2014.

REFERENCES

1 Artemiev N.V. Big problems of small business. *Mir novoy ekonomiki* [World of new economics] 2013, no. 1, pp. 40–45. (in Russian)

2 Kotenko D.A. Crowdfunding as innovative financing tool. *Zakon* [Law] 2014, no. 5, pp. 140–141. (in Russian)

3 Tegin V.A., Usmanov B.F. Crowdfunding as investment strategy for innovations. *Mir transporta* [World of transport] 2014, no. 4, pp. 98–106. (in Russian)

4 Kiselev D.A., Fokanova E.A. Crowdinvesting as funding source for small business in crisis period. *Sciencetime* [Sciencetime] 2015, no.11 (23), pp. 246–250. (in Russian)

5 Vasilenko T.A. The main features of Crowdlending development in Russia. *Simvol nauki* [Symbol of science] 2015, no. 5, pp. 90–94. (in Russian)

6 Howe J. Kraudsorsing. Kollektivniy razum kak instrument razvitiya biznesa [Crowdsourcing. Why the power of the crowd is driving the Future of business]. Moscow, Albina publisher, 2012, 288 p. (in Russian)

7 Green C.H. Banker's guide to New Small Business Finance. New-York, Wiley, 2014.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Никита С. Суворов аспирант, кафедра финансов, Байкальский государственный университет, ул. Ленина, 11, г. Иркутск, 664003, Россия, atikin.2011@mail.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Nikita S. Suvorov graduate student, finance department, Baikal state university, Lenin str., 11, Irkutsk, 664003, Russia, atikin.2011@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Никита С. Суворов подготовил статью и несёт ответственность за плагиат

CONTRIBUTION

Nikita S. Suvorov wrote the manuscript and is responsible for plagiarism

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST

The author declare no conflict of interest.

ПОСТУПИЛА 31.07.2016
ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 12.08.2016

RECEIVED 7.31.2016
ACCEPTED 12.8.2016

Обзорная статья/Review article

УДК 334.78

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-404-407

Кооперационные сетевые структуры как инновационная форма взаимодействия участников крупных проектов

Владимир В. Макаров, [1] akad.makarov@mail.ru
Артемий С. Мохов [1] 1991asm@gmail.com

[1] кафедра экономики и управления в связи, Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций имени проф. М. А. Бонч- Бруевича, пр. Большевиков д.22, корп.1, Санкт-Петербург, 193232

Реферат. Кооперация партнёров становится обязательным условием для осуществления целого ряда инновационных проектов, общественная полезность которых очевидна, также очевидной является и необходимость реализации таких проектов. Такие проекты связаны, как правило, с получением значительного социально-экономического эффекта в масштабах города, региона или даже страны в целом. Термин «сетевое взаимодействие» получил широкое распространение по всему миру и во многих сферах. Однако по сей день можно встретить различное его толкование. В статье рассмотрены особенности кооперационных сетевых структур как формы сетевого взаимодействия участников крупных кооперационных проектов, имеющих существенное значение для территорий, в которых эти проекты реализуются. Добавление термина «кооперационные» к словосочетанию «сетевые структуры» позволяет конкретизировать предметную область, уточнить специфику феномена, описываемого в статье. В данной статье акцент делается, прежде всего, именно на способе контрактации участников такого взаимодействия – рыночном. В целях разработки эффективных механизмов координации сетевых кооперационных структур необходимо объединить такие методологические подходы и направления как: еще формирующееся направление «сетевая экономика»; управление проектами; управление рисками; институционализм и неоинституционализм; теория организации; экономико-математическое моделирование и пр. На пересечении этих и других подходов может и должен быть получен необходимый в практическом отношении результат в виде совокупности методик, алгоритмов. Разработка действенных и эффективных механизмов координации взаимодействия нескольких равноправных участников кооперационных проектов является чрезвычайно важной задачей как в теоретическом отношении, так и в практическом, так как все большее число проектов по всему миру во многих сферах экономики приобретают черты сетевого взаимодействия.

Ключевые слова: сетевые кооперационные структуры, контрактация, практика менеджмента, партнерство экономических субъектов

Cooperative network structures as innovative form of interaction between members of major projects

Vladimir V. Makarov, [1] akad.makarov@mail.ru
Artemii S. Mokhov [1] 1991asm@gmail.com

[1] economics and management in communications department, The Bonch-Bruevich Saint Petersburg State University of Telecommunications, Bolshevikov Av, 22/1, St. Petersburg, 193232

Summary. Cooperation of partners is a necessity for innovative projects with a high influence on a society. Such projects are usually closely related to changes in socio economic environment of a city, region or even a whole country. In this day and age, number of projects impossible to implement by a resource of a single (even diversified) company, has grown significantly. “Network cooperation” have gone mainstream in many countries and industries. But even these days this term has multiple descriptions. This article observe specifics of network cooperative structures that affecting regions of project implementation in a considerable way. The key topics of this article are factors affecting business to establish cooperative network structures as well as potential outcome of such a management practice. This management practice will require an additional demand for development of processes and mechanisms of cooperative network management. In order to create these mechanisms and practices it is necessary to combine methodological approach of disciplines like “net economy”, project management, institution economy and neoinstitutionalism, organizational theory, management science etc. On the border of these approaches and methods might be received a result of methodology, algorithms and practical approaches for management of such structures. At this moment we may constant a global tendency for an increasing share of cooperation projects among all innovative projects implemented by separate companies In a long-term perspective global players will strengthen this tendency due to a globalization of markets and economies. These trends indicate necessity of development of an efficient way of management and models of coordination of network cooperative structures.

Keywords: cooperative network structures, contracting, project management, management science, partnership, economic entities

Introduction

Cooperative network structure is a form of organized business activity characterized mostly by mechanisms of partner coordination. These mechanisms are two or multiple side’s agreements and market contracting. Although, other ways of coordination and cooperation such as controlling company and subsidiary company might exist within a cooperation, they doesn’t affect relationships between members of cooperative network structure. Sides of cooperation are interacting based on equal and mutually profitable relationships confirmed by common market contracting [1].

Market contracting assumes respective economic motivation of sides involved. Contracting partners choosing partnership only due to an economic motivation, which is specifically important during the stage of development of management mechanisms of a project. This way of interaction assumes that no one of the members of contracting agreement might pretend on a role of single coordinator of a project. On the other side, this is obvious that it is necessary to coordinate interactions between several members of a cooperative network structure.

Для цитирования

Макаров В. В., Мохов А. С. Кооперационные сетевые структуры как инновационная форма взаимодействия участников крупных проектов // Вестник ВГУИТ. 2016. № 3. С. 404–407. doi:10.20914/2310-1202-2016-3-404-407

For citation

Makarov V. V., Mokhov A. S. Cooperative network structures as innovative form of interaction between members of major projects. Vestnik VSUET [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 3. pp. 404–407. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-3-404-407

Development of an effective and efficient ways of management of several equal right members of cooperative projects is a highly topical question from both practical and theoretical sides due to the fact that number of projects using cooperative network structure has grown significantly in all industries [2].

"Network cooperation" have gone mainstream in many countries and industries. But even these days this term has multiple descriptions. Sometimes, meaning of this term is only related to the way of technical interaction between sides. Term "network" assume the way and method of communication. In this case "network interaction" is a way of communication for business coordination.

Sometimes members of "network" are interacting between each other companies, performing a concrete technological functions and operations within a same technological process. An example of such a network is a multiregional or multinational telecommunication performed by several operators In this case "network" means a complex process of exploitation of a united technological complex, which utilizing parts belongs and utilized by a different, not related to each other as a controlling and subsidiary company members of the project. In this case it's going to be right to use a term "technological cooperation" [3]. Coordination of such a cooperation performed in accordance with previously developed rules, policies and standards.

Adding term "cooperative" to a phrase "network structures" allows us to elaborate a topical area and specify the phenomena of this article. An accent of this article is made, mostly on the market contracting approach between members of network cooperative structure. An alternative way of market contraction is contraction within a single company and its variations (inner corporate contracting or inner holding contracting).

Contracting within a company as well as its variations assuming opportunity and necessity of a single coordination center, which will become a management structure for all members of cooperation in both direct and indirect ways. In our case we don't have a coordination center, therefore creating a number of complications for member's interaction during project implementation.

Firstly, due to the fact that the main subject of interaction between independent economic entities is always a project with concrete goals, timeframe, and members' responsibilities, means that it is necessary to develop proper mechanisms of coordination of members' interaction. Usually these mechanisms stated in signed agreement between the members of cooperation as well as other attributive aspects of the project. Breach of any element of this agreement causes suffer like fees and surcharges stated in the agreement. On the other hand, usually sides are going too formal with this part of the agreement counting on partners' involvement into the project. As a result, in case of a breach of any formality stated in the agreement sides have to use a judicial instance of different levels, ad hoc arbitration or mediation. In all cases, sides bearing losses due to lost business opportunities from breaching the agreement as well as losses of time and resources.

Secondly, in spite of direct loss, due to a breached agreement from either sides, additional losses might occur due to an ineffective coordination of sides interaction during the project implementation. Due to the lack of coordination center might occur common inconsistencies of works, miscommunication, supply disruptions therefore creating additional costs for maintenance and logistics.

Thirdly, besides direct loss and additional costs, breach of a contract agreement by either side is a common reason for "reputational loss". This type of loss related to unavailability of performance of certain obligations by a side involved into project and therefore bearing additional costs due to unfair practices of a partner, which might affect other companies unrelated to this project. Economic entity bearing loss in one project should reassign it's own resources between his other projects, which might affect them in a negative way and as result cause a reputational loss.

Direct and indirect loss as well as an additional costs due to ineffective coordination of project members, often cause to a situation when economical entities are not willing to participate in cooperative network structures, instead trying to make a business using only their own assets and competences. Such a strategy might cause a competence and resource delusion. Companies utilizing such a strategy are trying to add those competences that were not previously presented on their portfolio in order to avoid partnership with unreliable partners. In the economic theory such companies got a specific term "apanage principality". In essence, their strategy is a simple replacement of market transactions by inner transactions, which might be characterized by an efficiency of cooperation, due to a presence of managerial mechanism within a company [4].

An efficiency of coordinating mechanism is directly related to phenomena well known in economic theory as "size of a company". It is a fact of common knowledge that company is willing to include to their business those transactions which will become more cost effective within a company

than on an open market (purchasing services from a partner, for example). Until the cost of coordination of a transaction allows making profit, a company is "growing". As soon as costs for coordination become significant enough a company stops its growth or even starting decrease its size.

In all cases, when an economic entity might choose an option of a project implementation (either implement it on their own or establishing a partnership), all factors should be considered before the decision was made. In such a case it is necessary to use "risk management" practices in order to minimize potential risks and therefore decrease potential losses.

In this day and age, number of innovative projects impossible to implement by a resource of a single (even diversified) company, has grown significantly. Firstly, project might require a considerable amount of different resources, which can't be allocated at once even by a huge company. Secondly, modern management practice assumes that activity diversification might be toxic and even harmful business practice. We have to distinguish two types of diversification, "Finance diversification" and "Diversification of activity" [5]. First type of diversification assumes creation of an investment portfolio with a different dynamics of assets. Finance diversification considered as an extremely useful practice for a modern business.

"Activity diversification" or "Diversification of directions" might be considered as a negative condition due to competence degradation of a company. Such an effect prevents company to concentrate it's efforts in order to become a market leader. On the other hand, it is fair to say that this argumentation is correct only in terms of markets and economics with a developed infrastructure characterized by a high availability of competences as well as low risks of partnerships.

Cooperation of partners is a necessity for projects with a high influence on a society. Such projects are usually closely related to changes in socio economic environment of a city, region or even a whole country. A perfect example of such projects are: implementation of GLONASS technology and associated services; a "Safe city" initiative and projects of Ministry of Internal Affairs and other projects require a considerable attraction of various resources and many sides involved. These projects are highly topical in terms of regional economy as well as a whole country. An efficiency of these projects implementation has a high influence on every particular city and region as well as on the prestige of Russia, due to a high coverage in a mass media which is highly in terms of economy and image of domestic policy of our country in the world [6].

Conclusion

Development of an efficient and proactive methods and mechanisms of project members coordination is not only a theoretical question of socio-economical management, but a question of making our country a leader of a global economy. This process will require an additional demand for development of processes and mechanisms of cooperative network management. In order to create these mechanisms and practices it is necessary to combine methodological approach of disciplines like "net economy", project management, institution economy and neoinstitutionalism, organizational theory, management science etc. On the border of these approaches and methods might be received a result of methodology, algorithms and projects of working documents (typical agreements).

At this moment we may constant a global tendency for an increasing share of cooperation projects among all innovative projects implemented by separate companies In a long-term perspective global players will strengthen this tendency due to a globalization of markets and economies [7]. Modern trends for specialization of assets and competences in order to achieve a competitive advancement are key factors for sustainable development of business. These trends indicate necessity of development of an efficient way of management and models of coordination of network cooperative structures.

ЛИТЕРАТУРА

1 Nakeshita J., Mohri H. A cooperative game theoretical approach to risk analysis. using network structure // Journal of risk analysis and crisis response. 2014. V. 4. № 1. P. 43–48.

2 SAGE journals. URL: http://sgr.sagepub.com/content/early/2013/11/21/1046496413510362.abstract (дата обращения 21.12.2015).

3 Макаров В.В., Гусев В.И., Синица С.А. Методический подход к оценке информационных ресурсов // Информационные технологии и телекоммуникации. 2013. № 3 (3). С. 72–78.

4 Global Information Technology Report 2015. URL: http://weforum.org/reports/global-information-technology-report-2015 (дата обращения 10.12. 2015).

5 Stermole J. F. Economic Evaluation and Investment Decision Methods. Investment Evaluations Corporation, 2012.

6 Теория и практика институциональных преобразований в российской экономике: сб. трудов. под редакцией Б.А. Ерзикяна. Выпуск 23. М.: ЦЭМИ РАН, 2012. С. 181.

7 Байбакова Е.Ю., Клочков В.В. Формирование сетевых организационных структур в российской промышленности: модели и реальностью. Материалы 13-ого Всероссийского симпозиума. Секция 5. М.: ЦЭМИ РАН, 2012. С. 18–19.

REFERENCES

1 Nakeshita J., Mohri H. A cooperative game theoretical approach to risk analysis. using network structure. Journal of risk analysis and crisis response, 2014, vol. 4, no. 1, pp. 43–48.

2 SAGE journals. Available at: http://sgr.sagepub.com/content/early/2013/11/21/1046496413510362.abstract (accessed 21.12.2015).

3 Makarov V.V. Gusev V.I. Sinitsina S.A. Methodological approach for information resource valuation. *Informatsionnye tekhnologii i telekommunikatsii* [Information technologies and telecommunication] 2013, no. 3 (3), pp. 72–78. (in Russian).

4 Global Information Technology Report 2015. Available at: http://weforum.org/reports/global-information-technology-report-2015 (accesed 10.12. 2015).

5 Stermole J. F. Economic Evaluation and Investment Decision Methods. 13th edition. Investment Evaluations Corporation, 2012.

6 Teoriya i praktika institsuonal'nykh preobrazovanii v rossiiskoi ekonomike [Theory and practice of institutional transformations in Russian economy. Collected Works. 23rd Edition. Edited by B.A. Erzikyan] Moscow, TsEMI RAN, 2012, pp. 181. (in Russian)

7 Baibakova E.Yu., Klochkov V.V. Creation of network organizational structures in russian industry: models and reality. Materialy 13 Vserossiiskogo simpoziuma [Materials of 13 Russian symposium. Section 5] Moscow, TsEMI RAN, 2012, pp. 18–19. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Владимир В. Макаров д. э. н., профессор, заведующий кафедрой Экономики и управления в связи, Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций имени проф. М. А. Бонч–Бруевича, пр-т Большевиков 22, корп. 1, Санкт-Петербург, 193232, Россия, akad.makarov@mail.ru

Артемий С. Мохов аспирант, кафедра Экономики и управления в связи, Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций имени проф. М. А. Бонч–Бруевича, пр-т Большевиков 22, корп. 1, Санкт-Петербург, 193232, Россия, 1991asm@gmail.com

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Владимир В. Макаров подбор материалов, консультация в ходе исследования, обзор литературных источников по исследуемой проблеме, корректировал рукопись до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

Артемий С. Мохов обзор литературных источников по исследуемой проблеме, написал рукопись

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 20.07.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 23.08.2016

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Vladimir V. Makarov doctor of economic science, professor, head of department of economics and management in communications, The Bonch–Bruevich Saint Petersburg State University of Telecommunications, Bolshevikov av., 22/1, St. Petersburg, 193232, Russia, akad.makarov@mail.ru

Artemii S. Mokhov graduate student, department of economics and management in communications, The Bonch–Bruevich Saint Petersburg State University of Telecommunications, Bolshevikov av., 22/1, St. Petersburg, 193232, Russia, 1991asm@gmail.com

CONTRIBUTION

Vladimir V. Makarov collecting materials, consultation during the study, review of the literature on an investigated problem, correct manuscript before filing in editing and is responsible for plagiarism

Artemii S. Mokhov review of the literature on an investigated problem, wrote the manuscript

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 7.20.2016

ACCEPTED 8.23.2016

Оригинальная статья/Original article

УДК 330.341.2: 338.246.025

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-408-416

Институциональные преобразования в системе регулирования движения капитала при стимулировании импортозамещения

Элина Р. Закирова [1] erzakirova@inbox.ru

[1] кафедра финансового менеджмента, Уральский государственный экономический университет, ул. 8 Марта, 62, Екатеринбург, 620144, Россия

Реферат. Масштабные структурные реформы социально-экономический системы страны требуют подробного институционального анализа национальной экономики. Проанализированы различные трактовки институциональных преобразований, дано их уточненное определение. Рассмотрены проблемы движения капитала в экономике и промышленном секторе. Выявлено, что на изменение структуры капитала влияет изменение воспроизводственных процессов, в том числе посредством импортозамещения. Проанализированы современные трактовки импортозамещения, выделены пять научных подходов к определению этого понятия. Определены основные характеристики импортозамещения. С учетом этих характеристик представлено комплексное определение импортозамещения как качественных преобразований в экономике страны, способствующих развитию производства товаров, аналогичных ввозимым из-за рубежа, и обусловливающих повышение конкурентоспособности производимой продукции, национальных товаропроизводителей и всего государства с целью достижения инновационного роста. Выявлено, что для стимулирования экономического роста экономики страны необходимо ориентироваться на оптимизационное ресурсозамещение в секторах экономики с низким уровнем зависимости от импорта и учитывать модифицированный оптимум по Парето в сферах с высоким или критическим уровнем импортозависимости. Стимулирование импортозамещения посредством федеральных программ по техническому перевооружению и модернизации не способно значительно ускорить темпы экономического роста, однако может обеспечить приемлемый уровень экономической безопасности в регионе и создать условия для инновационного развития страны и повышения конкурентоспособности национального народного хозяйства. Систематизированы преимущества и недостатки импортозамещения. Сделан вывод о том, что для успешной импортозаместительной политики необходима подробная разработка комплексной программы импортозамещения. Реализация такой программы в перспективе ускорит экономический рост страны.

Ключевые слова: импортозамещение, институт, институциональные преобразования, движение капитала

Institutional reforms in the system of regulation of capital movements when stimulated import substitution

Elina R. Zakirova [1] erzakirova@inbox.ru

[1] financial management department, Ural state university of economics, 8 Marta St., 62, Yekaterinburg, 620144, Russia

Summary. Large-scale structural reform of the socio-economic system of the country require a detailed institutional analysis of the national economy. Different interpretations of institutional reforms are analyzed, the improved definition of institutional reforms is given. The problems of the capital movement in the economy and the industrial sector are viewed. It was found that a change in capital structure causes the change of reproduction processes, including through import substitution. The author analyzed modern interpretations of import substitution, five scientific approaches to the definition of this concept are identified. The main characteristics of the import substitution are determined. The author gives a comprehensive definition of import substitution as a qualitative change in the economy, contributing to the development of production of goods similar to imported from abroad, and causing the increase of competitiveness of their products, domestic producers and the entire state in order to achieve innovative growth. The author reveals that economic growth stimulation should focus on the optimization of resource substitution in sectors which has a low dependence on imports, and to take into account the modified optimum Pareto in areas with a high or critical levels of import dependence. Federal programs for technical upgrading and modernization are not able to accelerate the pace of economic growth, however, can provide an acceptable level of economic security in the region and create conditions for the innovative development of the country and improving the competitiveness of the national economy. The advantages and disadvantages of import substitution are systematized. The author concludes that successful import substitution policy requires detailed and comprehensive program of import substitution which implementation will accelerate the country's economic growth.

Keywords: import substitution, institute, institutional changes, capital movement

Введение

Проведение масштабных структурных реформ, оказывающих влияние на социально-экономическую систему всей страны, требует грамотного институционального анализа национальной экономики в целом. С позиций Правительства РФ, системообразующим базисом экономики в современных условиях антироссийских санкций должна стать стратегия импортозамещения. Опыт зарубежных стран позволяет сделать вывод о необходимости подробного институционального анализа, ведь сегодня существует множество инструментов для успешного осуществления таких реформ.

Исследование экономической политики национальной экономики, ориентированной на импортозамещение, сводится к изучению институциональных преобразований, в частности, в системе регулирования движения капитала. В российских условиях тема эффективности институциональных преобразований национальной экономической политики стоит особенно остро, поскольку имеется необходимость обеспечивать

Для цитирования

Закирова Э.Р. Институциональные преобразования в системе регулирования движения капитала при стимулировании импортозамещения // Вестник ВГУИТ. 2016. № 3. С. 408–416. doi:10.20914/2310-1202-2016-3-408-416

For citation

Zakirova E. R. Institutional reforms in the system of regulation of capital movements and import substitution incentives. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 3. pp. 408–416. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-3-408-416

управленческим инструментарием выбор приоритетных факторов импортозамещения вследствие изменения международной конъюнктуры.

Экономические процессы, происходящие в современной экономике, направлены на всех участников хозяйственных отношений. В результате преобразования рыночных отношений сформировался институционализм – новое направление в экономической науке, изучающее взаимоотношения субъектов экономической деятельности [1].

Институциональные преобразования в системе движения капитала

Возрастание роли и значения институтов в процессе реформирования экономики обусловливают важность уточнения сущности термина «институциональные преобразования». Проанализированные нами определения отражают суть институциональных преобразований довольно однобоко и не учитывают некоторых особенностей институциональных преобразований в современной экономике. Институциональные преобразования сводятся к изменениям только социальных институтов («составная часть процесса социально-экономического развития, выражающаяся в развитии и изменении социальных институтов» [2]), либо социальных и экономических институтов, при этом все прочие институты не учитываются («непрерывный процесс количественно-качественных изменений и преобразований разных социальных и экономических институтов» [3]), либо приводится довольно большой список институтов, но упускается из виду трансформация норм и правил, связанная с этими изменениями («преобразования социальных, экономических, правовых, финансовых, собственнических и организационно-управленческих институтов» [4]). Вариант, когда сделан акцент только на изменении правил и инструментов воздействия на участников («институциональными называются такие изменения, которые отражаются в появлении новых правил с соответствующими механизмами обеспечения их соблюдения, исчезновении старых действовавших правил, а также изменении структуры, трансакций в рамках существующего набора правил (процедур) для их участников» [5]), не учитывает конкретные виды институтов. Ни одна из вышеприведенных трактовок не уделяет должного внимания хозяйственно-экономическим отношениям. А ведь именно они определяют направления институциональных преобразований путем лоббирования своих интересов в органах государственной власти, которые регулируют поведение экономических агентов.

Предлагаем трактовать институциональные преобразования как модернизацию институциональной структуры, подразумевающую совершенствование экономических и политических институтов, а также преобразование правил и норм путем принятия на государственном уровне нормативных правовых актов и изменение механизма их обеспечения в соответствии с особенностями современных экономических изменений.

В мировой науке распространена институциональная экономическая теория, характеризующаяся эволюционным подходом. Согласно Дж. Ходжсону, на современном этапе возможности развития институциональной экономической теории достаточно широки, поскольку она способна преодолеть ограничения, которые накладывают классическая и неоклассическая экономические теории [6].

Институциональные преобразования в экономике тесно связаны с термином «развитие», которое с точки зрения институционализма является изменением хозяйственного кругооборота, порожденным самой экономикой. Имеется в виду, что развитием можно считать только случайные изменения народного хозяйства, которое предоставлено самому себе, а не приводится в движение внешними импульсами [7].

Институциональные отношения в промышленном секторе формируются в процессе взаимодействия агентов и субъектов в экономике, являются главным механизмом формирования потребностей, согласования интересов и формирования сбалансированных приоритетов развития экономических отношений. Чем более согласованны интересы субъектов, тем эффективнее их хозяйственная деятельность, так как это ведет к сокращению трансакционных издержек.

На современном этапе одним из векторов экономического развития является поиск новых производственных ресурсов и источников финансирования, способных снизить затраты на производство и увеличить финансовые результаты.

До недавних пор главными источниками промышленного капитала были развивающиеся страны, как крупные (Китай, Индия, Бразилия), так и небольшие. Россию можно считать крупнейшей развивающейся экономикой, однако в международном потоке промышленного капитала ее участие незначительно. В российском промышленном секторе экономики объем прямых иностранных инвестиций был небольшим, а в последние годы еще снизился под воздействием геополитических факторов [8]. Когда доступ к инвестиционному капиталу ограничен, одной из распространенных государственных стратегий развития промышленности становится экономическая политика, целенаправленно ограждающая внутренний рынок

от поступления иностранных товаров. Увеличение загрузки производственных мощностей позволяет повысить производительность труда, нарастить промышленное производство.

В свою очередь, рост промышленного производства должен описываться системой индикаторов, четко и полно характеризующих потенциал и перспективу роста производственного сектора. Одни из таких индикаторов – это фондоотдача и загрузка производственных мощностей, которые отражают использование потенциала производства (как фактический выпуск продукции соотносится с максимально возможным) и позволяют оценить перспективу наращивания производства с имеющимся основным капиталом и с учетом возможностей его обновления. При этом ни исследователи, ни государственные органы, ответственные за планирование экономического развития, уделяют недостаточно внимания выявлению и анализу причин низкой степени загрузки производственных мощностей.

Увеличение загрузки производственных мощностей способно стать ключевым фактором прироста инвестиций в промышленное оборудование с целью расширения предприятий и наращивания объемов производства. Логично предположить, что при высоком уровне экономической активности загрузка производственных мощностей будет увеличиваться, нагревая экономику, и, наоборот, при уменьшении экономической активности загрузка будет падать параллельно со снижением спроса. Таким образом, становится важным на макроэкономическом уровне сформировать актуальные форматы представления данных о промышленном производстве и загрузке производственных мощностей, позволяющие точно и своевременно определять тенденции экономического роста в отрасли.

Предполагая, что структурные изменения в движении капитала воздействуют на смену фаз экономического цикла, необходимо проанализировать природу циклических процессов. В своем исследовании экономических циклов Н. Д. Кондратьев отметил, что «рост благосостояния населения… определяется темпом развертывания производства, и в частности промышленного производства, и другими условиями» [9, с. 262]. На основе изученных теорий о циклическом развитии экономики предложено авторское видение экономических циклов, решающее воздействие в которых имеют институциональные факторы. Под воздействием различных факторов (уровень подготовки и загруженности кадровых ресурсов, доступ к источникам финансирования, длительность операционного цикла), воздействующих на принимающую и направляющую капитал отрасль, обнаруживается разнонаправленная динамика смен фаз экономического цикла в отраслях-доминантах и отраслях-последователях. Одним из факторов, оказывающим воздействие на изменение структуры капитала, является изменение в воспроизводственных процессах.

Такие представители неокейнсианского направления, как Х. Чинери, М. Бруно, А. Страут, Н. Картер, считали, что реализация воспроизводственных процессов в промышленной сфере является ключевым направлением развития экономики страны. Модель экономического роста с двумя дефицитами, разработанная ими в 60–70 гг. XX в., характеризовала экономическое развитие, при котором внешние источники финансирования постепенно вытесняются внутренними, а импортируемые товары заменяются отечественными. Дефицит сбережений и торговый дефицит, согласно предложенной модели, возможно преодолеть, привлекая внешние заимствования (внутренние ресурсы государства для этих целей не учитывались). Позднее М. Портер при исследовании проблем международной конкурентоспособности стран сделал вывод, что активная поддержка отечественных товаропроизводителей будет эффективна при соблюдении трех условий [10]: 1) эффективное соперничество на внутреннем рынке; 2) условия спроса, способствующие развитию долговременных преимуществ; 3) ограниченное время такой активной государственной поддержки.

Импортозамещение: сущность и характеристики

Термин «импортозамещение», впервые появившийся в середине XX в., изначально обозначал экономическую политику развивающихся стран, направленную на развитие индустриализации страны посредством протекционистских мер, т. е. защиты отечественных производителей от конкуренции с импортерами [11]. Со временем ключевая идея, составлявшая основу определения изучаемого понятия, претерпела изменения.

В современной российской экономической литературе понятие «импортозамещение» в силу своей емкости и многогранности не имеет общепринятого определения, что обусловлено, во-первых, тем, что импортозамещение интегрирует характеристики не только внутренней, но и мировой экономики, во-вторых, изучением только зарубежного опыта. Анализ современных публикаций позволяет сгруппировать точки зрения разных авторов в пять научных подходов к пониманию сути импортозамещения.

В рамках первого подхода импортозамещение рассматривается как регулируемый процесс, который положителен для страны и ограничен по времени, в результате чего импортируемая продукция сокращается или заменяется отечественными аналогами. Подобное

определение приведено в словаре Е. Е. Румянцевой (импортозамещение – это «уменьшение или прекращение импорта определенного товара посредством развития национального (внутреннего) производства того же или аналогичных товаров» [12]).

В рамках второго подхода импортозамещение трактуется более широко, как как тип экономической стратегии государства, направленной на замену импортных товаров, на которые есть спрос на внутреннем рынке, товарами отечественного производства. В рамках такой стратегии государство создает льготы местным производителям и одновременно повышает ввозные пошлины. Подобного подхода придерживаются, в частности, Б. А. Райзберг с коллегами (импортозамещение – это «политика замещения импортных товаров отечественной продукцией, которая проводится под покровительством квот и тарифов в целях обеспечения экономической независимости, развития собственного производства, достижения экономической выгоды» [14]) и В. А. Семыкин с коллегами («процесс оптимизации структуры экономики страны и региона путем создания дополнительных производств и отраслей, способных заменять импорт, позволяющих делать экономику независимой от внешних рисков, внешнеэкономических связей, внешних сговоров монополий и группировок стран, способных наносить ущерб странам-импортерам путем подрыва их стабильности и устойчивости, удорожания поставок комплектующих товаров, сырья, продовольствия» [15, с. 4]).

Третий научный подход, более распространенный на Западе, понимает импортозамещению как способ вхождения экономики страны в систему мирохозяйственых связей. Базируясь на промышленном импортозамещении, этот подход фокусируется на росте внутреннего рынка (феномен давления внутреннего спроса). Подобной точки зрения придерживались Х. Чинери, М. Бруно, А. Страут, Н. Картер, а также С. Линдер (международный спрос определяется преимущественно структурой внутреннего производства, при этом спрос на промышленную продукцию обусловлен уровнем и структурой доходов хозяйств в различных регионах страны [16]) и П. Х. Линдерт (рост импортозамещения способствует изменению условий международной торговли [17]).

В рамках четвертого подхода импортозамещение трактуется как важный фактор экономического развития регионов. Так, по мнению А. Н. Макарова, импортозамещение представляет собой комплекс мер, «обеспечивающих достижение намеченных регионом целей по объемам и структуре производства отечественной продукции при одновременном снижении потребления импортных товаров» [18]. Аналогичного мнения придерживаются в своих диссертационных исследованиях Д. Н. Зайцев и Л. Р. Исмагилова.

Пятый подход делает акцент на организации производства импортозамещающей продукции в контексте развития промышленных предприятий. Основными представителями данного подхода можно считать Е. В. Волкодавову и А. П. Жабина (импортозамещение как система мер, «обеспечивающих в долгосрочной перспективе устойчивое развитие предприятия на основе конкурентных преимуществ хозяйствования в сегментах глобального рынка и силы воздействия факторов внешней и внутренней среды» [19]).

Таким образом, анализ имеющихся подходов к импортозамещению позволяет различать импортозамещение применительно к отдельным видам товаров и услуг на государственном, региональном, отраслевом (например, в сельском хозяйстве или промышленности) уровне, а также на уровне предприятия.

На основании проведенного анализа дадим рабочее определение импортозамещения: это сокращение ввоза в страну (регион) товара, предполагающее организацию производства этого (или аналогичного) товара на собственной территории. Это определение позволяет анализировать импортозамещение с двух сторон, как два разнонаправленных процесса: как сокращение ввоза товара и как организацию его производства внутри страны.

Опираясь на результаты анализа сущности импортозамещения, выделим основные характеристики данного процесса:

1. Наличие условий для структурных изменений экономики. Импортозамещение становится возможным только в определенных конъюнктурных условиях (как внешнеэкономического, так и внутреннего характера), часто требует эффективной системы государственной поддержки.

2. Эффективные качественные преобразования в экономическом развитии. Меры по созданию и расширению импортозамещающих производств можно считать успешными, если увеличилась конкурентоспособность отечественных производителей, в том числе были законсервированы устаревшие или реструктуризованы неперспективные производства.

3. Изменение соотношения между импортом и внутренним производством. Политика стимулирования роста внутреннего производства и замена импортируемой в страну продукции на отечественные аналоги способна вызвать рост импорта отдельных товаров. Это связано с развитием промышленности страны и увеличением ее потребности в сырье, оборудовании и комплектующих для производства продукции более высоких переделов.

4. Содействие инновационному развитию страны. Импортозамещение усиливает роль высокотехнологичных отраслей в достижении прогрессивного роста и формирует базу для индустриализации, способствует созданию новых производств с максимальной добавленной стоимостью и налаживанию трансфера технологий с целью преодоления научно-технического отставания.

5. Улучшение позиций страны на мировом рынке. Рост выпуска отечественных товаров способствует снижению относительных цен на ввозимую продукцию, в результате условия торговли в данной стране улучшаются, а в странах – торговых партнерах ухудшаются.

Выделенные нами признаки позволяют уточнить приведенное выше рабочее определение и сформулировать комплексную трактовку: импортозамещение представляет собой качественные преобразования в экономике страны, способствующие развитию производства товаров, аналогичных ввозимым из-за рубежа, и обусловливающие повышение конкурентоспособности производимой продукции, национальных товаропроизводителей и всего государства с целью достижения инновационного роста. Это определение, по нашему мнению, способствует выработке новых подходов к формированию условий эффективной политики импортозамещения, учитывающих как количественные, так и качественные изменения, а также может использоваться для дальнейших научных исследований.

Отметим, что вопрос понимания сущности импортозамещения весьма актуален и важен для государства в рамках достижения устойчивого экономического развития. Импортозамещение в современных условиях есть способ не только увеличения инвестиционной привлекательности, но и укрепления позиций страны на мировых рынках.

Импортозамещение как инструмент государственной политики

Анализ и обобщение различных аспектов в сфере импортозамещения позволили определить импортозамещение как экономическую категорию, выражающую производственные отношения между государством как субъектом хозяйствования и основным институтом общества, бизнесом (в различных типах, видах и формах) и населением как потребителем, по поводу совместной (под руководством государства) модернизации национального производства с целью замещения импортной продукции отечественной. Каждый из субъектов хозяйственных отношений преследует достижение своих целей, но при этом последнее для каждого из них в контексте данного проекта оказывается более выгодным, чем в условиях импортозависимости. Причина такого положения в том, что государство предлагает такие условия для частного и государственного (госкорпораций и предприятий с государственным капиталом) бизнеса и населения как потребителя, которые оказываются более предпочтительными, чем в условиях импортозависимости.

Если импортозамещение инициируется существующим или возможным внешним экономическим давлением, то происходит нарушение хозяйственных связей и ресурсных цепочек, в результате чего ухудшаются возможности для формирования относительно эффективной ресурсной комбинации. Формируются новые ресурсные модели, которые снижают эффективность хозяйственной деятельности, однако при этом обеспечивают стабильность и безопасность национальной экономики. Таким образом, при внешнем экономическом давлении модель оптимальности по Парето следует модифицировать и сформулировать следующим образом. Чтобы сохранить экономическую стабильность и обеспечить экономический рост при внешнем экономическом давлении, следует считать оптимальным состояние экономики страны, при котором выбытие из ресурсной комбинации импортируемого ресурса (технологии) не вызывает снижение совокупной полезности при использовании ее нового варианта, сформированного посредством импортозамещения. Достичь такое потенциально оптимальное состояние на уровне предприятия – труднореализуемая задача, что обусловлено возможной высокой технологической и ресурсной зависимостью от импорта отдельных производств. Техническое перевооружение и модернизация, проводимые с целью замены импортируемых производственных ресурсов, требуют значительных затрат и для большинства предприятий в основном недоступны. Неизбежна реакция на имеющиеся ограничения импортных поставок: потребуется время и огромные вложения средств для преодоления дополнительных потерь, связанных с вынужденной приостановкой производства.

Возможна эффективная оптимизация ресурсных пропорций при внешнем экономическом давлении в связи с нижеследующими обстоятельствами:

1. Ресурсная и технологическая кооперация на региональном уровне. Предполагается, что выбывающий импортируемый экономический ресурс замещает не то предприятие, где этот ресурс востребован, а предприятие-«сосед», расположенное в том же регионе, близкое к этому ресурсу по технологическому профилю и компетенциям персонала. Чтобы начать освоение высвобождающегося рынка и модернизировать свое производство, этому предприятию необходимы стимулирование

и поддержка федеральными и региональными средствами. Такими мерами могут стать, например, компенсация процентов по инвестиционным кредитам или дополнительные вложения в развитие региональной инфраструктуры, что повысит инвестиционную привлекательность импортозамещающего проекта.

2. Региональная программа импортозамещения. Такие программы с большей вероятностью получат федеральную финансовую поддержку, чем проекты предприятия. Интегрированная региональная программа импортозамещения способна стимулировать предприятия региона к диверсификации своей деятельности, что снизит импортозависимость их ресурсной базы и даст им возможность привлечь дополнительные инвестиции.

Таким образом, в современных условиях при стимулировании экономического роста экономики страны следует ориентироваться на оптимизационное ресурсозамещение в секторах с низким уровнем зависимости от импорта и учитывать модифицированный оптимум по Парето в сферах с высоким или критическим уровнем импортозависимости. Стимулирование импортозамещения посредством федеральных программ по техническому перевооружению и модернизации не сможет значительно ускорить темпы экономического роста, однако способно обеспечить приемлемый уровень экономической безопасности в регионе и, если будут разработаны и внедрены опережающие технологии, может создать условия для инновационного развития страны и повышения конкурентоспособности национального народного хозяйства.

Можно выделить следующие факторы экономической целесообразности импортозамещения.

1. При импортозамещении прибавочная стоимость остается внутри государства, в то время как при ввозе нужной продукции из-за рубежа она не может попасть в страну.

2. Рост внутреннего производства способствует сохранению имеющихся и созданию новых рабочих мест, позволяет совершенствовать подготовку кадров.

3. Производство импортозамещающей продукции размещается на базе действующих предприятий (в современных экономических и политических обстоятельствах создание таких производств с нуля затруднено недостатком инвестиций и времени). Это позволяет полнее использовать накопившийся производственный потенциал предприятия и всей отрасли, эффективнее распоряжаться имеющимися ресурсами, удовлетворять потребности населения, пополнять бюджеты систему предприятий, региона и всего государства, а также повышать доходы населения.

4. Создание новых конкурентоспособных производств в рамках импортозамещения вызывает структурные преобразования в экономике, способствует формированию новых производств и отраслей, созданию дополнительного спроса на собственные товары, развитию научных исследований. Создаваемые импортозамещающие производства, особенно высокотехнологичные, не должны ориентироваться лишь на внутренних потребителей, им следует выходить и пытаться конкурировать на зарубежных рынках.

5. Импортозамещающая продукция, как правило, дешевле ввозимой из-за меньших издержек, более низких налогов и отсутствия таможенных пошлин. Развитию импортозамещающих производств способствует активизация внутренних стимулов.

6. Местные предприятия лучше знакомы с требованиями и предпочтениями потребителей, изучили национальную, культурную, образовательную, экономическую специфику рынка.

7. Импортозамещение обеспечивает непрерывные поставки стратегической продукции. Этот аспект импортозамещения имеет политический характер, поэтому экономическая целесообразность может отходить на второй план.

Резюмируя все перечисленные преимущества, можно заключить, что в результате политики импортозамещения складывается стабильная экономическая и социально-политическая ситуация в стране, что позволяет в перспективе развивать рыночные отношения.

Рассмотрев объективные факторы необходимости импортозамещения, теперь выделим потенциальные угрозы импортозаместительной политики.

1. Высокая вероятность консервации текущего технологического уклада. Высок риск стагнации инновационной деятельности, в экономике трудно зарождаются отрасли-локомотивы, обеспечивающие достижение мирового уровня технического прогресса, велика вероятность снижения эффективности работы предприятий в условиях искусственного ограничения импорта. Кроме того, для разработки новых технологий производства у страны нередко просто нет ресурсов, что вынуждает ее торговать с другими странами. Собственно, специфика открытого рынка заключается именно в том, что развиваются и выживают самые сильные и эффективные предприятия, способные адаптироваться к постоянным изменениям конкурентной среды.

2. Импортозамещение подразумевает догоняющее, а не опережающее, ускоренное развитие. В. Л. Иноземцев замечает, что такая практика вполне оправданна на некоторых исторических этапах, однако в эпоху информационного общества идея о догоняющем развитии неизбежно должна стать пережитком прошлого [20].

Это означает, что импортозамещение должно иметь инновационный характер, при этом производимая продукция – быть конкурентоспособной по сравнению с зарубежными образцами.

3. Изменчивый спрос на замещаемую продукцию и повышенный риск банкротства. Это вызвано быстрым изменением технологий, предпочтений потребителей и последствиями кризисных явлений. Важное условие для выпуска уникальной продукции в ситуации широкой индивидуализации (специфичности), т. е. перехода к уникальному типу производства, сокращения времени производства от идеи до рынка, – соответствие цены импортозамещающего продукта цене массового продукта.

4. Импортозамещение следует рассматривать как компонент промышленной политики, которая предполагает комплекс мероприятий по организации производства и продвижению на внутренние и внешние рынки отечественной продукции, аналогичной импортируемой и превосходящей ее по потребительским свойствам и эффективности технических решений. При выстраивании собственных воспроизводственных цепочек должен обеспечиваться высокий уровень научно-технических разработок, должны решаться проблемы инжиниринга, необходимо обеспечить производства качественными материалами, квалифицированными кадрами и т. д.

Бесспорно, реализация импортозаместительной стратегии может стать успешной лишь при переходе к новой модели экономического роста. Это предполагает ускоренную модернизацию экономики, что требует наращивания вложений в основной капитал до 30–35 % ВВП. Эти цифры подкрепляются международным опытом. Например, валовое накопление капитала в Китае, Южной Корее, Индонезии насчитывает от 30 до 50 % ВВП, в то время как потребление – лишь 9–14 % [21]. Объем инвестиций в основной капитал за 2015 г., по данным Росстата, составил 14 трлн р. (19 % ВВП). Для достижения нижней планки в 30 % ВВП годовой объем капиталовложений следует нарастить примерно на 7,3 трлн р. В условиях ограниченного доступа к внешним инвестициям необходимо изыскивать внутренние ресурсы. Проблема ограниченности средств на импортозамещение у государства и бизнеса актуализирует вопрос их эффективного использования. Большое значение придается качеству разрабатываемых инструментов и институтов, которые обеспечивают инвестиционную поддержку реализации стратегии импортозамещения. В рамках поддержки проектов импортозамещения могут предоставляться государственные субсидии на развитие инфраструктуры, НИОКР, техническое перевооружение и модернизацию, также могут субсидироваться процентные ставки по кредитам.

Меры, разрабатываемые государством для поддержки проектов по импортозамещению, во многом определяются особенностями отрасли. Например, если в сельском хозяйстве или пищевой промышленности возможно заместить достаточно широкую номенклатуру, то в высокотехнологичных и среднетехнологичных секторах экономики для выстраивания собственных воспроизводственных цепочек нужны гораздо бóльшие временные и финансовые затраты. Чтобы разрабатывать и выпускать сложную продукцию, необходима соответствующая научно-исследовательская и производственная база, профессиональные кадры.

Импортозаместительная политика будет успешной, если ее реализовывать в рамках общей экономической политики. Однако для этого недостаточно сформировать отраслевые планы по импортозамещению, содержащие перечень замещаемой продукции, сроки и уровень замещения. Должны быть определены инструменты и механизмы реализации комплексной программы импортозамещения: механизмы стратегического планирования, государственно-частное партнерство, целевой проектный подход с выходом на разработку и осуществление инвестпроектов по развитию новых производств в разных отраслях промышленности, а также передовые технологии, которые можно продавать бизнесу на базе инвестиционных договоров. Реализация комплексной программы импортозамещения призвана создать условия для ускоренной индустриализации экономики страны, способствовать развитию производств с высокой долей добавленной стоимости, содействовать формированию емкого внутреннего рынка, что способно ускорить экономический рост страны.

Заключение

Экономический спад, международные конъюнктурные изменения и внешнее экономическое давление делают актуальными две экономические задачи: сохранить социально-экономическую стабильность и стимулировать экономический рост экономики страны и ее регионов. На наш взгляд, в этих условиях необходима мобилизационная экономическая политика, способная всесторонне поддержать инвесторов, предпринимателей и инноваторов, а также консолидировать все имеющиеся экономические ресурсы в региональных проектах и программах, наиболее важных для экономического роста.

Достичь экономического роста для большинства национальных экономик возможно, если сформировать на территории страны благоприятные условия для развития промышленности и защитить национальные рынки от чрезмерной конкуренции с иностранными товаропроизводителями.

ЛИТЕРАТУРА

1 Бондарев Н.С. Институт как основа понятийного аппарата институционального направления в экономике // Журнал правовых и экономических исследований. 2014. № 4. С. 114-117.

2 Абалкин Л.И. Россия: осмысление судьбы. М.: Экономическая газета, 2012. 863 с.

3 Економічний енциклопедичный словник: у 2 т. Т. 1. / за ред. С.В. Мочерного. Львів: Світ, 2011. 616 с.

4 Турьянский А.В. Развитие институциональных процессов в сельском хозяйстве России на современном этапе. Белгород: Изд-во БелГСХА, 2012. 389 с.

5 Франциско О.Ю. Генезис и эволюция научных подходов к определению понятий «институт» и «институциональные преобразования» в условиях модернизации институциональной структуры экономики // Научный журнал КубГАУ. 2014. № 104. URL: http://ej.kubagro.ru/2014/10/pdf/66.pdf

6 Hodgson G.M. Conceptualizing Capitalism: Institutions, Evolution, Future. Chicago: University of Chicago Press, 2015. 456 p.

7 Толстов С.М., Толстов М.С. Этапы становления и развития институционализма // Известия Самарской сельскохозяйственной академии. 2011. № 2. С. 11–13.

8 Развадовская Ю.В., Самонова К.В., Ложникова А.В., Шевченко И.К. Скорость и уровень загрузки производственных мощностей в условиях реализации стратегии импортозамещения в России // Journal of Economic Regulation (Вопросы регулирования экономики). 2015. Т. 6. № 3. С. 61–72.

9 Кондратьев Н.Д. Большие циклы конъюнктуры и теория предвидения. М.: Академический проект, 2015. 638 с.

10 Портер М. Конкурентная стратегия: методика анализа отраслей и конкурентов. М.: Альпина Паблишер, 2011. 454 с.

11 Import substitution // Encyclopedia Britannica. URL: https://global.britannica.com/topic/import-substitution (дата обращения 28.08.2016).

12 Румянцева Е.Е. Новая экономическая энциклопедия. М.: Инфра-М, 2011. 882 с.

13 Лозовский Л.Ш., Райзберг Б.А., Стародубцева Е.Б. Современный экономический словарь. М.: Инфра-М, 2012. 511 с.

14 Семыкин В.А., Сафронов В.В., Терехов В.П. Импортозамещение как эффективный инструмент оптимального развития рыночной экономики // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. № 7. С. 2–7.

15 Линдер С. К вопросу о торговле и трансформации // Вехи экономической мысли. Международная экономика. 2013. Т. 6. С. 417–435.

16 Pugel T.A., Lindert P.H. International economics. New York: McGraw-Hill, 2011. 800 p.

17 Макаров А.Н. Импортозамещение как инструмент индустриализации экономики региона: инновационный аспект (на примере Нижегородской области) // Инновации. 2011. № 5. С. 90-93.

18 Жабин А.П., Волкодавова Е.В. Стратегические ориентиры импортозамещения на российских промышленных предприятиях // Вестник Самарского государственного экономического университета. 2016. № 6. С. 82–88.

19 Иноземцев В.Л. Семь внутриполитических ограничителей модернизации России // Журнал Новой экономической ассоциации. 2015. № 4. С. 189–195.

20 Ленчук Е.Б. Современные инструменты инвестиционной поддержки проектов в области импортозамещения // ЭТАП: экономическая теория, анализ, практика. 2015. № 3. С. 25-37.

REFERENCES

1 Bondarev N.S. Institute as the basis of the conceptual system of institutional approach in economics. *Zhurnal pravovykh i ekonomicheskikh issledovanii* [Journal of Legal and Economic Studies] 2014, no. 4, pp. 114-117. (in Russian)

2 Abalkin L.I. *Rossiya: osmyslenie sud'by* [Russia: comprehension of fate]. Moscow, Ekonomicheskaya gazeta, 2012, 853 p. (in Russian)

3 Mochernyi S.V. Ekonomicheskii entsiklopedicheskii slovar', tom 1 [Economic encyclopedic dictionary]. L'vov, Svit, 2011, 616 p. (in Ukrainian)

4 Tur'yanskii A.V. Razvitie institutsional'nykh protsessov v sel'skom khozyaistve Rossii na sovremennom etape [The development of institutional processes in agriculture of Russia at the present stage] Belgorod, BelGSKhA, 2012, 389 p. (in Rusian)

5 Frantsisko O. Yu. Genesis and evolution of scientific approaches to the definition of institution and institutional transformations in the context of modernization of the institutional structure of the economy. *Nauchnyi zhurnal KubGAU* [Polythematic online scientific journal of Kuban State Agrarian University] 2014, no. 104. URL: http://ej.kubagro.ru/2014/10/pdf/66.pdf (in Russian)

6 Hodgson G.M. Conceptualizing Capitalism: Institutions, Evolution, Future. Chicago, University of Chicago Press, 2015, 456 p.

7 Tolstov S.M., Tolstov M.S. Institutional Economics Formation and Development Stages. *Izvestiya Samarskoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* [Samara State Agricultural Academy Bulletin] 2011, no. 2, pp. 11-13. (in Russian)

8 Razvadovskaya Yu.V., Samonova K.V., Lozhnikova A.V., Shevchenko I.K. Speed and level of capacity utilization in terms of the import substitution strategy in Russia. *Voprosy ragulirovaniya ekonomiki* [Journal of Economic Regulation] 2015, vol. 6, no. 3, pp. 61-72. (in Russian)

9 Kondrat'ev N.D. Bol'shie tsikly kon''yunktury i teoriya predvideniya [The major cycles of the conjuncture and the theory of foresight] Moscow, Akademicheskii prospekt, 2015, 635 p. (in Russian)

10 Porter M.E. Konkurentnaya strategiya: metodika analiza otraslei i konkurentov [Competitive strategy: techniques for analyzing industries and competitors] Moscow, Al'pina Publisher, 2011, 454 p. (in Russian)

11 Import substitution. Encyclopædia Britannica. Available at: https://global.britannica.com/topic/import-substitution (acessed 28.08.2016).

12 Rumyantseva E.E. Novaya ekonomicheskaya entsiklopediya [New economic encyclopedia] Moscow, Infra-M Publ., 2011, 882 p. (in Russian)

13 Lozovskii L.Sh., Raizberg B.A., Starodubtseva E.B. Sovremennyi ekonomicheskii slovar' [Modern Dictionary of Economics] Moscow, Infra-M Publ., 2012, 511 p. (in Russian)

14 Semykin V.A., Safronov V.V., Terekhov V.P. Import substitution as an effective tool for the optimal development of the market economy. *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* [Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy] 2014, no. 7, pp. 2-7. (in Russian)

15 Linder S.B. An essay on trade and transformation. *Vekhi ekonomicheskoi mysli. Tom 6: Mezhdunarodnaya ekonomika* [Milestones of economic thought. International Economics] 2013, vol. 6, pp. 417-435. (in Russian)

16 Pugel T.A., Lindert P.H. International economics. 15th edition. New York, McGraw-Hill, 2011, 800 p.

17 Makarov A.N. Import substitution industrialization as a tool for the region's economy: innovation aspect (for example, the Nizhny Novgorod region). *Innovatsii* [Innovations] 2011, no. 5, pp. 90-93. (in Russian)

18 Zhabin A.P., Volkodavova E.V. Strategic guidelines on import substitution of Russian industrial enterprises. *Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta* [Vestnik of Samara State University of Economics] 2016, no. 6, pp. 82-88. (in Russian)

19 Inozemtsev V.L. Seven domestic political constraints of Russian modernization. *Zhurnal Novoi ekonomicheskoi assotsiatsii* [Journal of the New Economic Association] 2015, no. 4, pp. 189-195. (in Russian)

20 Lenchuk E.B. Modern investment support tools for import substitution projects. *ETAP: ekonomicheskaya teoriya, analiz, praktika* [ETAP: economic theory, analysis, and practice] 2015, no. 3, pp. 25-37. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Элина Р. Закирова к. э. н., доцент, кафедра финансового менеджмента, Уральский государственный экономический университет, ул. 8 Марта, 62, г. Екатеринбург, 620144, Россия, erzakirova@inbox.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Elina R. Zakirova candidate of economics science, Associate professor, financial management department, Ural State University of Economics, 8 Marta St., 62, Yekaterinburg, 620144, Russia, erzakirova@inbox.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Элина Р. Закирова обзор литературных источников по исследуемой проблеме, написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

CONTRIBUTION

Elina R. Zakirova review of the literature on an investigated problem, wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

ПОСТУПИЛА 30.06.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 24.08.2016

RECEIVED 6.30.2016

ACCEPTED 8.24.2016

Оригинальная статья/Original article

УДК 336.01

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-417-422

О сущности понятия «стратегическая конкурентоспособность»

Татьяна И. Овчинникова, [1] mih.goz@gmail.com
Александр В. Марков [1]
Юлия Н. Дуванова [1]

[1] кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия

Реферат. В статье рассмотрено понятие «стратегическая конкурентоспособность», которое включает целевые характеристики субъектов рынка, а именно, способность получать конкурентные преимущества перед соперниками и реализовывать их в собственных интересах. Понятие «стратегическая конкурентоспособность» вошло в научный обиход относительно недавно. Рассмотрены подходы к понятию «стратегическая конкурентоспособность». С одной стороны, указано, что прогнозных значений конкурентоспособности быть не может (мнение Р. Фатхутдинова), а с другой – потенциальные возможности предприятия получать преимущества – это сущность понятия конкурентоспособности – определяют эффективность хозяйственной структуры. Конкурентоспособность представляет собой комплексную и системную категорию рыночной экономики. Товар, дающий субъекту рынка преимущества перед конкурентами, делающий его конкурентоспособным, заслуживает определения «конкурентопригодный», которое отражает потенциальную возможность производителя (продавца) достигнуть соответствующей конкурентоспособности на рынке. «Конкурентоспособность предприятия (фирмы) в условиях маркетинговой ориентации – это способность хозяйственных единиц к эффективному функционированию на рынке, основанном на предложении товаров, отвечающих запросам и предпочтениям покупателей в отношении качества, количества и ассортимента в необходимые сроки и на более выгодных по сравнению с конкурентами условиях». При этом учитывается свойство товара более полно отвечать запросам покупателей по сравнению с аналогичными товарами (цена, качество), а также взаимосвязь конкурентоспособных предприятий с отраслевыми и государственными структурами. В результате исследования была сформулирована сущность термина «стратегическая конкурентоспособность» на основе синтеза понятий «стратегия» и «конкурентоспособность». Особенность «стратегической конкурентоспособности» заключается в том, что она проявляется только в условиях стратегического управления.

Ключевые слова: стратегическая конкурентоспособность, стратегическое управление, научный подход

About essence of the “strategic competitiveness” concept

Tatyana I. Ovchinnikova, [1] mih.goz@gmail.com
Aleksandr V. Markov [1]
Yulya N. Duvanova [1]

[1] economic security and financial monitoring department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia

Summary. In article the concept "strategic competitiveness" which includes target characteristics of subjects of the market is considered, namely, a capability to get competitive advantages before rivals and to realize them to own advantage. The concept "strategic competitiveness" entered scientific use relatively recently. Approaches to the concept "strategic competitiveness" are considered. On the one hand, it is specified that forecast values of competitiveness can't be (R. Fatkhutdinov's opinion), and with another – potential opportunities of the entity to get advantages is an essence of a concept of competitiveness – determine efficiency of economic structure. Competitiveness represents complex and system category of market economy. The goods giving to the subject of the market of a benefit before competitors, doing it competitive deserve determination “competitiveness” which reflects a potential possibility of the producer (seller) to reach the corresponding competitiveness in the market. "Business competitiveness (firms) in the conditions of marketing orientation is a capability of economic units to effective functioning in the market based on goods offering, the buyers answering to requests and preferences concerning quality, quantity and an assortment in necessary terms and on conditions, more profitable in comparison with competitors". At the same time property of goods more fully to answer requests of buyers in comparison with similar goods (the price, quality), and also interrelation of the competitive entities with industry and government institutions is considered. As a result of a research was the essence of the term "strategic competitiveness" on the basis of synthesis of the concepts "strategy" and "competitiveness" is formulated. Feature of "strategic competitiveness" is that it is shown only in the conditions of strategic management.

Keywords: strategic competitiveness, strategic management, scientific approach

Введение

Понятие «стратегическая конкурентоспособность» вошло в научный обиход относительно недавно. Несколько лет тому назад Р. Фатхутдинов [1] обратил внимание на то, что обычно констатируется только фактическая конкурентоспособность, а в отношении прогнозной конкурентоспособности в литературе упоминания не встречаются. Другие исследователи [2] определяют сущность рассматриваемого понятия таким образом, что стратегическая конкурентоспособность представляет собою целевую характеристику будущей способности субъекта рынка получать конкурентные преимущества перед соперниками и реализовывать их в собственных интересах. В конкретизированной форме она олицетворяет запланированный результат осуществления конкурентной стратегии и потому выступает объектом стратегического управления.

Свою собственную трактовку этого понятия мы представляем следующим образом: стратегическая конкурентоспособность – это потенциальная способность объекта или субъекта управления конкурировать в будущем

Для цитирования
Овчинникова Т. И., Марков А. В., Дуванова Ю.Н. О сущности понятия «стратегическая конкурентоспособность» // Вестник ВГУИТ. 2016. № 3. С. 417–422. doi:10.20914/2310-1202-2016-3-417-422

For citation
Ovchinnikova T. I., Markov A. V., Duvanova Ju. N. About essence of the “strategic competitiveness” concept. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 3. pp. 417–422. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-3-417-422

на конкретных рынках, обеспечиваемая снижением проявления стратегических неконкурентоспособных факторов и усилением проявления стратегических эксклюзивных конкурентных преимуществ объекта (субъекта) на основе проведения комплексной стратегической диагностики объекта или субъекта, параметров рынка и конкурентов, разработки стратегии.

Основная часть

Проблемой стратегической конкурентоспособности является выявление конкурентных преимуществ и удержание их на рынке в длительном временном тренде. В конкретизированной форме стратегическая конкурентоспособность определяет запланированный результат осуществления конкурентной стратегии и потому выступает объектом стратегического управления. Учитывая подходы и собственную трактовку понятия «стратегическая конкурентоспособность», обозначим цель настоящего исследования. Целью настоящей статьи является комплексное исследование и выяснение сущности словосочетания «стратегическая конкурентоспособность», которое теперь уже обрело все права научного термина. Чтобы осуществить свое намерение, мы прибегнем к методам синтеза и анализа, рассмотрев обе составляющие словосочетания, исчерпывающе истолковав содержание каждой, а затем синтезировав полученные результаты, как это обычно принято в практике едва ли не любого исследования.

Опираясь на традиционные подходы к рассмотрению понятия «стратегия», принятые в экономической теории, эту категорию можно определить как совокупность целей, а также методов их достижения, которые в условиях изменчивой внешней среды постоянно корректируются с целью адаптации к изменениям последней в процессе достижения намеченных ориентиров. В основе стратегии лежит не временной ориентир, а направленность на достижение цели; «главным критерием привлекательности стратегии считается степень достижения целей предприятия». Отсюда можно констатировать, что смысл первой части в названии понятия «стратегическая конкурентоспособность» заключает в себе не только направленность на достижение субъектом рынка поставленных целей, но и своевременную адаптацию последних, а также и действий субъекта рынка к условиям внешней и внутренней среды функционирования.

Что касается конкурентоспособности, то «конкурентоспособность предприятия (фирмы) в условиях маркетинговой ориентации – это… способность хозяйственных единиц к эффективному функционированию на рынке, основанном на предложении товаров, отвечающих запросам и предпочтениям покупателей в отношении качества, количества и ассортимента в необходимые сроки и на более выгодных по сравнению с конкурентами условиях».

Таким образом, конкурентоспособность – это возможность конкурировать, или свойство объекта или субъекта быть лучше других по определенным параметрам; конкурентоспособность проявляется только в борьбе или соревновании.

Уже на данном этапе анализа, казалось бы, можно констатировать, что применение этого понятия ограничено определенными рамками, а именно: данным свойством может обладать объект или субъект в конкурентной среде, а в условиях ограниченной конкуренции (монополии), употребление понятия теряет смысл. Однако такой вывод был бы преждевременным, и вот почему.

Во-первых, любой субъект или объект рынка направлен на удовлетворение потребностей покупателя. Последние являются стойкими, поэтому изменяются только методы и инструменты их удовлетворения. Например, если предприятия выпускают товары совершенно разные, но предназначенные для удовлетворения одной и той, же потребности, то производители становятся конкурентами и по отношению к ним понятие конкурентоспособности обретает все права.

Во-вторых, даже если представить себе, что лишь одна фирма удовлетворяет потребность полностью (например, какой-либо монополист по производству и реализации специфического лечебного препарата), то эта монополия временна, положение будет существовать до тех пор, пока потенциальные конкуренты не разработают товар-заменитель.

В-третьих, каждый хозяйствующий субъект является одновременно участником нескольких рынков – рынка товаров, рынка ресурсов, рынка услуг и т. д. Поэтому, даже если на каком-то одном рынке у него не будет конкурентов, то на прочих ему все равно придется участвовать в конкурентной борьбе.

Следовательно, конкурентоспособность представляет собой комплексную и системную категорию рыночной экономики.

Исследование понятия «конкурентоспособность» логически приводит к проблеме ее уровней. В рассмотрении этой категории нет единогласия. Некоторые ученые утверждают,

что существуют четыре уровня: конкурентоспособность товара, организации, отрасли и государства. Другие эту классификацию опровергают, и, как нам представляется, вполне оправданно. Их аргументы можно признать достаточно убедительными.

Начнем с конкурентоспособности товара. Обычно говорят, что она отражает свойство товара более полно отвечать запросам покупателей по сравнению с аналогичными товарами, присутствующими на рынке. Или, иначе говоря, она определяет способность товара выдерживать конкуренцию с аналогичными товарами на данном рынке.

Однако, если возвратиться к базовым условиям конкурентоспособности, то есть «возможности конкурировать», то видно, что в основе понятия лежит конкуренция между субъектами рынка. В свою очередь, последнюю трактуют как «экономическое соревнование производителей одинаковых видов продукции… за привлечение большего количества покупателей и получение максимального дохода в краткосрочном или долгосрочном периодах». Сравним со следующим определением: «Конкуренция – процесс управления субъектом своими конкурентными преимуществами для одержания победы или достижения других целей в борьбе с конкурентами для удовлетворения объективных или субъективных потребностей в рамках законодательства или в природных условиях».

То есть конкуренция – это или соревнование производителей, или же процесс управления, что ни в коем случае не может быть применено к понятию «товар».

Таким образом, если рассматривать конкурентоспособность как возможность субъекта рынка конкурировать с себе подобными во имя достижения собственных целей на основе определенного превосходства над соперниками, то становится очевидным, что она присуща организациям, принимающим участие в рыночных отношениях, производя и реализуя товары с соответствующими потребительскими свойствами и ценовыми параметрами. Продукт неспособен конкурировать, ему присущи конкурентные преимущества, созданные в процессе производства, транспортирования, хранения. В доказательство этого утверждения приведем следующие аргументы: такие важные признаки, как цена и качество могут быть не реализованы, если производитель не проявит свою способность продвинуть продукт на рынок с соответствующим спросом потребителей.

Следовательно, товар, дающий субъекту рынка преимущества перед конкурентами, делающий его конкурентоспособным, заслуживает определения «конкурентопригодный», которое отражает потенциальную возможность производителя (продавца) достигнуть соответствующей конкурентоспособности на рынке.

Рассмотрим еще один из четырех уровней – конкурентоспособность отрасли. В литературе он позиционируется наличием технических, экономических, организационных условий для создания, производства и сбыта (с издержками не выше международных) продукции высокого качества, удовлетворяющей требованиям конкретных групп потребителей. Но, во-первых, отрасль не может конкурировать, конкурируют только фирмы, входящие в ее состав. Во-вторых, как сказано в определении, конкурентоспособность отрасли – это наличие условий, то есть возможностей, которые еще предстоит использовать. Следовательно, отрасль, как и товар, только предоставляет определенные преимущества хозяйствующим субъектам.

Те же особенности характеризуют и конкурентоспособность государства. Как указывает В. В. Путин: «конкурентоспособность российских предприятий будет прямо зависеть от того, смогут ли они выпускать в достаточных объёмах продукцию, не уступающую зарубежной по качеству и по цене. В ряде отраслей таких предприятий становится всё больше и больше» [3]. Международная конкурентоспособность страны характеризуется системностью и заключается в возможности для страны занимать и удерживать стойкие позиции на определенных сегментах мирового рынка благодаря мощному экономическому потенциалу, обеспечивающему рост экономики на основе инноваций, развитой системы рыночных институтов, владения значительным интеллектуальным капиталом, инвестиционными ресурсами; в круг позитивов входят также гибкая реакция на изменения мировой конъюнктуры и диверсификация производства с целью максимально отстоять национальные интересы во имя экономической безопасности и высоких стандартов жизни населения. Изложенное только указывает на конкурентные условия, которые обеспечивает страна для своих субъектов хозяйствования, имеющих желание выйти на мировой рынок.

Эта категория означает внутреннюю способность страны успешно конкурировать на мировом рынке. Однако конкуренция между странами как условие существования конкурентоспособности отсутствует: ведь борьба за зоны влияния,

экономические ресурсы и пр. ведется не на рынке, где реализуются отношения купли-продажи, а в области дипломатических или даже силовых отношений. Следовательно, отрасль и государство создают только конкурентные преимущества для субъектов рынка. Можно применить понятийный аппарат Т. И. Овчинниковой и И. Н. Булгаковой, которые определяют такие преимущества как «конкурентные возможности отрасли и государства» [4].

Таким образом, конкурентоспособность организации не может проявляться независимо от факторов, действующих на уровнях государства, отрасли и товара, но единственным источником ее формирования являются субъекты рыночных отношений, удовлетворяющие запросы потребителей в условиях рыночной конкуренции (рисунок 1). Государство и отрасль создают возможности для достижения и удержания конкурентоспособности организаций, но не выступают субъектами конкуренции.

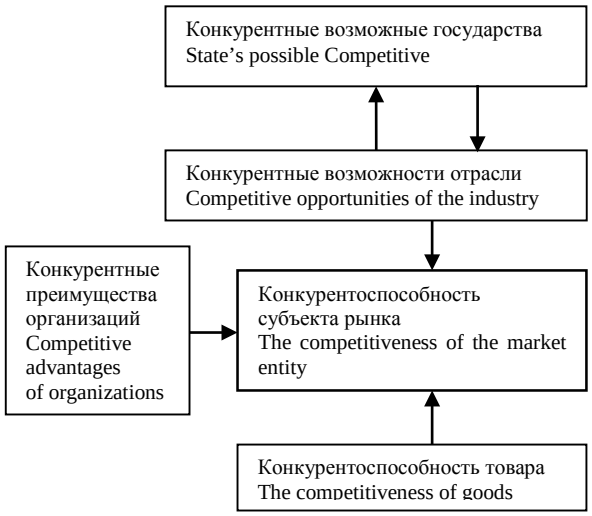


Рисунок 1. Взаимозависимость конкурентоспособности организации, отрасли и государства

Figure 1. The interdependence between the competitiveness of the organization, the industry and the state

Изложенное свидетельствует о логическом выводе – конкурентоспособность непосредственно связана именно с организацией как группой людей, которая, эффективно используя имеющиеся конкурентные преимущества в рыночных условиях, побеждает в конкурентной борьбе.

Определившись с понятиями «стратегия» и «конкурентоспособность», мы имеем возможность перейти к заключительному этапу исследования сущности термина «стратегическая конкурентоспособность». Мы уже выяснили, что стратегия означает направленность участника рынка на достижение поставленных целей и своевременную адаптацию их, а также и действий к внешней и внутренней среде функционирования, а конкурентоспособность – это способность хозяйствующего субъекта эффективно использовать в рыночных условиях имеющиеся конкурентные преимущества и таким образом побеждать в конкурентной борьбе.

Синтез обоих понятий приводит к следующему определению содержания интересующего нас термина: это «способность субъекта хозяйствования благодаря быстрой адаптации к изменениям внешней и внутренней среды функционирования получать дополнительные конкурентные преимущества и эффективно их использовать, чтобы одержать победу в конкурентной борьбе и добиться достижения поставленных целей». Предлагая такое определение, мы вынуждены сразу оговориться, что далеко не всегда целью субъекта хозяйствования является получение преимуществ перед конкурентами: известны факты, когда какая-либо фирма сознательно отказывается от ведущих позиций на рынке, но достигает поставленных целей. Иначе говоря, два момента – получение преимуществ перед конкурентами и достижение поставленных целей – не всегда совпадают.

Таким образом, термин «стратегическая конкурентоспособность» не есть простая сумма его составляющих, но несет в себе новое качество, включающее сочетаемые признаки обеих категорий: конкуренция и стратегия.

Поскольку понятие «конкурентоспособность» есть базовый элемент термина «стратегическая конкурентоспособность», его суть должна быть константой. Речь идет о сохранении такого свойства, как способность субъекта хозяйствования в рыночных условиях эффективно использовать имеющиеся преимущества, что позволяет ему получить перевес над контрагентами при ведении конкурентной борьбы. С учетом того, что в основу стратегии положено достижение целей благодаря адаптации действий субъекта рынка (или самих целей) к изменениям внешней и внутренней среды, стратегическая конкурентоспособность должна включать как целевое наполнение, так и возможность организации адаптироваться к изменениям среды.

С учетом этого можно скорректировать определение термина «стратегическая конкурентоспособность» следующим образом: это признак субъекта рынка, демонстрирующий наличие у него ключевых возможностей развития, полученных посредством быстрой

адаптации внутренней среды функционирования к изменениям внешней среды, и достижение на основе этого конкурентных целей.

Итак, можно формализовать взаимодействие и взаимосвязи стратегического управления, конкурентоспособности и стратегической конкурентоспособности. На рисунке 2 показано, что последняя является результатом эффективного стратегического управления.

В свою очередь, стратегическая конкурентоспособность есть составляющая общей конкурентоспособности, и особенность ее заключается в том, что проявляется она только в условиях стратегического управления. На рисунке 3 изображено взаимодействие последних двух категорий.

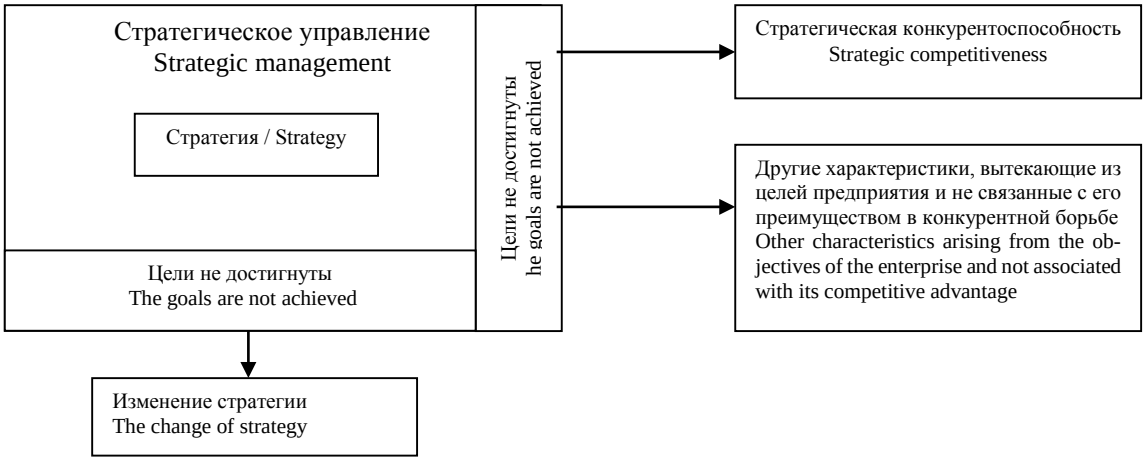


Рисунок 2. Место стратегической конкурентоспособности в системе стратегического управления

Figure 2. Place of strategic competitiveness in strategic management



Рисунок 3. Взаимодействие стратегического управления и конкурентоспособности

Figure 3. Interaction of strategic management and competitiveness

Заключение

В результате исследования была сформулирована сущность термина «стратегическая конкурентоспособность» на основе синтеза понятий «стратегия» и «конкурентоспособность». По нашему мнению, в перспективе следует сконцентрировать внимание на углубленном изучении условий и ограничений оперирования данным понятием, на определении места стратегической конкурентоспособности в общей категории «конкурентоспособность», анализе других ее видов, построении смысловых иерархий, формировании методологии оценок и т. д.

ЛИТЕРАТУРА

1 Информационное агентство ТПП-информ. URL: www.tpp-inform.ru

2 Составлено по данным: Регионы России. Социально-экономические показатели. 2010. С. 934.

3 Bakhshiev E. The role of state support in agribusiness risk insurance // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2015. V. 44. № 8. P. 11–16.

4 Овчинникова Т. И., Анисимов Ю. П., Кобелева С. В. Производственные инновации и экономический рост предприятий // Регион: системы, экономика, управление. 2015. № 1 (28). С. 149–156.

5 Овчинникова Т. И., Булгакова И. Н., Серяков А. В. Социально-экономические методы управления инновационной деятельностью консолидированных образований // Вестник ВГУИТ. 2013. № 1 (55). С. 182–187.

6 Воронцова Е. И., Падалкин В. Ю. Формирование механизмов устойчивого развития интегрированных структур. Воронеж: «Цифровая полиграфия», 2014. 63 с.

7 Галкин М. А. Интернационализация инновационных центров как основа успешного развития национальных инновационных систем в современной экономике // Общественные науки. 2012. Т. 1. № 6. С. 367–374.

REFERENCES

1 Information agency TPP-inform. Available at: www.tpp-inform.ru. (in Russian)

2 Sotavleno po dannym: Regiony Rossii. Sotsial'no-ekonomicheskie pokazateli [Compiled according to: Regions of Russia. Socio-economic indicators]. 2010. pp. 934.

3 Bakhshiev E. The role of state support in agribusiness risk insurance. Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2015. vol. 44. no. 8. pp. 11–16.

4 Ovchinnikova T. I., Anisimov Yu. P., Kobeleva S. V. Manufacturing innovation and economic growth of the enterprises. *Region: sistemy, ekonomika, upravlenie* [Region: systems, Economics, management]. 2015. no. 1 (28). pp. 149–156. (in Russian).

5 Ovchinnikova T. I., Bulgakova I. N., Seryakov A. V. Socio-economic methods of management of innovative activity of the consolidated entities. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2013. no. 1 (55). pp. 182–187. (in Russian).

6 Vorontsova E. I., Padalkin V. Yu. Formirovanie mekhanizmov ustoichivogo razvitiya integrirovannykh struktur [Formation mechanisms for sustainable development of integrated structures]. Voronezh, "Tsifrovaya poligrafiya", 2014. 63 p. (in Russian).

7 Galkin M. A. Internationalization and innovation centres as the basis of successful development of national innovation systems in the modern economy. *Obshchestvennye nauki* [Social Sciences]. 2012. vol. 1. no. 6. pp. 367–374. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Татьяна И. Овчинникова д.э.н., профессор, кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, mih.goz@gmail.com
Александр В. Марков к.э.н., доцент, кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, mih.goz@gmail.com
Юлия Н. Дуванова к.э.н., доцент, кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Tatyana I. Ovchinnikova doctor of economic science, professor, economic security and financial monitoring department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia, mih.goz@gmail.com
Aleksandr V. Markov candidate of economic science, assistant professor, economic security and financial monitoring department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia, mih.goz@gmail.com
Yulya N. Duvanova candidate of economic science, assistant professor, economic security and financial monitoring department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Татьяна И. Овчинникова консультация в ходе исследования
Александр В. Марков написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию
Юлия Н. Дуванова несёт ответственность за плагиат

CONTRIBUTION

Tatyana I. Ovchinnikova consultation during the study
Aleksandr V. Markov wrote the manuscript, correct it before filing in editing
Yulya N. Duvanova is responsible for plagiarism

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

ПОСТУПИЛА 01.07.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 23.08.2016

RECEIVED 1.7.2016

ACCEPTED 8.23.2016

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ ЖУРНАЛА
«ВЕСТНИК ВГУИТ»
ОФОРМЛЕНИЕ СТАТЬИ

Статьи в журнале *«ВЕСТНИК ВГУИТ»* издаются на русском языке с реферат на английском языке. По согласованию с редакцией допускается публикация статьи и на английском языке.

Вся статья (текст, таблицы, примечания, заголовки, иностранные вставки, список литературы, подрисуночные подписи и др.) набирается на компьютере в соответствии со стилями форматирования шаблона журнала для MS Word 2007–2016. Объем статьи, включая список литературы и подрисуночные подписи, не должен превышать: для работ, имеющих общее значение 5–20 страниц текста, для кратких сообщений и писем до 3 стр.

Рукопись должна быть оформлена по следующему плану:

- *Вид статьи (оригинальная статья, обзорная статья, краткое сообщение или письмо);*
- *УДК;*
- *DOI-цифровой идентификатор;*
- *Полное название статьи;*
- *Имя (полное), отчество (инициал) и фамилия (полная) автора (-ов), e-mail;*
- *Кафедра (для ВУЗа)/ лаборатория (для НИИ), полное наименование учреждения, в котором работает автор, в именительном падеже, город, страна;*
- *Текст реферата;*
- *Ключевые слова;*
- *Формат цитирования (заполняется автоматически);*
- *Структурированный текст статьи;*
- *Благодарности / Признательность;*
- *Библиографический список;*
- *Информация об авторах;*
- *Долевое участие авторов /Contribution;*
- *Конфликт интересов/ Conflict of interest.*

Английский вариант заглавия статьи, имени, инициала отчества и фамилии каждого из авторов, полное название всех организаций, к которым относятся авторы, структурированное реферат и ключевые слова прилагаются **после реферата и ключевых слов русскоязычного варианта.**

Редакция оставляет за собой право корректировать перевод. При составлении англоязычной версии реферата (summary) во избежание некорректного перевода рекомендуется воспользоваться помощью профессионального переводчика.

ТРЕБОВАНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ СТАТЬИ
I. НА ТИТУЛЬНОЙ СТРАНИЦЕ УКАЗЫВАЕТСЯ:

Тип статьи
УДК
DOI:

ЗАГЛАВИЕ СТАТЬИ. Заглавие работы должно быть по возможности кратким (не более 120 знаков), точно отражающим ее содержание. Следует избегать заглавий в форме вопросительных предложений, а также заглавий, смысл которых можно прочесть неоднозначно. Необходимо использовать только стандартные сокращения (аббревиатуры), не применять сокращения в названии статьи. Полный термин, вместо которого вводится аббревиатура, должен предшествовать первому применению данного сокращения в тексте.

ИМЯ (ПОЛНОЕ), ОТЧЕСТВО (ИНИЦИАЛ) И ФАМИЛИЯ (ПОЛНАЯ) АВТОРА(-ОВ).

Например: ***Алексей Д. Иванов[1],***
Иван А. Петров[2]

ПОЛНОЕ НАЗВАНИЕ ВСЕХ ОРГАНИЗАЦИЙ, к которым относятся авторы. Если авторы работают в разных учреждениях, то связь каждого автора с его организацией осуществляется с помощью цифр верхнего регистра, *например: кафедра (лаборатория), ВУЗ (НИИ), город, страна*

Реферат. Реферат представляет собой краткое, но вместе с тем максимально информативное содержание научной публикации. Объем реферат должен быть от 200 до 250 слов и полностью соответствовать содержанию работы.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА от 5 до 10 ключевых слов, отражающих основные проблемы исследования и способствующих индексированию статьи в поисковых системах. Ключевые слова должны попарно соответствовать на русском и английском языках. Ключевые слова рекомендуем искать в базах данных PubMed, GeoRef, AGRIS.

Англоязычная версия реферат статьи должна по **смыслу и структуре полностью соответствовать русскоязычной и быть грамотной с точки зрения английского языка.**

II. ОСНОВНОЙ ТЕКСТ СТАТЬИ

Рукописи оригинальных исследований представляются по общепринятой международной схеме (IMRAD format – Introduction, Methods, Results and Discussion) и в статье должны найти отражение следующие рубрики:

Введение – кратко излагается современное состояние вопроса и обосновывается актуальность исследования. Дается критическая оценка литературы, имеющей отношение к рассматриваемой проблеме. Данная оценка разграничивает нерешенные вопросы. Ставятся четко сформулированные цели и задачи, поясняющие дальнейшее исследование в конкретной области;

Материал и методы исследования – дается достаточно подробное описание работы, для ее возможного воспроизведения. Методы, опубликованные ранее, должны сопровождаться ссылками: автором описываются только относящиеся к теме изменения.
Полученные результаты и их обсуждение – результаты должны быть ясными и лаконичными. Дается убедительное объяснение результатов и показывается их значимость, чтобы читатель мог не только самостоятельно оценить методологические плюсы и минусы данного исследования, но при желании и воспроизвести его.
Выводы (заключение) – подводятся основные итоги работы, приводятся рекомендации и указание на дальнейшие возможные направления исследований.
Для обзорных статей должны быть указаны *Введение* и в соответствии со стандартом PRISMA указать **стратегию поиска литературы** (http://www.prisma-statement.org).
Таблицы объема больше одной страницы указывать как **Приложение в виде отдельного файла**, так как они не будут опубликованы в печатной версии, а будут прикладываться в виде отдельного файла к электронной версии.
Названия и содержание рисунков и таблиц (столбцов и строк) должны быть приведены как на русском, так и на английском языках. Графический материал представляется в векторных форматах данных eps, svg, ai, pdf, исключение составляет фотографический материал – форматы **png и tiff. Минимальное** разрешение рисунков и графиков **600 dpi.**

III. БЛАГОДАРНОСТИ / ACKNOWLEDGEMENTS: (при наличии)

Перечисляются лица, организации, фонды и т. д., которые оказали какую-либо помощь автору (ам) в проведении исследования, работы и т. д. (например, финансовая помощь, языковая (лингвистическая) помощь, помощь в написании статьи или правка корректуры и т. д.).

IV. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК / REFERENCES

Цитируемая литература должна содержать не менее 10 источников. Не менее 50 процентов источников из списка литературы должны быть опубликованы за последние пять лет, в том числе в журналах, индексируемых в базах данных *ScienceDirect, Web of Science, Scopus, Science Index.* Лишь в случае необходимости допустимы ссылки на более ранние труды. В список литературы **НЕ включаются** учебные пособия, нормативные и архивные материалы, статистические сборники, газетные заметки без указания автора, монографии, авторефераты и диссертации. В цитируемой литературе желательно указывать источники с **DOI.**
Списки литературы представляются в двух вариантах:
1. Русскоязычный вместе с зарубежными источниками в соответствии с ГОСТ 7.0.5–2008.
2. В транслитерации буквами латинского алфавита с переводом источников публикации на английский язык для системы международной идентификации.
Стиль ссылок:
В статье номер (а) ссылки заключается в квадратные скобки и ставится в одну линию с текстом. Можно ставить имена авторов, но номер (а) ссылки должен присутствовать всегда. Номера ссылок (цифры в квадратных скобках) должны стоять в списке литературы в том порядке, в котором они появляются в тексте.
Пример:
«…как показано [3; 6]…» или «…Барнаби и Джонс [8] получили другой результат…»
Автор полностью несет ответственность за точность библиографических источников, в том числе в переводе на английский язык.

1. Русскоязычный – в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5–2008.

Ссылки в русскоязычной версии статьи даются на языке оригинала. Все ссылки должны быть оформлены единообразно: только с точкой, без тире между частями описания. Двойной косой чертой отделяется описание более крупного документа, на фрагмент которого ссылаются. Перед двойной косой чертой // точка не ставится. Пробелы до и после // обязательны.

2. Англоязычный (REFERENCES) – в соответствии с Гарвардским (Harvard) стандартом:

Список литературы на английском языке (References) – служит, в первую очередь, для отслеживания цитируемости авторов и журналов. Правильное описание используемых источников в списках литературы является залогом того, что цитируемая публикация будет учтена при оценке научной деятельности ее авторов, а, следовательно, и организации, региона, страны. По цитированию журнала определяется его научный уровень, авторитетность, эффективность деятельности его редакционного совета и т. д.
Названия источников и работ указываются полностью, без сокращений. Названия монографий, сборников статей и конференций транслитерируются на латиницу с последующим переводом на английский язык в квадратных скобках.
На сайте http://www.translit.ru/ можно бесплатно воспользоваться программой транслитерации русского текста в латиницу (вариант BSI).
В библиографическом списке **английского варианта НЕ допускается** использование разделительных знаков *« //», «–» и «№».*

Примеры:

Описание статьи из журнала:

на русском
Чащин В.П., Гудков А.Б., Попова О.Н., Одланд И.О., Ковшов А.А. Характеристика основных факторов риска нарушений здоровья населения, проживающего на территориях активного природопользования в Арктике // Экология человека. 2014. N1. С. 3–12.

на английском

Chashchin V.P., Gudkov A. B., Popova O. N., Odland J.Ö., Kovshov A.A. Description of Main Health Deterioration Risk Factors for Population Living on Territories of Active Natural Management in the Arctic. Ekologiya cheloveka [Human Ecology]. 2014, no. 1, pp. 3–12. (in Russian)

Описание статьи из электронного журнала:

на русском

Конторович А.Э., Коржубаев А.Г., Эдер Л.В. Прогноз глобального энергообеспечения: методология, количественные оценки, практические выводы // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление: сетевой журн. 2006. N5. URL: http://www.vipstd.ru/gim/content/view/90/278/ (дата обращения: 22.05.2012).

на английском

Kontorovich A.E., Korzhubaev A.G., Eder L.V. [Forecast of global energy supply: Techniques, quantitative assessments, and practical conclusions]. Mineral'nye resursy Rossii. Ekonomika i upravlenie, 2006, no. 5. (In Russian) Available at: http://www.vipstd.ru/gim/content/view/90/278/). (accessed 22.05.2012)

Описание статьи с DOI:

на русском

Раскина Т.А., Пирогова О.А., Зобнина О.В., Пинтова Г.А. Показатели системы остеокластогенеза у мужчин с различными клиническими вариантами анкилозирующего спондилита // Современная ревматология. 2015. Т. 9, N2. С. 23–27. DOI: 10.14412/1996–7012–2015–2–23–27

на английском

Raskina T.A., Pirogova O.A., Zobnina O.V., Pintova G.A. Indicators of the osteoclastogenesis system in men with different clinical types of ankylosing spondylitis. *Modern Rheumatology Journal,* 2015, vol. 9, no. 2, pp.23–27. DOI: 10.14412/1996–7012–2015–2–23–27 (in Russian)

Описание материалов конференций:

на русском

Терещенко Ю.В. Трактовка основных показателей вариабельности ритма сердца // Материалы межрегиональной конференции «Новые медицинские технологии на службе первичного звена здравоохранения», Омск, 10–11 апреля, 2010. С. 3–11.

на английском

Tereshchenko Yu. V. Traktovka osnovnykh pokazatelei variabel'nosti ritma serdtsa [Interpretation of main indices of heart rate variability]. *Materialy mezhregional'noi konferentsii «Novye meditsinskie tekhnologii na sluzhbe pervichnogo zvena zdravookhraneniya», Omsk, 10–11 aprelya 2010* [Proceedings of Interregional Conference “The New Medical Technology at Initial Stage of Public Care”, Omsk, 10–11 April 2010]. Omsk, 2010, pp. 3–11. (in Russian)

Описание книг:

на русском

Абдурахманов Г.М., Лопатин И.К. Основы зоологии и зоогеографии. Москва: Академия, 2001. 496 с.

на английском

Abdurakhmanov G.M., Lopatin I.K. *Osnovy zoologii i zoogeografii* [Basics of Zoology and Zoogeography]. Moscow, Akademiya Publ., 2001, 496 p.

Описание Интернет-ресурса:

на русском

Иванова А.Е. Проблемы смертности в регионах Центрального федерального округа // Социальные аспекты здоровья населения. 2008. N2. URL: http://vestnik.mednet.ru/content/view54/30/ (дата обращения: 15.08.2008).

на английском

Kondrat'ev V.B. Global'naya farmatsevticheskaya promyshlennost' [The global pharmaceutical industry]. Available at: http://perspektivy.info/rus/ekob/globalnaja_farmacevticheskaja_promyshlennost_2011–07-18.html. (accessed 23.06.2013)

Описание ГОСТа:

на русском

ГОСТ 8.586.5–2005. Государственная система обеспечения единства измерений. Измерение расхода и количества жидкостей и газов с помощью стандартных сужающих устройств. М. : Стандартинформ, 2007.143 с.

на английском

GOST 8.586.5–2005. Method of measurement. Measurement of flow rate and volume of liquids and gases by means of orifice devices. Moscow, Standartinform Publ., 2007. 10 p. (In Russian)

Вместо ссылок на материалы диссертаций и авторефератов диссертаций, рекомендуется ссылаться на оригинальные статьи по теме диссертационной работы, так как сами диссертации рассматриваются как рукописи и не являются печатными источниками.

V. СВЕДЕНИЯОБАВТОРАХ / INFORMATION ABOUT AUTHORS

Пример оформления структурированной информации об авторах (должна быть как на русском, так и на английском языках):

Принадлежность к организации/Affiliations:

Алексей Д. Иванов к. т. н., доцент, кафедра процессов и аппаратов, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, Воронеж, 394036, Россия, ivanov@mail.ru

Иван А. Петров к. т. н., доцент, кафедра процессов и аппаратов, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, Воронеж, 394036, Россия petrov@mail.ru

Критерии авторства /Contribution:
Алексей Д. Иванов собрал флористический материал, проводил определение видов
Иван А. Петров проанализировал данные, написал рукопись и несет ответственность за плагиат
Конфликт интересов / Conflict of interest
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interest.
Пояснение:
Сведения об авторах (*Принадлежность к организации / Affiliations***)** приводятся в следующем порядке: имена, отчества (инициал) фамилии полностью, должности, ученые степени и звания авторов; контактный телефон (стационарный с кодом города); полный почтовый адрес с индексом; электронный адрес. Если автор зарегистрирован в ORCID (Open Researcher and Contributor ID), необходимо указать ссылку.
Критерии авторства (вклад каждого автора) / Contribution. Перед библиографическим списком (References) на обоих языках необходимо указать участие каждого автора:

1. Кто из авторов будет нести ответственность при обнаружении плагиата или других неэтических проблем.
2. Автора, в значительной степени участвовавшего в написании работы, в ее концепции, в научном дизайне, в сборе материала, в анализе и интерпретации.
3. Автора, который корректирует рукопись до подачи в редакцию.

Конфликт интересов / Conflict of interest. Авторы обязаны раскрыть любой фактический или потенциальный конфликт интересов, включая область финансовых, личных или иных взаимоотношений с другими людьми или организациями, который может возникнуть в течение трех лет с момента представления статьи и негативно на нее повлиять, или который может рассматриваться как таковой. Необходимо указать, что конфликт интересов авторов отсутствует.
Информация приводится как на русском, так и на английском языках.

VI. ПУБЛИКАЦИОННАЯ ЭТИКА

Статьи, принимаемые к публикации в журнале *«ВЕСТНИК ВГУИТ»*, должны излагать наиболее существенные, законченные и еще ранее неопубликованные результаты научных исследований.
О публикационной этике и этических нормах для публикации в журнале *«ВЕСТНИК ВГУИТ»* см.: http://www.vestnik-vsuet.ru/vguit/about/editorialPolicies#custom-2

VII. КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Информацию о стоимости публикации можно узнать в редакции журнала. Также редакция оказывает платные услуги профессионального перевода реферата и ключевых слов на английский язык.
По всем интересующим Вас вопросам обращаться в редакцию журнала по контактам:

Дерканосова Анна Александровна – кандидат технических наук, доцент кафедры Сервиса и ресторанного бизнеса, начальник Центра коллективного пользования «Контроль и управления энергоэффективными проектами»
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»
Телефон: 8 920 432 16 57
E-mail: vestnikvgta@mail.ru, aa-derk@yandex.ru
Адрес 394000, г. Воронеж, пр. Революции, 19, ауд. 11.

В журнале публикуются оригинальные научные статьи теоретического и экспериментального характера в области технических, естественных, экономических и химических наук. Автор указывает рубрику (в сопроводительном письме и выписке из заседания кафедры), в которой он хотел бы разместить свою статью:

- Процессы и аппараты пищевых производств;
- Информационные технологии, моделирование и управление;
- Пищевая биотехнология;
- Фундаментальная и прикладная химия, химическая технология;
- Биотехнология, бионанотехнология и технология сахаристых продуктов;
- Экономика и управление;

Журнал «Вестник ВГУИТ» выходит 4 раза в год: № 1 – март; № 2 – июнь; № 3 – сентябрь; № 4 – декабрь.

Статья должна быть тщательно проверена и подписана всеми авторами. На отдельном листе авторы указывают Ф.И.О. полностью, адрес, ученую степень, должность, место работы, контактный телефон, E-mail, а также отмечают с кем вести переписку.
К статье должны прилагаться сопроводительные документы:

- сопроводительное письмо (указать название журнала, рубрику для размещения материалов);
- экспертное заключение (для сотрудников ВГУИТ);
- положительная рецензия ведущего ученого в данной области или члена редакционной коллегии серии, заверенная подписью и печатью.

Вопрос об опубликовании статьи, ее отклонении решает редакционная коллегия журнала и ее решение является окончательным. В случае возвращения статьи для исправления датой представления считается день получения исправленного текста. Срок доработки – не более 1 месяца.
Материалы, не соответствующие данным требованиям оформления, к публикации не принимаются. Рукописи авторам не возвращаются.
Плата с аспирантов и докторантов за публикацию рукописей не взимается.

AUTHOR GUIDELINES RULES FOR AUTHORS OF THE JOURNAL
"PROCEEDINGS OF THE VSUET"
REQUIREMENTS FOR STRUCTURE OF THE PAPER

Articles in the journal "Proceedings of the VSUET" are published in Russian with English summary. In agreement with the editors, the publication may be done entirely in English.
By agreement, the editors accept publication of the article in English.
Full article (tables, text, footnotes, headers, inserts in a foreign language, references, captions, etc.) must be typed on a computer: in accordance with journal template formatting styles for MS Word 2007–2016.
The volume of the article, including references and captions must not exceed: for work of a common significance: from 5 to 20 pages, for news reports to 3 pages.

The manuscript should be structured to the following plan:

- *Type of article (original article, review article, short message or letter);*
- *UDC (Universal Decimal classification);*
- *DOI – numeric identifier (provided by the editors available for an extra fee);*
- *Full title of the article;*
- *First name (full), patronymic name (initials) and surname (full) of the author (s) e-mail;*
- *Name of the department (for a university) / laboratory (for Scientific Research Institute), the full name of the workplace, city, country;*
- *Abstract;*
- *Keywords;*
- *For reference (filled automatically);*
- *Structured text of the article;*
- *Thanks / acknowledgements;*
- *List of resources used (bibliography);*
- *Information about the authors;*
- *Contribution;*
- *Conflict of interest.*

The English version of the article title, first name, patronymic initial and last name of the authors, the full names of all workplaces, structured summaries and keywords must be given below a resume and keywords in Russian.
The editors reserve the right to correct the translation. It is recommended to take the help of a professional translator to avoid mistakes in compiling the English version of resume.

REQUIREMENTS TO THE CONTENT
I <u>THE TITLE PAGE INCLUDES:</u>

Article type
UDK DOI:
TITLE OF THE ARTICLE. Title of work should be as short as possible (no more than 120 characters), and should accurately reflect its content. It is important to avoid titles in the form of interrogative sentences, as well as titles with an ambiguous meaning. Must use only standard abbreviations (acronyms). Must not use acronyms in the title. Full term should precede the first use of the acronym in the text.
FIRST NAME (FULL), PATRONYMIC (INITIAL) AND SURNAME (FULL) OF AUTHOR (S).
For example: **Aleksey D. Ivanov[1],**
Ivan A. Petrov[2]
FULL NAME OF ALL ORGANIZATIONS to which the authors are related. If the authors work in different institutions, the relationship of each author with his organization should be shown by using uppercase numbers, for example:
Example: Department (Laboratory), University (scientific research institute), city, country.

II. <u>THE MAIN TEXT OF THE ARTICLE</u>

The manuscripts of original research are submitted under the standard international scheme (IMRAD format – Introduction, Methods, Results and Discussion) and article should reflect the following headings:
Introduction – outlines the current state of the problem and the urgency of the study. It is necessary to give a critical assessment of the literature related to the issue. This assessment differentiates outstanding issues. Clear defined goals and objectives must be determined, explaining further research in a particular area;
Materials and methods – a fairly detailed description of the work is given. Previously published methods should be accompanied by a reference note: the author describes the changes related to the subject.
The results and discussion – the results should be clear and concise. Give a convincing explanation of the results and their significance so as the reader can not only independently assess the methodological advantages and disadvantages of the study, but also replicate if necessary.
Conclusion summarizes the main results of the research. The author gives recommendations and guidance on possible areas of further research.
The name and contents of figures and tables (rows and columns) should be given as in both Russian and English languages.

III <u>ACKNOWLEDGEMENTS:</u>(when available – in Russian and English).

The author should list persons, organizations, foundations, etc., who contributed help for a research, work and so on.
(E.g. financial aid, language (linguistic) aid assistance in writing articles or editing proofreading, etc.)

IV. ***REFERENCES***

Cited bibliography must contain at least 10 sources. Self-citations are allowed no more than 20 percent. At least 50 percent of the sources from the bibliography should be published in the last five years, including in the journals indexed in databases ***ScienceDirect, Web of Science, Scopus, Science Index***. Only in case of need the references to earlier works are allowed. The bibliography does not include textbooks, regulatory and archival materials, statistical collections, newspaper notes without the author's name, monographs, abstracts and theses. In the cited literature, it is desirable to specify the sources with **DOI**.

Bibliography (list of resources) is presented in two ways:

1. Russian along with foreign sources in accordance with GOST 7.0.5–2008 (All Union State standard).

2. Transliterated in the Latin alphabet with the translation of source publications into English for the international identification system.

Style of links (references):

In the article, the number of a link is enclosed in square brackets and placed in line with the text. You can give the names of the authors, but the number(s) of the references must always be present. The reference numbers (numbers in brackets) shall be in the reference list in the order in which they appear in text.

Example:

«…as shown [3; 6] or Barnaby and Jones [8] obtained a different result… "

The author is solely responsible for the accuracy of bibliographic sources, including the English translation.

1. Russian version – in accordance with GOST R 7.0.5–2008.

References in the Russian version of the article are given in the original language. All references should be made uniformly: only a dot (full stop) without dashes between the parts of description. Double slash separates the description of a larger document, which refers to the fragment. You should not put dot (full stop) before the double slash // but spaces before and after the double slash // are required.

2. The English (REFERENCES) – in accordance with Harvard standard:

References in English are primarily necessary to track cited authors and journals. The correct description of the sources used in reference lists is the guarantee that the quoted publication will be taken into account when assessing the scientific work of its authors, and thus the organization, region and country. Quoting a journal determines its scientific level, the credibility, the effectiveness of its Editorial Board, etc.

The names of sources and works are specified in full, without abbreviations. The titles of monographs, collections of articles and conferences are transliterated into Latin alphabet, followed by an English translation in brackets. The website *http://www.translit.ru/* can be used for free transliteration of Russian text in Latin letters (version of BSI).

In the bibliography **(English version), it is not allowed** to use separating characters ***« // », «–»*** and ***«№»***

Examples:

Description of articles from the journal:

In Russian

Чащин В.П., Гудков А.Б., Попова О.Н., Одланд И.О., Ковшов А.А. Характеристика основных факторов риска нарушений здоровья населения, проживающего на территориях активного природопользования в Арктике // Экология человека. 2014. N1. С. 3–12.

In English

Chashchin V.P., Gudkov A. B., Popova O. N., Odland J.Ö., Kovshov A.A. Description of Main Health Deterioration Risk Factorsfor Population Living on Territories of Active Natural Management in the Arctic. Ekologiya cheloveka [Human Ecology]. 2014, no. 1, pp. 3–12. (in Russian)

Description of articles from the journal:

In Russian

Конторович А.Э., Коржубаев А.Г., Эдер Л.В. Прогноз глобального энергообеспечения: методология, количественные оценки, практические выводы // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление: сетевой журн. 2006. N5. URL: http://www.vipstd.ru/gim/content/view/90/278/ (дата обращения: 22.05.2012).

In English

Kontorovich A.E., Korzhubaev A.G., Eder L.V. [Forecast of global energysupply: Techniques, quantitative assessments, and practical conclusions]. Mineral'nye resursy Rossii. Ekonomika i upravlenie, 2006, no. 5. (In Russian) Availableat: http://www.vipstd.ru/gim/content/view/90/278/). (accessed 22.05.2012)

Description of article (DOI):

In Russian

Раскина Т.А., Пирогова О.А., Зобнина О.В., Пинтова Г.А. Показатели системы остеокластогенеза у мужчин с различными клиническими вариантами анкилозирующего спондилита // Современная ревматология. 2015. Т. 9, N2. С. 23–27. doi: 10.14412/1996–7012–2015–2–23–27

In English

Raskina T.A., Pirogova O.A., Zobnina O.V., Pintova G.A. Indicators of the osteoclastogenesis system in men with different clinical types of ankylosing spondylitis. *Modern Rheumatology Journal*, 2015, vol. 9, no. 2, pp.23–27. doi: 10.14412/1996–7012–2015–2–23–27 (in Russian)

Description of the conference proceedings:

In Russian

Терещенко Ю.В. Трактовка основных показателей вариабельности ритма сердца // Материалы межрегиональной конференции «Новые медицинские технологии на службе первичного звена здравоохранения», Омск, 10–11 апреля, 2010. С. 3–11.

In English

Tereshchenko Yu. V. Traktovka osnovnykh pokazatelei variabel'nosti ritma serdtsa [Interpretation of main indices of heart rate variability]. *Materialy mezhregional'noi konferentsii «Novye meditsinskie tekhnologii na sluzhbe pervichnogo zvena zdravookhraneniya», Omsk, 10–11 aprelya 2010* [Proceedings of Interregional Conference "The New Medical Technology at Initial Stage of Public Care", Omsk, 10–11 April 2010]. Omsk, 2010, pp. 3–11. (in Russian)

Description of the books and monographs:

In Russian

Абдурахманов Г.М., Лопатин И.К. Основы зоологии и зоогеографии. Москва: Академия, 2001. 496 с.

In English

Abdurakhmanov G.M., Lopatin I.K. *Osnovyzoologii i zoogeografii* [Basics of Zoology and Zoogeography]. Moscow, Akademiya Publ., 2001, 496 p.

Description of the internet source:

In Russian

Иванова А.Е. Проблемы смертности в регионах Центрального федерального округа // Социальные аспекты здоровья населения. 2008. № 2. URL: http://vestnik.mednet.ru/content/view54/30/ (дата обращения: 15.08.2008).

In English

Kondrat'ev V.B. Global'naya farmatsevticheskaya promyshlennost' [The global pharmaceuticalindustry]. Availableat: http://perspektivy.info/rus/ekob/globalnaja_farmacevticheskaja_promyshlennost_2011–07-18.html. (accessed 23.06.2013)

Description of GOST:

In Russian

ГОСТ8.586.5–2005. Государственная система обеспечения единства измерений. Измерение расхода и количества жидкостей и газов с помощью стандартных сужающих устройств. М.: Стандартинформ, 2007.143 с.

In English

GOST 8.586.5–2005. Method of measurement. Measurement of flow rate and volume of liquids and gases by means of orifice devices. Moscow, Standartinform Publ., 2007. 10 p. (In Russian)

Instead of references to materials of theses and abstracts, it is recommended to include references to the original articles on the subject of the thesis, as the theses themselves are viewed as the manuscripts and are not printed sources.

V. INFORMATION ABOUT AUTHORS

Example of structured information about the authors (Both English and Russian versions are required):

Affiliations:

Aleksey D. Ivanov – Candidate of technical Sciences, Associate Professor, processes and apparatuses department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolutiov Av., 19, Voronezh, 394000, Russia, ivanov@mail.ru

Ivan A. Petrov – Candidate of technical Sciences, Associate Professor, processes and apparatuses department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolutiov Av., 19, Voronezh, 394000, Russia, petrov@mail.ru

Contribution:

Aleksey D. Ivanov carried out the collection and analysis of actual and literary material.

Ivan A. Petrov the author of manuscript and is responsible for plagiarism.

Conflict of interest:

The authors declare no conflict of interest.

Explanation:

The criteria for authorship (the contribution of each author) / Contribution. in both languages, you must specify the list of responsibilities of each author:

1. Name of the author responsible for detection of plagiarism or other unethical issues.
2. Name of the author largely involved in research, building up its concept and the scientific design, searching sources, making analysis and interpretation.
3. Name of the author responsible for corrections of the manuscript prior to submission to the editor.

Conflict of interest. Authors must inform about potential causes for the conflict of interest, including financial or personal relationships or other relationship with other people or organizations that may arise in the course of three years from the date of submitting the article and negatively affect the process. The authors declare no conflict of interest. It is necessary to specify that there is no conflict of interests of the authors.

Information must be provided both in Russian and English languages.

VI. BASIC ETHICAL PRINCIPLES

Articles accepted for publication in the journal "Proceedings of the VSUET" must reveal the most significant, complete and previously unpublished research results.

To learn more on publication ethics and ethical standards for publication in the journal "Proceedings of the VSUET" please visit the website: *http://www.vestnik-vsuet.ru/vguit/about/editorialPolicies#custom-2*

VII. CONTACT INFORMATION

scientific and public journal "Proceedings of the VSUET"

If you have any questions, please contact the editorial office:

Anna A. Derkanosova – Ph. D., associate professor of department of Service and restaurant business, Head of the Centre for collective use "Control and management of energy efficient projects"

FSBEE HE "Voronezh state university of engineering technologies"

Tel.: 8 920 432 16 57

E-mail: vestnikvgta@mail.ru, aa-derk@yandex.ru

Address: 19, Revolution av., 11 Voronezh 394000 Russia

The journal publishes original scientific articles of theoretical and experimental nature in the field of engineering, natural, economic and chemical sciences. The author points out the section (in the cover letter and the statement from the Department meeting), where he would like to place his article:

- Processes and equipment for food industry;
- Information technologies, modeling and management;
- Food biotechnology;
- Fundamental and Applied chemistry, chemical technology;
- Biotechnology, bionanotechnology and sugary products technology;
- Economics and Management.

The journal "Proceedings of the Voronezh state university of engineering technologies" is published 4 times a year: № 1 – March; № 2 – June; № 3 – September; № 4 – December.

The article should be carefully checked and signed by all its authors. On a separate page the authors indicate their full information such as name, address, scientific degree, occupation, place of work, phone number, E-mail, and point out the person to be in correspondence.

The article must be accompanied by supporting documents:

- covering letter (specify the name of the journal and section to host the material);
- expert opinion (for VSUET employees);
- certificate of plagiarism (at least 80 % of the original)
- positive review of a leading scientist in this field, or a member of the editorial board of the series, signed and stamped.

The decision of article publication or its rejection is up to the Editorial Board, and their decision is final. In case of the article return for correction the date of submission is the day of the corrected text obtaining. The revision term is not more than 1 month.

Materials that do not meet these design requirements are not accepted for publication. Manuscripts are not returned to the authors.

There is no charge for the publication of manuscripts with PhD and doctoral students.