

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, № 2 (68)

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 инженерный 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 инженерный 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 инженерный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия)

БИТЮКОВ ВИТАЛИЙ КСЕНОФОНОВИЧ 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 инженерный 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 инженерный 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 инженерный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия)

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

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

Chairman (Editor-in-chief):

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

Vice-chairman:

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

Members of editorial council:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Международный состав:

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

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

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

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, профессор кафедры технологии нефтехимического синтеза и переработки полимеров, Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет» (Минск, Беларусь)

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

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

SALIKOV IURI 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 IURI 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, Professor 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

КРЕТОВ ИВАН ТИХОНОВИЧ доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники, профессор кафедры машин и аппаратов пищевых производств

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

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

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

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

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

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

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

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

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

KRETOV IVAN TIKHONOVICH doctor of Technical Sciences, prof., Professor of the Department of food machines and equipment for the food industry

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

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

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

Информационные технологии, моделирование и управление

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

BUGAEV IURI 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 технологии броидильных и сахаристых производств

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

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

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

AGAFONOV GENNADI 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

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

GOLUBEVA LIUBOV VLADIMIROVNA doctor of Technical Sciences, prof., Professor of the Department of technology of animal origin products
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 САВВОИЧ 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 броидильных 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 броидильных и сахаристых производств
КУЛЬНЕВА НАДЕЖДА ГРИГОРЬЕВНА доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологии броидильных и сахаристых производств
ЧЕРЕМУШКИНА ИРИНА ВАЛЕНТИНОВНА кандидат технических наук, доцент, заведующая кафедрой теории экономики, товароведения и торговли
ЧЕРЕНКОВ ДМИТРИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ доктор биологических наук, доцент, доцент 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, Associate professor of the Department of Biochemistry and Biotechnology
SHUVAEVA GALINA PAVLOVNA Ph.D in biology, associate professor, Associate professor of the Department of Biochemistry and Biotechnology

Экономика и управление

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Подписной индекс издания в агентстве «Роспечать» 70927

Ответственный секретарь: ДЕРКАНОСОВА А.А. (эл. почта: vestnikvgta@mail.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 20.05.2016. Подписано в печать 30.05.2016.

Формат 70×100 1/8.

Усл. печ. л. 51,5 Тираж 1500 экз. Заказ. С. 418.

Цена – свободная.

© ФГБОУ ВО

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

CONTENTS

PROCESSES AND APPARATUSES OF FOOD ENGINEERING

Antipov S.T., Zhuravlev A.V., Nesterov D.A. Study thermal characteristics of millet grain, dried in the machine with the swirling flow of the coolant and the microwave energy supply

Lytкина L.I., Shevtsov A.A., Shentsova E.S., Apalikhina O.A. The probabilistic model of the process mixing of animal feed ingredients into a continuous mixer-reactor

Ostrikov A.N., Gorbatova A.V., Filiptsov P.V. Researches of heatphysical and rheological properties of creamy and vegetable spread

Medvedkov E.B., Kizatova M.E., Shevtsov A.A., Muravev A.S. Multi-criteria optimization of the flesh melons skin separation process by experimental and statistical analysis methods

Antufyev V.T., Ivanova M.A., Ponedel'chenko A.A. Research results on productivity stabilization by ultrasonic camera (plant) with membrane ceramic elements during vine processing

Antipov S.T., Shakhov S.V., Nikitina S.Yu., Smolko Yu.N. The analisys of heat pumps using during the epuration process

INFORMATION TECHNOLOGIES, MODELLING AND CONTROL

Kudryashov V.S., Alekseev M.V., Yudakov A.A., Popov A.P., Chertov E.D. Development of rubber mixing process mathematical model and synthesis of control correction algorithm by process temperature mode using an artificial neural network

Bugaev Yu.V., Chernyaeva S.N., Oitseva O. Yu., Korobov A.I. Construction of the minimal dominating set in the design of Wi-Fi-network

Bitukov V.K., Khvostov A.A., Sumina A.V. Nonstationary thermal field in the parallelepiped in the mode of heat conduction under boundary conditions of first kind

Kudryashov V.S., Chertov E.D., Ivanov A.V., Gaidin A.A., Glazkova E.V. Estimation of multiply digital process control system extractive distillation stability

Budanov A.V., Tatokhin E.A., Kotov G.I., Saiko D.S. Math modeling of electronic processes and deep level ionization kinetic

Vasechkin M.A., Potapov A.I., Sidorenko A.S., Chertov E.D. Program realization of mathematical model of kinematic calculation of flat lever mechanisms

Guseva E.V., Batyrgazieva D.R. Virtual educational complex of the course "Methods of design of experiments" in distance learning environment of Moodle

СОДЕРЖАНИЕ

ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Антипов С.Т., Журавлев А.В., Нестеров Д.А. Исследование теплофизических характеристик зерна проса, высушенного в аппарате с закрученными потоками теплоносителя и СВЧ-энергоподводом

Лыткина Л.И., Шевцов А.А., Шенцова Е.С., Апалихина О.А. Вероятностная модель процесса смешивания ингредиентов комбикормов в смесителе-реакторе непрерывного действия

Остриков А.Н., Горбатова А.В., Филиппов П.В. Исследования теплофизических и реологических свойств сливочно-растительного спреда

Медведков Е.Б., Кизатова М.Е., Шевцов А.А., Муравьев А.С. Многокритериальная оптимизация процесса отделения корки от мякоти дыни методами экспериментально-статистического анализа

Ангуфьев В.Т., Иванова М.А., Понедельченко А.А. Результаты исследования стабилизации производительности ультразвуковой установки с керамическими мембранными элементами при обработке вина

Антипов С.Т., Шахов С.В., Никитина С.Ю., Смолко Ю.Н. Оценка целесообразности применения теплового насоса для обогрева эспурационной колонны

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, МОДЕЛИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ

Кудряшов В.С., Алексеев М.В., Юдаков А.А., Попов А.П., Чертов Е.Д. Разработка математической модели процесса резиносмешения и синтез корректирующего алгоритма управления температурным режимом процесса с использованием искусственной нейронной сети

Бугаев Ю.В., Черняева С.Н., Ойцева О.Ю., Коробов А.И. Построение минимального доминирующего множества при проектировании Wi-Fi-сети

Битюков В.К., Хвостов А.А., Сумина А.В. Нестационарное температурное поле в параллелепипеде в режиме теплопроводности при граничных условиях первого рода

Кудряшов В.С., Чертов Е.Д., Иванов А.В., Гайдин А.А., Глазкова Е.В. Оценка устойчивости многосвязной цифровой системы управления процессом экстрактивной ректификации

Буданов А.В., Татокhin Е.А., Котов Г.И., Сайко Д.С. Математическое моделирование электронных процессов и кинетика ионизации глубоких уровней

Васечкин М.А., Потапов А.И., Сидоренко А.С., Чертов Е.Д. Программная реализация математической модели кинематического расчета плоских рычажных механизмов

Гусева Е.В., Батыргазиева Д.Р. Виртуальный образовательный комплекс по курсу «Методы планирования эксперимента» в среде дистанционного обучения Moodle

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

Glagoleva L.E., Korotkikh I.V. Algorithm of actions to identify and reduce risks in the production of milk and plant products

Balashova E.A., Bityukova V.V., Kotov G.I., Budanov A.V. Mathematical modeling of the decision-making process on the state of stochastic systems

Saiko D.S., Darinskii B.M., Yavlyanskaya I.V., Budanov A.V. Numerical study of the minimum of the thermodynamic potential of a ferroelectric barium titanate

FOOD BIOTECHNOLOGY

Aleksandrova L.I., Zabodalova L.A., Skvortsova N.N. Study the possibility of use of extracts of the mushroom *Boletus edulis* in the production of functional dairy products

Belozerova M.S., Evstigneeva T.N., Grigor'eva A.A. Development of composition and technology of dairy dessert with carrot fiber

Golubeva L.V., Dolmatova O.I., Ivantsova M.I. The fermented milk product of functional destination

Kutkina M.N., Kotova N.P., Eliseeva S.A. Improving technology universal vegetable semi-finished products for the enterprises of food industry

Ponomareva E.I., Lukina S.I., Altaiuly S., Zubkova E.V. Efficiency of application of electroactivated aqueous solution in the production of bread low acidity

Rodionova N.S., Manukovskaya M.V., Nebol'sin A.E., Serchenya M.V. Application of ultrasonic extraction method in the preparation of the directive action beverage from black currant

Sozaeva D.R., Dzhaboeva A.S., Shaova L.G., Tsagoeva O.K. The pectin content in different types of fruit crops and their physicochemical characteristics

Ugryumova S.D., Krikun A.I. Methodology of comprehensive evaluation of the effectiveness and reliability of production lines of preparation of sea water for the cultivation of aquatic organisms

Shchetilina I.P. The analysis of consumer preferences residents of Voronezh in respect of products of functional purpose from fruit and berry raw materials

Lazurina L.P., Tikhonova Ya.V., Alieva D.A., Antipova L.V. Preparation and application prospects metal containing biocorrectors as part of film coverings to maintain human health

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

Глаголева Л.Э., Коротких И.В. Алгоритм действия по определению и снижению рисков при производстве молочно-растительных продуктов

Балашова Е.А., Битюкова В.В., Котов Г.И., Буданов А.В. Математическое моделирование процесса принятия решения о состоянии стохастических систем

Сайко Д.С., Даринский Б.М., Являнская И.В., Буданов А.В. Численное исследование минимумов термодинамического потенциала сегнетоэлектрика титаната бария

ПИЩЕВАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ

Александрова Л.И., Забодалова Л.А., Сковцова Н.Н. Исследование возможности использования экстрактов гриба *Boletus edulis* при производстве функциональных молочных продуктов

Белозерова М.С., Евстигнеева Т.Н., Григорьева А.А. Разработка состава и технологии молочного десерта с морковной клетчаткой

Голубева Л.В., Долматова О.И., Иванцова М.И. Кисломолочный продукт функционального назначения

Куткина М.Н., Котова Н.П., Елисеева С.А. Совершенствование технологии универсальных овощных полуфабрикатов для предприятий индустрии питания

Пономарева Е.И., Лукина С.И., Алтайулы С., Зубкова Е.В. Эффективность применения электроактивированного водного раствора в производстве хлеба пониженной кислотности

Родионова Н.С., Мануковская М.В., Небольсин А.Е., Серченя М.В. Применение метода ультразвукового экстрагирования в приготовлении напитка направленного действия из ягод черной смородины

Созаева Д.Р., Джабоева А.С., Шаова Л.Г., Цагоева О.К. Содержание пектинов в различных видах плодовых культур и их физико-химические свойства

Угрюмова С.Д., Крикун А.И. Методика комплексной оценки эффективности и надежности технологических линий подготовки морской воды для культивирования гидробионтов

Щетилина И.П. Анализ потребительских предпочтений жителей г. Воронежа в отношении продуктов функционального назначения из плодово-ягодного сырья

Лазурин Л.П., Тихонова Я.В., Алиева Д.А., Антипова Л.В. Получение и перспективы применения металлосодержащих биокорректоров в составе пленочных покрытий для поддержания здоровья человека

FUNDAMENTAL AND APPLIED CHEMISTRY, CHEMICAL TECHNOLOGY

Rudyka E.A., Baturina E.V. Analysis of dust removal equipment used in the manufacture of soluble powders

193

Dolinskaya R.M., Prokopchuk N.R., Leizenorok M.E., Korovina Yu.V. Influence of dispersants on aging and frost elastomeric compositions based on butadiene acrylonitrile rubbers

197

Krotova O.A., Kasperovich A.V., Shashok Zh.S., Popova L.V. The influence of adhesion promoters on elastic and strength properties and structure of elastomeric compositions

201

Mikhailova T.A., Miftakhov E.N., Nasyrov I. Sh., Mustafina S.A. Modeling of continuous free-radical butadiene-styrene copolymerization process by the Monte Carlo method

210

Firsova A.V., Karmanova O.V., Sitnikova V.V., Blinov E.V. Synthesis and properties of butadiene-alpha-methylstyrene thermoplastic elastomer

218

Kalinkina S.P., Kazakova A.A., Suchanov P.T., Ilyin A.N. Visual and colorimetric methods for rapid determination of total tannins in vegetable raw materials

223

BIOTECHNOLOGY, BIONANOTECHNOLOGY AND SUGAR PRODUCTS TECHNOLOGY

Khairullina Z.A., Kanarskii A.V., Sviridova T. V. The study of carbohydrate composition of chicory products

230

Gromkovskii A.A. Influence of heat consumers distribution and flashing vapours effect on steam consumption of evaporation plant of sugar factory

233

Zelepukin Yu.I., Zelepukin S. Yu., Fedoruk V.A., Bushmin I.S. To the question of production of pectin from beet pulp

238

ECONOMICS AND MANAGEMENT

Ovchinnikova O.A., Bazdareva T.O., Kharina V.N. The practice of reflection in the Russian goodwill when buying enterprises as a property complex

243

Shiro M.S. Priority areas for the formation of innovation infrastructure of the Southern Federal District

249

Kuz'menkova V.D. Sustainable development of Russian regions

257

Shibanov V.E., Sheider O.A. Taxes and free economic zones: Russian practice and China experience

262

Kalchenko O.A. The history of wealth concept and ways to achieve it for sustainable development

269

Gerasimova V.A., Shikulskaya O.M. Research of a problem of qualification validation and reskilling of migrants

274

Kiseleva I.A., Simonovich N.E., Strukov G. N. Risk management with regard to the effect of human factors

280

ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ И ПРИКЛАДНАЯ ХИМИЯ, ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Рудыка Е.А., Батурина Е.В. Анализ пылеочистного оборудования, используемого при производстве растворимых порошков

Долинская Р.М., Прокопчук Н.Р., Лейзеронек М.Е., Корovina Ю.В. Влияние диспергаторов на старение и морозостойкость эластомерных композиций на основе бутадиеннитрильных каучуков

Кротова О.А., Касперович А.В., Шашок Ж.С., Попова Л.В. Влияние промоторов адгезии на упруго-прочностные свойства и структуру эластомерных композиций

Михайлова Т.А., Мифтахов Э.Н., Насыров И.Ш., Мустафина С.А. Моделирование непрерывного процесса свободнорадикальной сополимеризации бутадиена со стиролом методом Монте-Карло

Фирсова А.В., Карманова О.В., Ситникова В.В., Блинов Е.В. Бутадиен- α -метилстирольный термоэластопласт, синтез и свойства

Калинкина С.П., Казакова А.А., Суханов П.Т., Ильин А.Н. Визуальные и цветометрические экспресс-способы суммарного определения дубильных веществ в растительном сырье

БИОТЕХНОЛОГИЯ, БИОНАНОТЕХНОЛОГИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ САХАРИСТЫХ ПРОДУКТОВ

Хайруллина З.А., Канарский А.В., Свиридова Т.В. Исследование углеводного состава продуктов из цикория

Громковский А.А. Влияние распределения теплотребителей и эффекта самоиспарения на расход пара многокорпусной выпарной установки сахарного завода

Зелепукин Ю.И., Зелепукин С.Ю., Федорук В.А., Бушмин И.С. К вопросу производства пектина из свекловичного жома

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

Овчинникова О.А., Баздарева Т.О., Харина В.Н. Практика отражения в российском учете деловой репутации при покупке предприятия как имущественного комплекса

Широ М.С. Приоритетные направления формирования инновационной инфраструктуры регионов Южного Федерального округа

Кузьменкова В.Д. Устойчивое развитие регионов России

Шибанов В.Е., Шнейдер О.А. Функционирование свободных экономических зон и их налогообложение: Российская практика и опыт КНР

Кальченко О.А. История развития понятия благосостояния и способов его достижения для устойчивого развития

Герасимова В.А., Шикунская О.М. Исследование проблемы валидации квалификации и переподготовки мигрантов

Киселева И.А., Симонович Н.Е., Струков Г.Н. Управление рисками с учетом влияния человеческого фактора

Balashova E.S., Gromova E.A. Prospects and opportunities the implementation of effective management models at the enterprises of the Russian industry

Karpovich M.A., Frolova E.G. Optimization of neural network algorithm of the land market description

Emtsova I.I., UP'chenko T. Yu., Sapronova L.M. Forms and methods of stimulation of innovative activities in the restructuring of production program

Galyaeva L.E., Kotlyar E.A. The development trends of credit rating agencies activity in Russia

Ruzhkova S.M., Kruchinina V.M. Russian market of oil and fat products in a competitive environment

Mashentsova L.S. Polygon competitiveness as an assessment of the social economic development of major cities

Zakirova E.R. The economic content of the term "investment attractiveness"

Sidorov V.M. Design of financial results on the basis of factor analysis

Shevchenko N.V., Nadutkina I.E., Melkova A.A. Features of external labor migration in the territory of the Belgorod region

Kashirina M.L., Zagumennaya Yu.S. Application of innovative technologies in the development of logistics in the crisis period

Zaporozhseva L.A., Sabetova T.V. Формирование стратегии устойчивого развития коммерческих организаций

Khorev A.I., Lutchenko T.V. Corporate center of the integrated structure in modern conditions model

Kipervar E.A., Trunkina L.V. The formation and development of innovative potential of the company's employees

Makarov O.A., Barbashina E.A. Analysis of the problems of modern electric power industry and strategic ways to resolve them in accordance with the concept of the Energy Strategy to 2035

Kalimullina E.R. The resource potential of social protection of children with disabilities and the efficiency of its use

Linev I.V. Emergent and multiplicative effect in a cluster

Shkarupeta E.V., Krasnikova A.V., Shishkin I.A., Dudareva O.V. Verification of a investment appeal assessment technique of the IT introduction project at the hi-tech knowledge-intensive enterprise

Kurbanov D.T. Science and innovation: analysis of it's management, financing and using

Kalach A.V., Shkarupeta E.V., Shmyreva M.B. Development of an industrial complex for ensuring national competitiveness and economic security

Valiliev M.P. Resource potential methods using for efficiency of activities in the region increase

Bukharin S.V., Molochayeva O.S., Khorev A.I. Method of immersion of a problem of comparison financial conditions of the enterprises in an expert cover in a class algorithms of artificial intelligence

Балашова Е.С., Громова Е.А. Перспективы и возможности внедрения эффективных моделей управления на предприятиях российской промышленности

Карпович М.А., Фролова Е.Г. Оптимизация нейросетевого алгоритма описания земельного рынка

Емцова И.И., Ульченко Т.Ю., Сапронова Л.М. Формы и методы стимулирования инновационной деятельности при реструктуризации производственной программы

Галяева Л.Е., Котляр Е.А. Тенденции развития деятельности кредитных рейтинговых агентств в России

Рыжкова С.М., Кручинина В.М. Российский рынок масложировой продукции в условиях конкуренции

Машенцова Л.С. Многоутольник конкурентоспособности как оценка социально-экономического развития крупных городов

Закирова Э.Р. Экономическое содержание категории «инвестиционная привлекательность»

Сидоров В.М. Моделирование финансовых результатов на основе факторного анализа

Шевченко Н.В., Надуткина И.Э., Мелкова А.А. Особенности внешней трудовой миграции на территории Белгородской области

Каширина М.Л., Загуменная Ю.С. Применение инновационных технологий в развитии логистики в кризисный период

Запорожцева Л.А., Сабетова Т.В. Sustainable development strategy formation for business corporations

Хорев А.И., Лутченко Т.В. Модель работы корпоративного центра интегрированной структуры в современных условиях

Кипервар Е.А., Трункина Л.В. Формирование и развитие инновационного потенциала работников предприятия

Макаров О.А., Барбашина Е.А. Анализ проблем современной электроэнергетической отрасли и стратегические пути их решения в соответствии с концепцией Энергетической стратегии до 2035 года

Калимуллина Э.Р. Ресурсный потенциал социальной защиты детей-инвалидов и эффективность его применения

Линев И.В. Эмерджентность и мультипликативный эффект в кластере

Шкарупета Е.В., Красникова А.В., Шишкин И.А., Дударева О.В. Верификация методики оценки инвестиционной привлекательности проекта внедрения IT на высокотехнологичном наукоемком предприятии

Курбанов Д.Т. Наука и инновации: анализ управления, финансирования, использования

Калач А.В., Шкарупета Е.В., Шмырева М.Б. Развитие промышленного комплекса в целях обеспечения национальной конкурентоспособности и экономической безопасности

Васильев М.П. Применение методов ресурсного потенциала для роста эффективности деятельности региона

Бухарин С.В., Молочаева О.С., Хорев А.И. Метод погружения задачи сравнения финансового состояния предприятий в экспертную оболочку в классе алгоритмов искусственного интеллекта

Исследование теплофизических характеристик зерна проса, высушенного в аппарате с закрученными потоками теплоносителя и СВЧ-энергоподводом

Сергей Т. Антипов,¹ ast@vsuet.ru
Алексей В. Журавлев,¹ alexjav2@mail.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, Россия
Реферат. В статье рассматривается проблематика определения теплофизических характеристик зерна проса. Обоснован выбор объекта исследования. Изложен принцип работы установки и параметры эталона органического стекла для измерений. Метод заключался в исследовании зерна проса и органического стекла, которые приводятся в соприкосновение по одной общей плоскости. Нагреватель приводился в соприкосновение с продуктом и передавал постоянный поток теплоты, который проходил через слой зерна проса с различной скоростью. В результате температура в плоскости соприкосновения изменялась и записывалась на диаграмме потенциометра в виде кривой, по которой можно определить время и изменение температуры. Температуропроводность и теплопроводность определялись по эмпирическим формулам, полученным из решения системы дифференциальных уравнений, составленных для системы двух тел, в одно из которых входят неизвестные теплофизические характеристики. Исследуемые два тела соприкасались по одной общей плоскости, в результате чего по принципам математической физики составлялись два дифференциальных уравнения с едиными начальными и граничными условиями первого рода, обусловленные параметрами проводимого опыта. Представлены графики зависимостей теплофизических характеристик от температуры и влажности. Выявлен линейный характер зависимостей теплофизических характеристик, показывающий что, с увеличением температуры значение коэффициента температуропроводности снижается, а коэффициент теплопроводности и удельная теплоёмкость носят возрастающий характер. Выявлены уравнения, описывающие теплофизические характеристики зерна проса при влажности в интервале 13,6–35,1% и диапазоне температур 293–373 К.

Ключевые слова: сушка, зерно проса, теплофизические характеристики, удельная теплоёмкость, теплопроводность, коэффициент температуропроводности.

Study thermal characteristics of millet grain, dried in the machine with the swirling flow of the coolant and the microwave energy supply

Sergei T. Antipov,¹ ast@vsuet.ru
Aleksey V. Zhuravlev,¹ alexjav2@mail.ru
Dmitrii A. Nesterov,¹ nestor13_lord@mail.ru

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

Summary. The article discusses the problems of determining the thermal characteristics of millet. The choice of the research object. The paper presents the principle of operation of the plant and the parameters of the standard, organic glass for measurements. Method was to study millet grains and organic glass, which are brought into contact on a common plane. The heater is brought into contact with the product and passed the constant heat flow, which passed through a layer of millet grain at different speeds. As a result, the temperature in the contact plane of the changed and recorded on the chart of the potentiometer in the form of the curve, by which you can determine the time and temperature change. The thermal diffusivity and thermal conductivity determined by empirical formulas obtained by solving a system of differential equations, made up for the system of two bodies, one of which includes the unknown thermal characteristics. Test two bodies in contact on a common plane, resulting in mathematical physics principles constitute two differential equations with uniform initial and boundary conditions of the first kind, due to the parameters of ongoing experience. It is a plot of thermal performance of the temperature and humidity. Revealed linear dependence of the physical thermal characteristics, showing that with increasing temperature the thermal diffusivity value decreases, and the thermal conductivity and specific heat capacity are increasing character. Revealed the equations describing the thermal characteristics of millet grain with a humidity in the range of 13.6–35.1% and the temperature range 293–373 K.

Keywords: drying, grain millet, thermal characteristics, specific heat, thermal conductivity, thermal diffusivity.

Для цитирования

Антипов С. Т., Журавлев А. В., Нестеров Д. А. Исследование теплофизических характеристик зерна проса, высушенного в аппарате с закрученными потоками теплоносителя и СВЧ-энергоподводом // Вестник ВГУИТ. 2016. № 2. С 11–15. doi:10.20914/2310-1202-2016-2-11-15

For citation

Antipov S. T., Zhuravlev A. V., Nesterov D. A. Study thermal characteristics of millet grain, dried in the machine with the swirling flow of the coolant and the microwave energy supply. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 2 pp. 11–15. (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2016-2-11-15

Введение

Исследование теплофизических характеристик продукта является важной составляющей для научного обоснования процесса сушки, а также создания нового сушильного оборудования или адаптации к уже существующим аппаратам [1]. В качестве объекта исследования нами было выбрано зерно проса, как обладающее повышенными физико-химическими показателями [2]. Сушка производилась в разработанном на кафедре МАПП Воронежского государственного университета инженерных технологий аппарате с закрученными потоками теплоносителя и СВЧ-энергоподводом [3, 4].

1.1 Материалы и методы

При определении теплофизических характеристик, таких как удельная теплоёмкость c , Дж/(кг·К), коэффициент температуропроводности a , м²/с, коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м·К), использован метод разработанный В. С. Волькенштейн, основанный на решении задачи теплопроводности для начальной стадии процесса, а именно метод двух температурно-временных точек.

Определение теплофизических характеристик зерна проса производилось на установке Cossfield RT-1394H.

Метод, применяемый в данной установке, заключается в исследовании ограниченного (пищевой продукт) и полуограниченного (эталон) тел, которые приводятся в соприкосновение по одной общей плоскости. Нагреватель, нагретый до постоянной температуры, приведён в соприкосновение с продуктом и передаёт постоянный поток теплоты, который проходит через толщину пищевого продукта с различной скоростью. В результате температура в плоскости соприкосновения пищевого продукта с эталоном изменяется и записывается на диаграмме потенциометра в виде кривой, по которой можно определить время и изменение температуры.

Начальная температура продукта и эталона в течение всего опыта поддерживалась постоянной. Эталон с сечением 70×70 мм и длиной 150 мм изготовлен из органического стекла и имеет следующие характеристики: $\alpha_0 = 15,7$ м²/с, $\lambda_0 = 0,1839$ Вт/м·К, $c_0 = 10,88$ Дж/кг·К, $\rho_0 = 1075$ кг/м³.

Во время эксперимента фиксируется время τ_1 и τ_2 , в течение которого температура на границе раздела эталонного тела и исследуемого образца достигнет заданного значения ΔT_1 и ΔT_2 соответственно, разница при этом в нашем эксперименте составляла 20 К.

Управление ходом эксперимента и обработка измерительной информации осуществляется посредством виртуального прибора, разработанного в LabView 7.0.

Температуропроводность и теплопроводность определяются по эмпирическим формулам, полученным из решения системы дифференциальных уравнений, составленных для системы двух тел, в одно из которых входят неизвестные теплофизические характеристики [5]. Относительно этих характеристик решается система уравнений, включающая параметры проведённого опыта. Так как исследуемые два тела соприкасаются по одной общей плоскости, то по принципам математической физики можно составить два дифференциальных уравнения с едиными начальными и граничными условиями первого рода, обусловленных параметрами проводимого опыта [6, 7].

Температуропроводность, Вт/(м·К) исследуемого образца пищевого продукта определяется по эмпирической формуле

$$\lambda_m = \lambda_0 \frac{1-h}{1+h} \sqrt{\frac{a_m}{a_0}}, \quad (1)$$

где λ_m , a_m ; λ_0 , a_0 – соответственно теплопроводность и температуропроводность образца исследуемого пищевого продукта и эталона; h – вспомогательная величина, определяемая по формуле:

$$h = \frac{t''}{t_{cp} [1 - \Phi(z'')] } - 1, \quad (2)$$

где t'' – температура в плоскости соприкосновения образца продукта и эталона, определяемая по полученной диаграмме, °С; t_{cp} – температура греющей поверхности, определяемая по полученной диаграмме аналогично, °С; $\Phi(z'')$ – функция Гаусса.

Удельная теплоёмкость пищевого продукта, Дж/(кг·К) определяется по зависимости:

$$c_m = \lambda_m / (a_m \rho_m), \quad (3)$$

где ρ_m – плотность пищевого продукта, кг/м³.

1.2 Результаты и обсуждение

Зависимости теплофизических характеристик зерна проса представлены на рисунках 1–6.

Данные эксперимента были обработаны при помощи программной среды «Table Curve 3D», позволяющей получить зависимости 4–6 теплофизических характеристик от влагосодержания в интервале 13,6–35,1% и диапазоне температур 293–373 К.

$$\alpha = 250,12 - 76,69 \cdot \ln T + 0,58 \cdot W_0^c + 6 \cdot (\ln T)^2; \quad (4)$$

$$\lambda = (0,17 + 1,23 \cdot T + 1,95 \cdot W_0^{c^2}) / (1 + 7,18 \cdot T^2); \quad (5)$$

$$c = 28433,55 - 260,19 \cdot T - 142,96 \cdot W_0^c + 0,8 \cdot T^2 - 1,06 \cdot W_0^{c^2} + 1,05 \cdot T \cdot W_0^c \quad (6)$$

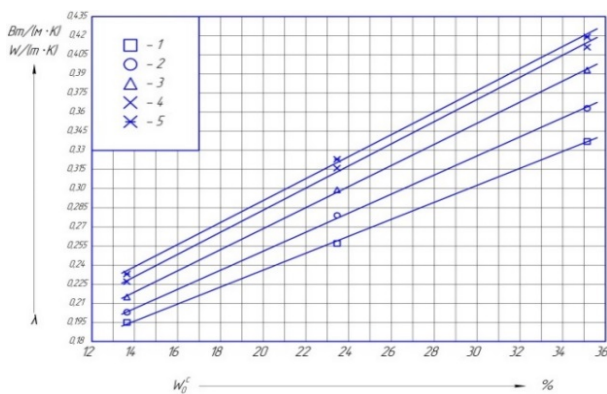


Рисунок 1. Зависимость коэффициента теплопроводности λ , Вт/(м·К), от влажности при: 1 – $T = 293$ К; 2 – $T = 313$ К; 3 – $T = 333$ К; 4 – $T = 353$ К; 5 – $T = 373$ К

Figure 1. The dependence of the thermal conductivity λ , W/(m·K), from the humidity: 1 – $T = 293$ К; 2 – $T = 313$ К; 3 – $T = 333$ К; 4 – $T = 353$ К; 5 – $T = 373$ К

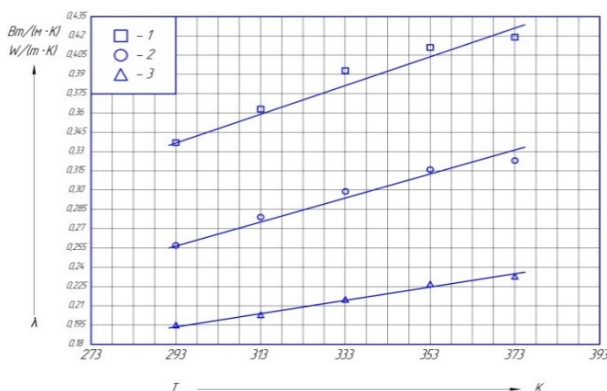


Рисунок 2. Зависимость коэффициента теплопроводности λ , Вт/(м·К), от температуры при: 1 – $W_0^c = 13,6\%$; 2 – $W_0^c = 23,5\%$; 3 – $W_0^c = 35,1\%$

Figure 2. The dependence of the thermal conductivity λ , W/(m·K), at a temperature from: 1 – $W_0^c = 13,6\%$; 2 – $W_0^c = 23,5\%$; 3 – $W_0^c = 35,1\%$

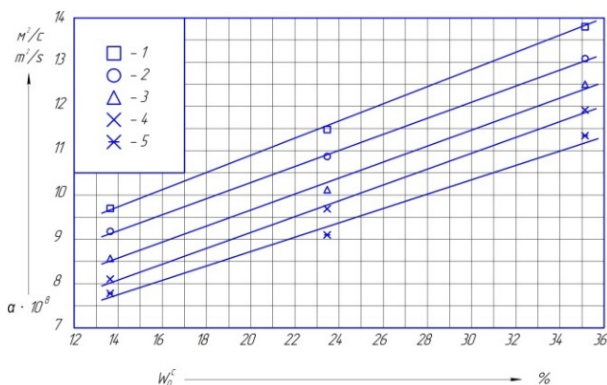


Рисунок 3. Зависимость коэффициента температуропроводности $\alpha \cdot 10^8$, м²/с, от влажности при: 1 – $T = 293$ К; 2 – $T = 313$ К; 3 – $T = 333$ К; 4 – $T = 353$ К; 5 – $T = 373$ К

Figure 3. The dependence of the thermal diffusivity coefficient $\alpha \cdot 10^8$, m²/s, from humidity: 1 – $T = 293$ К; 2 – $T = 313$ К; 3 – $T = 333$ К; 4 – $T = 353$ К; 5 – $T = 373$ К

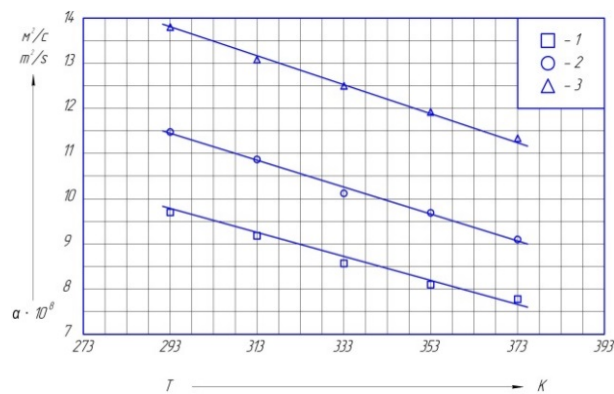


Рисунок 4. Зависимость коэффициента температуропроводности $\alpha \cdot 10^8$, м²/с, от температуры при: 1 – $W_0^c = 13,6\%$; 2 – $W_0^c = 23,5\%$; 3 – $W_0^c = 35,1\%$

Figure 4. The dependence of the thermal diffusivity $\alpha \cdot 10^8$ m²/s, at a temperature from: 1 – $W_0^c = 13,6\%$; 2 – $W_0^c = 23,5\%$; 3 – $W_0^c = 35,1\%$

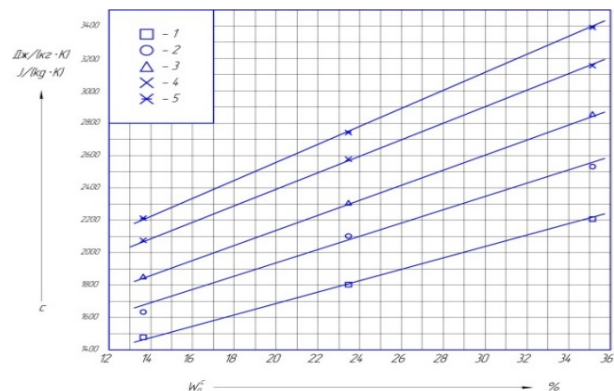


Рисунок 5. Зависимость коэффициента удельной теплоёмкости c , Дж/(кг·К) от влажности при: 1 – $T = 293$ К; 2 – $T = 313$ К; 3 – $T = 333$ К; 4 – $T = 353$ К; 5 – $T = 373$ К

Figure 5. The dependence of the specific heat coefficient c , J/(kg·K), from humidity: 1 – $T = 293$ К; 2 – $T = 313$ К; 3 – $T = 333$ К; 4 – $T = 353$ К; 5 – $T = 373$ К

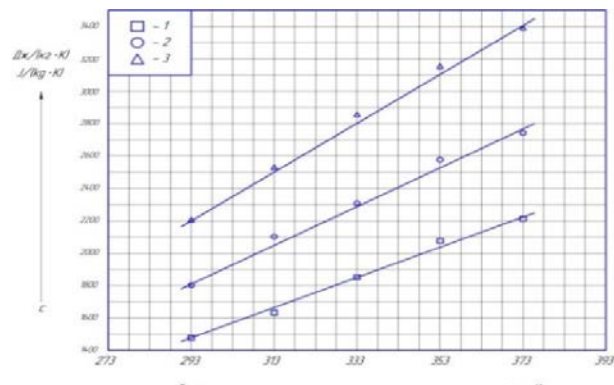


Рисунок 6. Зависимость коэффициента удельной теплоёмкости c , Дж/(кг·К) от температуры при: 1 – $W_0^c = 13,6\%$; 2 – $W_0^c = 23,5\%$; 3 – $W_0^c = 35,1\%$

Figure 6. The dependence of the specific heat coefficient c , J/(kg·K), at a temperature from: 1 – $W_0^c = 13,6\%$; 2 – $W_0^c = 23,5\%$; 3 – $W_0^c = 35,1\%$

В ходе обработки экспериментальных данных выявлено, что теплофизические характеристики (коэффициент температуропроводности, коэффициент теплопроводности и удельная теплоёмкость) имеют линейный характер.

С увеличением температуры значение коэффициента температуропроводности снижается, а коэффициент теплопроводности

и удельная теплоёмкость носят возрастающий характер, что подтверждается при подстановке полученных значений в уравнение 3.

Заключение

Полученные данные в дальнейшем будут использованы при разработке математических моделей процесса сушки зерна проса для любых сушильных установок.

ЛИТЕРАТУРА

1 Васильев В. Н., Куцакова В. Е., Фролов С. В. Технология сушки. Основы тепло- и массообмена: учебник. СПб.: ГИОРД, 2013. 222 с.

2 Коновалов К. Л., Шулбаева М. Т. Растительные пищевые композиты для производства комбинированных продуктов // Пищевая промышленность. 2008. № 7. С. 8–10.

3 Пат. 2544406 Российская Федерация, МПК7 F 26 В 17/10, F 26 В3/347. Аппарат для сушки дисперсных материалов в закрученном потоке теплоносителя с СВЧ-энергоподводом / Казарцев Д. А., Антипов С. Т., Журавлев А. В., Нестеров Д. А., Бородкина А. В.; заявитель и патентообладатель Воронеж. гос. ун-т. инж. тех. № 2013150692/06; Заявл. 14.11.2013; Оpubл. 20.03.2015, Бюл. № 8. 9 с.

4 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. Воронеж. № 2. 2014. С. 52–59.

5 Чубик И. А., Маслов А. М. Справочник по теплофизическим характеристикам пищевых продуктов и материалов. М.: Изд-во «Книга по требованию», 2012. 185 с.

6 Sharma G. P., Prasad S. Specific energy consumption in microwave drying of garlic cloves // Energy. 2006. V. 31. №. 12. P. 1921–1926. doi:10.1016/j.energy.2005.08.006

7 Bhupender S. K., Rajneesh B., Baljeet, S. Y. Physicochemical, functional, thermal and pasting properties of starches isolated from pearl millet cultivars // International Food Research Journal. 2013. № 20(4). P. 1555–1561.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Сергей Т. Антипов д.т.н., профессор, проректор по научной и инновационной деятельности, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, ast@vsuet.ru

REFERENCES

1 Vasiliev V. N., Kutsakova V. E., Frolov S. V. Tekhnologiya sushki. Osnovy teplo- i massoobmena. [Drying technology. Fundamentals of Heat and Mass Transfer] Saint-Petersburg, GIORД, 2013. 222 p. (in Russian).

2 Konovalov K. L. Vegetable food composites for the production of combination products / K. L. Konovalov, Shulbaeva M. T. // Food Industry. 2008. № 7. S. 8–10. (in Russian).

3 Kazartsev D. A., Antipov S. T., Zhuravlev A. V., Nesterov D. A., Borodkina A. V. Apparat dlya sushki dispersnykh materialov v zakruchennom potoke teplonositelya s SVCh-energopodvodom [Apparatus for drying particulate materials in the swirling flow of coolant to the microwave energy supply] Patent RF, no. 2544406, 2015. (in Russian).

4 Antipov S. T., Zhuravlev A. V., Kazartsev D. A., Borodkina A. V. et al. Combined devices with twisted coolant flow for drying particulate materials. *Tekhnologii pishchevoi i pererabatyvayushchei promyshlennosti. APK – produkty zdorovogo pitaniya* [Technology of food processing industry agro-industrial complex – healthy food]. 2014, no. 2, pp. 52–59. (in Russian).

5 Chubik I. A., Maslov A. M. Spravochnik po teplofizicheskim kharakteristikam pishchevykh produktov i materialov [Handbook of thermophysical characteristics of foods and materials]. Moscow, Kniga po trebovaniyu, 2012. 185 p. (in Russian).

6 Sharma G. P., Prasad S. Specific energy consumption in microwave drying of garlic cloves. *Energy*. 2006, no. 12, pp. 1921–1926. doi:10.1016/j.energy.2005.08.006

7 Bhupender S. K., Rajneesh B., Baljeet S. Y. Physicochemical, functional, thermal and pasting properties of starches isolated from pearl millet cultivars. *International Food Research Journal*. 2013, no. 20(4), pp. 1555–1561.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Sergei T. Antipov ph.d., professor, vice-rector for research and innovation, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, Russia, ast@vsuet.ru

Алексей В. Журавлев к.т.н., доцент, кафедра машин и аппаратов пищевых производств, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, alexjav2@mail.ru

Дмитрий А. Нестеров аспирант, кафедра машин и аппаратов пищевых производств, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, nestor13_lord@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Сергей Т. Антипов предложил схему проведения эксперимента, консультация в ходе испытаний

Алексей В. Журавлев консультация в ходе исследования

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

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 11.03.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 08.04.2016

Alexey V. Zhuravlev Ph.d., assistant professor, department of machines and equipment for food production, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, Russia, alexjav2@mail.ru

Dmitriy A. Nesterov graduate student, department of machines and equipment for food production, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, Russia, nestor13_lord@mail.ru

CONTRIBUTION

Sergei T. Antipov proposed a scheme of the experiment, test consulting input

Aleksey V. Zhuravlev consultation during the study

Dmitrii A. Nesterov wrote the manuscript, correct it before filing in the office and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 3.11.2016

ACCEPTED 4.8.2016

Вероятностная модель процесса смешивания ингредиентов комбикормов в смесителе-реакторе непрерывного действия

Лариса И. Лыткина,	¹	larissaig2410@rambler.ru
Александр А. Шевцов,	¹	shevalol@rambler.ru
Евгения С. Шенцова,	¹	evgeniya-shencova@yandex.ru
Оксана А. Апалихина	¹	oxana2031@mail.ru

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

Реферат. Математическая модель процесса смешивания полидисперсных отражает его стохастические особенности в виде неравномерности распределения элементов фаз по времени пребывания в аппарате, по размерам частиц, по неравномерности удерживающей способности аппарата, случайному характеру распределения материальных и тепловых потоков фаз по рабочему объему, по неоднородности физико-химических свойств среды, осложненных химической реакцией. Для математического описания процесса смешивания ингредиентов комбикормов при наличии химической реакции использована система дифференциальных уравнений академика В.В. Кафарова. Предложенная им гипотеза на основе теории марковских процессов о том, что «всякую многокомпонентную смесь можно рассматривать как результат итерационного процесса смешивания двух компонентов до достижения заданной однородности всех ингредиентов в смеси» позволяет рассматривать процесс смешивания бинарной композиции в лопастном смесителе в виде дифференциальных уравнений изменения концентраций двух ингредиентов во времени многократное число раз. до достижения однородности смеси. Установлено, что процесс смешивания двухкомпонентной смеси в лопастном смесителе определяется постоянной скоростью смешивания и предельной (равновесной) дисперсией содержания ингредиентов в смеси, то есть ее однородностью. Настройка параметров модели осуществлялась по результатам экспериментальных исследований при смешивании измельченного зерна пшеницы с металломагнитной примесью, которая являлась ключевым (индикаторным) компонентом. По наилучшим оценкам константы постоянной скорости смешивания и значениям равновесной дисперсии содержания ингредиентов проведена идентификация параметров математической модели. Полученные результаты использованы при разработке конструкции смесителя нового поколения.

Ключевые слова: процесс смешивания, ингредиенты, однородность, модель, идентификация, смеситель

The probabilistic model of the process mixing of animal feed ingredients into a continuous mixer-reactor

Larisa I. Lytkina,	¹	larissaig2410@rambler.ru
Aleksandr A. Shevtsov,	¹	shevalol@rambler.ru
Evgeniya S. Shentsova,	¹	evgeniya-shencova@yandex.ru
Oksana A. Apalikhina	¹	oxana2031@mail.ru

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

Summary. A mathematical model of the polydisperse medium mixing process reflects its stochastic features in the form of uneven distribution of phase elements on the time of their presence in apparatus, particle size, ripple retention of the apparatus, random distribution of the material and thermal phase flows of the working volume, heterogeneity of the medium physical- and chemical properties, complicated by chemical reaction. For the mathematical description of the mixing process of animal feed ingredients in the presence of chemical reaction the system of differential equations of Academician V.V. Kafarov was used. Proposed by him hypothesis based on the theory of Markov's processes stating that "any multicomponent mixture can be considered as the result of an iterative process of mixing the two components to achieve the desired uniformity of all the ingredients in the mixture" allows us to consider a process of mixing binary composition in a paddle mixer in the form of differential equations of two ingredients concentration numerous changes until it becomes a homogenous mixture. It was found out that the mixing process of the two-component mixture is determined in a paddle mixer with a constant mixing speed and a limit (equilibrium) dispersion of the ingredients in the mixture i.e. with its uniformity. Adjustment of the model parameters was carried out according to the results of experimental studies on mixing the crushed wheat with metallomagnetic impurity, which was a key (indicator) component. According to the best values of the constant of the continuous mixing speed and the equilibrium disperse values of the ingredients contents, the mathematical model parameters identification was carried out. The results obtained are used to develop a new generation mixer design.

Keywords: mixing process, the ingredients, homogeneity, model, identification, mixer

Для цитирования

Лыткина Л. И., Шевцов А. А., Шенцова Е. С., Апалихина О. А. Вероятностная модель процесса смешивания ингредиентов комбикормов в смесителе-реакторе непрерывного действия // Вестник ВГУИТ. 2016. № 2. С. 16–21. doi:10.20914/2310-1202-2016-2-16-21

For citation

Lytkina L. I., Shevtsov A. A., Shentsova E. S., Apalikhina O. A. The probabilistic model of the process mixing of animal feed ingredients into a continuous mixer-reactor. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 2. pp. 16–21. (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2016-2-16-21

Введение

Математическая модель процесса смешивания полидисперсных сред должна отражать его стохастические особенности в виде неравномерности распределения элементов фаз по времени пребывания в аппарате, по размерам частиц, по неравномерности удерживающей способности аппарата, случайному характеру распределения материальных и тепловых потоков фаз по рабочему объёму, по неоднородности физико-химических свойств среды, осложнённых химической реакцией. При смешивании компонентов комбикормов имеет место экзотермическая реакция взаимодействия оксидов кальция и магния с водой, что приводит к разогреву многокомпонентной смеси, и прежде всего мелассы, и как следствие, к снижению её вязкости. С повышением температуры в мелассе происходит карамелизация сахаров и в дальнейшем превращение их в твёрдую кристаллическую массу [1, 2].

Поэтому для математического описания процесса смешивания ингредиентов комбикормов при наличии химической реакции целесообразно использовать систему дифференциальных уравнений академика В. В. Кафарова. Предложенная им гипотеза на основе теории марковских процессов «всякую многокомпонентную смесь можно рассматривать как результат итерационного процесса смешивания двух компонентов до достижения заданной однородности всех ингредиентов в смеси», что позволяет рассматривать процесс смешивания бинарной композиции в лопадном смесителе в виде дифференциальных уравнений изменения концентраций ингредиентов А и В во времени:

$$\frac{d(c_A - m_A)}{dt} = -k(c_A - m_A)^2 + kD_A; \quad (1)$$

$$\frac{d(c_B - m_B)}{dt} = -k(c_B - m_B)^2 + kD_B, \quad (2)$$

где $k = \mu(N_A a' + N_B b')/b'$ – коэффициент; c_A, c_B – содержание ингредиентов А и В; m_A, m_B – математические ожидания содержания ингредиентов А и В, соответствующие значению в рецептуре многокомпонентной смеси; μ – эмпирический коэффициент; N_A, N_B – число частиц ингредиентов А и В в смеси; $a' = \gamma_A V_A$; $b' = \gamma_B V_B$; a и b – число частиц, входящих в смесь ингредиентов А и В; V_A и V_B – объёмы частиц А и В; γ_A и γ_B – плотности частиц А и В; D_A и D_B – разброс случайной величины в области математического ожидания, характеризующий неоднородность смеси и необходимость дальнейшего смешивания частиц.

Уравнения (1) и (2) характеризуют изменение содержания ингредиентов А и В в рабочей камере смесителя. В производственных условиях оценка однородности смеси осуществляется по отбору определённого числа проб. Уравнение (1) при отборе n проб в произвольно выбранных точках рабочей камеры смесителя при l повторностях в каждой точке принимает вид:

$$\frac{d(c_{ij} - m)}{dt} = -k(c_{ij} - m)^2 + kD_{c_{ij}} \\ i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, l. \quad (3)$$

Для оценки качества смеси перейдём от содержания ингредиентов к выборочному разбросу случайной величины в области математического ожидания. Систему уравнений (3) просуммируем по n пробам и l повторностям и разделим на nl , тогда получим:

$$\frac{1}{nl} \frac{d}{dt} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^l (c_{ij} - m) = -\frac{k}{nl} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^l (c_{ij} - m)^2 + \frac{k}{nl} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^l D_{c_{ij}} \quad (4)$$

Величина в левой части уравнения (4) является осреднённой по n пробам и l повторностям содержания ингредиента А в смеси. Вследствие независимости наблюдаемых отклонений в n пробах и l повторностях двойные суммы парных произведений центрированных случайных величин являются корреляционными моментами и равны нулю. Отсюда:

$$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^l (c_{ij} - m) \right]^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^l (c_{ij} - m)^2 = nl\sigma^2, \quad (5)$$

где σ^2 – выборочный разброс случайной величины в области математического ожидания ингредиента в многокомпонентной смеси.

Первое слагаемое в правой части уравнения (4) является осреднённым выборочным разбросом случайной величины в области математического ожидания ингредиента в многокомпонентной смеси, характеризующий неоднородность смеси и необходимость дальнейшего смешивания частиц, которая имеет смысл спонтанного перераспределения неоднородных частиц, обусловленного сегрегацией σ_c^2 . Тогда уравнение (4) может быть представлено следующим образом:

$$\frac{\sqrt{nl} d \sqrt{\sigma^2}}{n l dt} = -k(\sigma^2 - \sigma_c^2),$$

где k – коэффициент, определяющий константу скорости смешивания.

Кривые кинетики процесса смешивания, характеризующие изменение выборочного разброса случайной величины в области математического ожидания представлены на рисунке 1.

И позволяют определить значение σ_p^2 , при котором достигается динамическое равновесие между спонтанным перераспределением частиц при смешивании σ_n^2 и сегрегацией σ_c^2 .

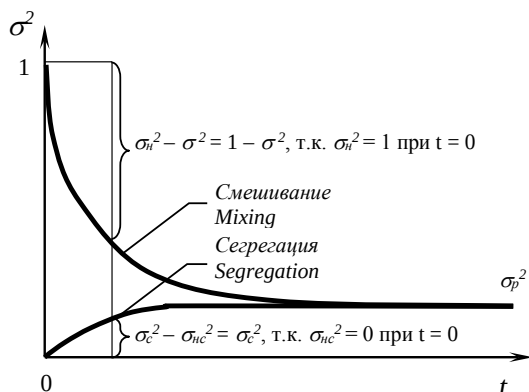


Рисунок 1. Кривые кинетики процессов смешивания и сегрегации

Figure 1. Mixing and segregation kinetics curves

Пусть процессу смешивания многокомпонентных смесей соответствует график функции $f(\sigma) = (\sigma_n^2 - \sigma^2)$, а процессу сегрегации – график функции $f(\sigma) = (\sigma_c^2 - \sigma^2)$, а между ними установлена линейная связь:

$$\sigma_n^2 - \sigma^2 = \lambda(\sigma_c^2 - \sigma^2), \quad (6)$$

где σ_n^2 – начальный выборочный разброс случайной величины в области математического ожидания ингредиента в многокомпонентной смеси содержания ингредиента при $t = 0$; λ – коэффициент пропорциональности; σ_c^2 – начальная дисперсия перераспределения частиц продукта в смеси (сегрегация), то из (6) при $t = 0$:

$$\sigma_c^2 = (1 - \sigma_n^2)/\lambda, \quad (7)$$

а при $t \rightarrow \infty$

$$\lambda = (1 - \sigma_p^2)/\sigma_p^2, \quad (8)$$

Как правило [3, 4], при исследовании процессов смешивания используют разброс случайной величины, масштабированный через дисперсию σ_n^2 , который в случае двухкомпонентной смеси рассчитывается по соотношению

$$\sigma_n^2 = c \cdot (1 - c),$$

где c – содержание ингредиента в смеси.

Тогда при $t \rightarrow 0$ $\sigma_n^2 = 1$, $\sigma_c^2 = 0$, а при $t \rightarrow \infty$ $\sigma^2 = \sigma_c^2 = \sigma_p^2$.

После подстановки (5) в (6) получим:

$$\frac{1}{\sqrt{n}l} \frac{d\sqrt{\sigma^2}}{dt} = k \left[\frac{1 - (\lambda + 1) \cdot \sigma^2}{\lambda} \right].$$

Методом разделения переменных имеем:

$$\frac{d\sigma^2}{\sqrt{\sigma^2} [1 - (\lambda + 1) \cdot \sigma^2]} = \frac{2k\sqrt{n}l}{\lambda} dt. \quad (9)$$

Уравнение (9) после интегрирования принимает вид:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda + 1}} \ln \left[\frac{1 + \sqrt{\lambda + 1} \sqrt{\sigma^2}}{1 - \sqrt{\lambda + 1} \sqrt{\sigma^2}} \right] = \frac{2k\sqrt{n}l}{\lambda} + \ln C. \quad (10)$$

Постоянную интегрирования C найдём из начального условия $t = 0$, $\sigma^2 = 0$:

$$\ln C = \frac{1}{\sqrt{\lambda + 1}} \ln \left[\frac{1 + \sqrt{\lambda + 1}}{1 - \sqrt{\lambda + 1}} \right]. \quad (11)$$

С учётом (11) уравнение (10) приводится к виду:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda + 1}} \ln \left[\frac{1 + \sqrt{\lambda + 1} \sqrt{\sigma^2}}{1 - \sqrt{\lambda + 1} \sqrt{\sigma^2}} \right] - \frac{1}{\sqrt{\lambda + 1}} \ln \frac{1 + \sqrt{\lambda + 1}}{1 - \sqrt{\lambda + 1}} = \frac{2k\sqrt{n}l}{\lambda} t$$

или

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda + 1}} \ln \frac{1 - \sqrt{\lambda + 1} \sqrt{\sigma^2}}{1 + \sqrt{\lambda + 1} \sqrt{\sigma^2}} \frac{1 + \sqrt{\lambda + 1}}{1 - \sqrt{\lambda + 1}} = -\frac{2k\sqrt{n}l}{\lambda} t \quad (12)$$

Подставив уравнение (7) в (12), получим:

$$\ln \left[\frac{\sqrt{\sigma_p^2 - \sigma^2} \sqrt{\sigma_p^2 + 1}}{\sqrt{\sigma_p^2 + \sigma^2} \sqrt{\sigma_p^2 - 1}} \right] = -\frac{2k\sqrt{n}l \sqrt{\sigma_p^2}}{1 - \sqrt{\sigma_p^2}} t$$

или

$$\exp \left[-\frac{2k\sqrt{n}l \sqrt{\sigma_p^2}}{1 - \sqrt{\sigma_p^2}} t \right] = \frac{\sqrt{\sigma_p^2 - \sigma^2} \sqrt{\sigma_p^2 + 1}}{\sqrt{\sigma_p^2 + \sigma^2} \sqrt{\sigma_p^2 - 1}}. \quad (13)$$

Таким образом, после преобразования уравнения (13) получаем математическую модель процесса смешивания в лопастном смесителе в виде решения относительно σ^2 :

$$\sigma^2 = \sigma_p^2 \cdot \frac{\left(\left(\sqrt{\sigma_p^2 + 1} \right) - \left(\sqrt{\sigma_p^2 - 1} \right) \cdot \exp \left(-\frac{2k\sqrt{n}l \cdot \sqrt{\sigma_p^2}}{1 - \sigma_p^2} t \right) \right)^2}{\left(\left(\sqrt{\sigma_p^2 + 1} \right) + \left(\sqrt{\sigma_p^2 - 1} \right) \cdot \exp \left(-\frac{2k\sqrt{n}l \cdot \sqrt{\sigma_p^2}}{1 - \sigma_p^2} t \right) \right)^2} \quad (14)$$

с начальными условиями $t = 0$; $\sigma^2 = 1$; $t = \infty$; $\sigma^2 = \sigma_p^2$.

Из полученного уравнения (14) следует, что процесс смешивания двухкомпонентной смеси в лопастном смесителе определяется постоянной скорости смешивания k и предельной (равновесной) дисперсией содержания ингредиентов в смеси, то есть её однородностью.

Параметры k и σ_p^2 зависят от режима работы и конструктивных особенностей смесителя и определяются экспериментально.

Настройка параметров модели (14) осуществлялась по результатам экспериментальных исследований при смешивании измельчённого зерна пшеницы с металломагнитной примесью, которая являлась ключевым (индикаторным) компонентом.

По наилучшим оценкам константы постоянной скорости смешивания k и значениям равновесной дисперсии содержания ингредиентов σ_p^2 проведена идентификация параметров математической модели (14).

Результаты моделирования для рассматриваемых модельных смесей представлены на рисунке 2.

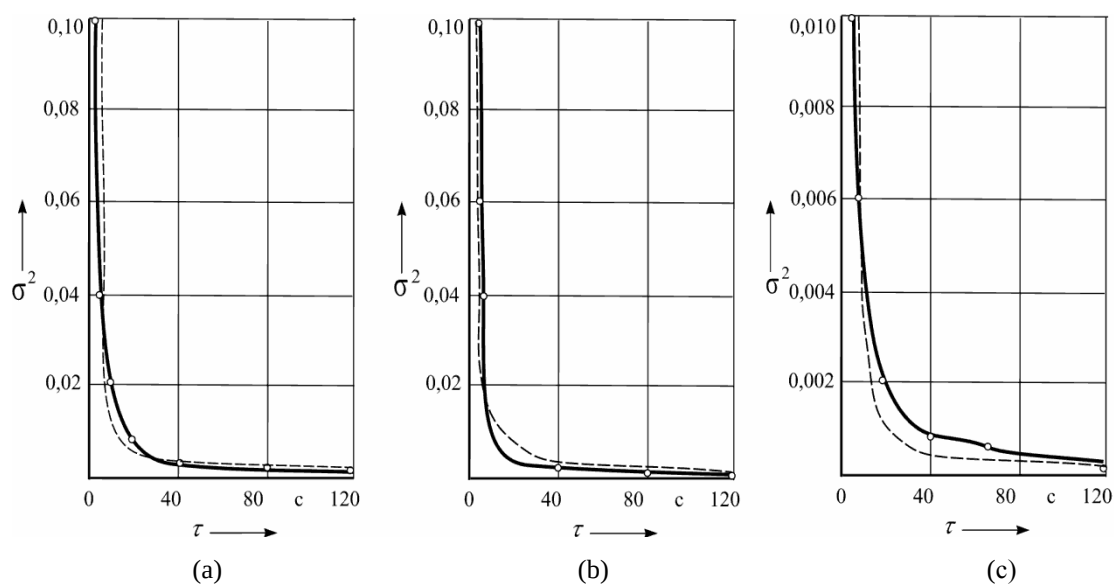
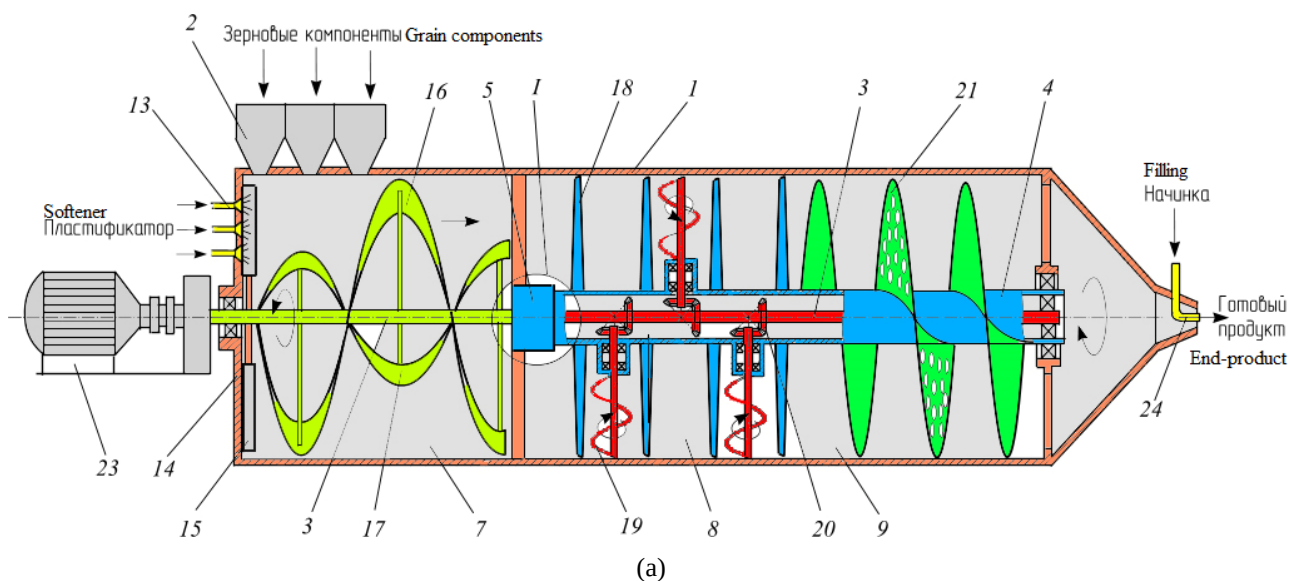


Рисунок 2. Кривые кинетики бинарных модельных смесей: (а) – измельчённое зерно пшеницы + металломагнитная примесь; (б) – измельчённое зерно пшеницы + соль поваренная; (с) – измельчённое зерно пшеницы + масло подсолнечное; экспериментальные () и расчётные (_ _ _)

Figure 2. Model binary mixtures kinetics curves: (a) – milled grain of wheat + metallomagnetic mixture; (b) – shredded wheat grain + salt; (c) – shredded wheat + sunflower oil; Experimental (), Calculated (_ _ _)

Полученные результаты использованы при разработке конструкция смесителя [5], особенность которого (рисунок 3) заключалась в том, что в первой камере на быстроходном валу после лопастей расположены две ленточные спирали разного диаметра с противоположной навивкой, обеспечивающие направление движения потоков смеси навстречу друг другу в виде перекрёстного противотока.

В предлагаемом смесителе за счёт конвективного, диффузионного смешивания, способствующих равномерному распределению частиц в смеси, и сегрегации, препятствующей этому процессу, можно регулировать интенсивность перемешивания многокомпонентной смеси посредством изменения угла поворота конусообразных лопастей и частоты вращения тихоходного и быстроходного валов.



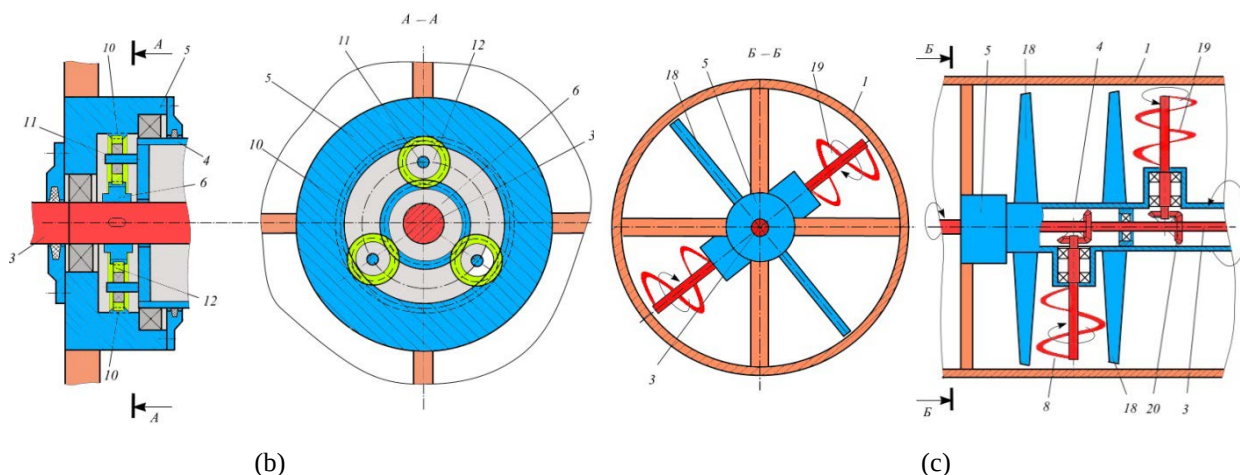


Рисунок 3. Лопастной смеситель (а); продольные разрезы (б, в): 1 – корпус; 2 – патрубки для загрузки ингредиентов; 3, 4 – быстроходный и тихоходный валы; 5 – опора; 6, 20 – зубчатые колёса; 7, 8, 9 – камеры; 10 – неподвижное колесо; 11 – водило; 12 – спутник; 13 – форсунка; 14 – крышка; 15, 18 – лопасти; 16, 17, 19 – спирали; 21 – шнек; 22 – матрица; 23 – привод

Figure 3. A paddle mixer (a); longitudinal sections (b, c): 1 – body; 2 – pipes for ingredients loading; 3, 4 – a high-speed and low-speed shafts; 5 – support; 6, 20 – gear; 7, 8, 9 – camera; 10 – stationary wheel; 11 – the carrier; 12 – satellite; 13 – nozzle; 14 – cover; 15, 18 – blades; 16, 17, 19 – helix; 21 – screw; 22 – matrix; 23 – drive

Конструкция предлагаемого смесителя позволит сократить продолжительность процесса смешивания, снизить удельные энергозатраты обеспечить высокую однородность

многокомпонентной смеси; расширить область применения смесителя с учётом особенностей физико-механических характеристик смешиваемых ингредиентов.

ЛИТЕРАТУРА

1 Афанасьев В. А. Руководство по технологии комбикормов, белково-витаминно-минеральных концентратов и премиксов. Том 2. Кн. в 2-х томах. Воронеж: Элист, 2008. 298 с.

2 Панин И. Г., Колпаков Ю.М. Методика оценки однородности комбикормовой продукции // Аграрная наука. 2004. № 8. С. 21 -22.

3 Лыткина Л. И., Шевцов С. А., Назарьева Е.С., Довтаев Л.Ш. Математическая модель процесса смешивания полифункциональных композиций в смесителе-грануляторе // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2013. № 5. С. 99 – 103.

4 Иванец В. Н., Бородулин Д. М., Андришук А. А. Анализ работы смесителей непрерывного действия центробежного типа на основе корреляционного подхода // Хранение и переработка сельхоз сырья. 2012. № 8. С. 23-26.

5 Пат. 2347606 РФ, МПК⁷ В 01 F 7/02. Смеситель-экструдер / Шевцов А. А., Лыткина Л. И., Чайкин И. Б., Острикова Е. А.; заявитель и патентообладатель Воронеж. гос. технол. акад. № 2007146093 / 15; Заявл. 11.12.2007; Опубл. 27.02.2009, Бюл. № 6.

6 Остриков А.Н., Глухов М.А., Рудометкин А.С., Окулич-Казарин Е.Г. Экструзионная технология пищевых текстуратов // Пищевая промышленность. 2007. № 9. С. 18-21.

7 Alvarez A. J., Myerson A. S. Continuous plug flow crystallization of pharmaceutical compounds // Crystal Growth & Design. 2010. V. 10. №. 5. P. 2219-2228. doi: 10.1021/cg901496s

8 Marikh K. et al. Influence of stirrer type on mixture homogeneity in continuous powder mixing: a model case and a pharmaceutical case // Chemical Engineering Research and Design. 2008. V. 86. №. 9. P. 1027-1037. doi:10.1016/j.cherd.2008.04.001

REFERENCES

1 Afanas'ev V.A. Rukovodstvo po trkhologii kombikormov, vitaminno-belkovykh kontsentratov i premiksov [Mixed feed technology guide, protein-vitamin-mineral concentrates and premixes]. Voronezh, Elist, 2008. 298 p.

2 Panin I.G., Kolkpakov Yu.M. Methodology to evaluate the homogeneity of mixed fodder production. *Agrarnaya nauka* [Agrarian science] 2004, no. 8, pp. 21 -22. (in Russian).

3 Lytkina L.I., Shevtsov S.A., Nazareva E.S., Dovtaev L.S. Mathematical model of multifunctional mixing compositions in a mixer granulator. *Vestnik Voronezhskogo tekhnicheskogo universiteta* [Bulletin of Voronezh State Technical University] 2013, no. 5, pp. 99 - 103. (in Russian).

4 Ivanets V.N., Borodulin D.M., Andryushkov A.A. The analysis of operation of mixers of continuous action of centrifugal type on the basis of correlation approach. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya* [Storage and processing of agricultural raw materials] 2012, no. 8, pp. 23-26. (in Russian).

5 Shevtsov A.A., Lytkina L.I., Chaykin I.B., Ostrikova E. A. Smesitel'-ekstruder [Mixer-extruder] Patent RF, no. 2347606, 2007. (in Russian).

6 Ostrikov A.N., Glukhov M.A., Rudometkin S.A., Okulich-Kazarin, E.G. Extrusion technology of food texture. *Pishchevaya promyshlennost'*. [Food industry] 2007, no. 9, pp. 18-21. (in Russian).

7 Alvarez A. J., Myerson A. S. Continuous plug flow crystallization of pharmaceutical compounds. *Crystal Growth & Design*. 2010, vol. 10, no. 5, pp. 2219-2228. doi: 10.1021/cg901496s

8 Marikh K. et al. Influence of stirrer type on mixture homogeneity in continuous powder mixing: a model case and a pharmaceutical case. *Chemical Engineering Research and Design*. 2008, vol. 86, no. 9, pp. 1027-1037. doi:10.1016/j.cherd.2008.04.001

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Лариса И. Лыткина д.т.н., профессор, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, larissaig2410@rambler.ru

Александр А. Шевцов д.т.н., профессор, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, shevalol@rambler.ru

Евгения С. Шенцова д.т.н., профессор, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, evgeniya-shencova@yandex.ru

Оксана А. Апалихина соискатель, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, oxana2031@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Лариса И. Лыткина предложила методику проведения эксперимента, провела обобщение, написала рукопись

Александр А. Шевцов консультация в ходе исследования

Евгения С. Шенцова обзор литературных источников по исследуемой проблеме

Оксана А. Апалихина первичная обработка данных, проведение расчетов, несет ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 31.03.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 29.04.2016

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Larisa I. Lytkina d.t.sc., professor, Department of Technology of bakery, confectionery, pasta and grain processing industries, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, Russia, 394036, larissaig2410@rambler.ru

Aleksandr A. Shevtsov d.t.sc., professor, Department of Technology of bakery, confectionery, pasta and grain processing industries, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, Russia, 394036, shevalol@rambler.ru

Evgeniya S. Shentsova d.t.sc., professor, Department of Technology of bakery, confectionery, pasta and grain processing industries, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, Russia, 394036, evgeniya-shencova@yandex.ru

Oksana A. Apalikhina postgraduate student Department of Technology of bakery, confectionery, pasta and grain processing industries, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, Russia, 394036, oxana2031@mail.ru

CONTRIBUTION

Larisa I. Lytkina proposed a scheme of the experiment, spent generalization, wrote manuscript

Aleksandr A. Shevtsov consultation during the study

Evgeniya S. Shentsova review of the literature on an investigated problem

Oksana A. Apalikhina primary data processing, carrying out calculations, it is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 3.31.2016

ACCEPTED 4.29.2016

Исследования теплофизических и реологических свойств сливочно-растительного спреда

Александр Н. Остриков, ¹	oan@vsuet.ru
Анастасия В. Горбатова, ¹	gorbatova.nastia@yandex.ru
Павел В. Филиппов ¹	pavel.filiptsov@mail.ru

¹ кафедра технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж

Реферат. Исследования теплофизических и реологических свойств сливочно-растительных спредов необходимо для научного обоснования процесса их получения, а именно процессов перемешивания и кристаллизации. В качестве объекта исследования был выбран сливочно-растительный спред, имеющий следующий состав: масло арахисовое 10%; масло зародышей пшеницы 10%; масло льняное 20%; сливочное масло 59,8%; эмульгатор 0,2%. С помощью полученных данных, в процессе исследования реологических свойств сливочно-растительного спреда, можно в последующем сформировать рекомендации по оптимизации технологических режимов производства. В частности, обосновано решать вопросы интенсификации гидромеханических и тепловых процессов, проводя их при такой температуре и частоте вращения, при которых будет достигаться максимальное сохранение структуры производимого продукта. Определение теплофизических характеристик осуществлялось на установке для исследования теплофизических и реологических характеристик вязкоупругих жидкостей Coesfeld RT-1394H. Реологические исследования сливочно-растительного спреда проводились на вискозиметрах серии SV-10 и PB-8m. По опытным данным были построены графики зависимости динамической вязкости спреда от температуры, и зависимость эффективной вязкости спреда и растительных масел от скорости сдвига. Полученные данные позволяют рационально выбирать оборудование для переработки и производства сливочно-растительного спреда, моделировать процессы происходящие в процессе производства, обоснованно решать вопросы интенсификации тепловых и гидромеханических процессов, проводя процесс производства при температурах, не вызывающих разрушение структуры продукта.

Ключевые слова: спред, теплофизические свойства, коэффициент температуропроводности, массовая удельная теплоемкость, коэффициент теплопроводности, реология, градиент скорости, эффективная вязкость, динамическая вязкость, термостатирование

Researches on thermal and rheological properties of cream- and vegetable spread

Alexander N. Ostrikov, ¹	oan@vsuet.ru
Anastasia V. Gorbatova, ¹	gorbatova.nastia@yandex.ru
Pavel V. Filiptsov ¹	pavel.filiptsov@mail.ru

¹ Department of Technology of fats, processes and apparatuses of chemical and food industries, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution av., 19 Voronezh, Russia

Summary. Researches of thermal and rheological properties of cream- and vegetable spread are necessary for the scientific substantiation of their obtaining process, namely mixing and crystallization processes. As the object of research, we chose a cream- and vegetable spread, with the following composition: peanut butter 10%; wheat germ oil 10%; linseed oil 20%; butter 59.8%; emulsifier 0.2%. With the data obtained in the course of research of the rheological properties of cream- and vegetable spread, one can subsequently generate recommendations for optimization of technological modes of production. In particular, one can solve problems of intensification of hydro-mechanical and thermal processes by carrying them out at such a temperature and speed when the maximum preservation of the produced product structure will be achieved. Determination of thermal characteristics was carried out in the apparatus for the study of thermal and rheological properties of viscoelastic liquids Coesfeld RT-1394H. Rheological researches of cream- and vegetable spread were carried out on a series of viscometers SV-10 and PB-8m. The graphs of spread dynamic viscosity dependence on the temperature, and the dependence of the effective viscosity of the spread and vegetable oils on the shear rate were built according to experimental data. The data obtained is rational to choose the equipment for processing and production of cream- and vegetable spread, to simulate processes taking place in the production process, to solve problems of intensification of thermal and hydro-mechanical processes reasonably, by conducting the production process at temperatures that do not cause the destruction of the product structure.

Keywords: spread, thermal properties, coefficient of temperature conductivity, mass specific heat, thermal conductivity, rheology, the velocity gradient, the effective viscosity, dynamic viscosity, temperature control

Для цитирования

Остриков А. Н., Горбатова А. В., Филиппов П. В. Исследования теплофизических и реологических свойств сливочно-растительного спреда // Вестник ВГУИТ. 2016. № 2. С 22–27. doi:10.20914/2310-1202-2016-2-22-27

For citation

Ostrikov A. N., Gorbatova A. V., Filiptsov P. V. Researches of heatphysical and rheological properties of creamy and vegetable spread. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no 2 pp. 22–27 (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2016-2-22-27

Введение

Создание новых рецептур спредов на основе купажа растительных масел является перспективным направлением развития эмульсионных продуктов, с позиции улучшения их жирно-кислотного состава [1]. Выбор оптимальных параметров процесса получения сливочно-растительных спредов невозможен без знания его теплофизических и реологических свойств. Режим работы используемого оборудования также зависит от его реологических и теплофизических характеристик [2–4, 7, 8]. В процессе производства на спреды воздействуют различными видами обработки, такими как охлаждение, нагрев, перемешивание, транспортирование по трубопроводам, истечение из дозирующего устройства и нагнетание и др.

В качестве объекта исследования был выбран сливочно-растительный спред, имеющий следующий состав: масла арахисовое 10%, зародышей пшеницы 10%, льняное 20%, сливочное 59,8%; эмульгатор 0,2%.

Теплофизические свойства были исследованы на установке Coesfeld RT-1394H (National Instruments) (рисунок 1). Измерительное устройство состоит из двух коаксиально расположенных цилиндров 1 и 2 (рисунок 2). Внутренний цилиндр 1 изготовлен из капролона. Он состоит из трёх коаксиальных цилиндрических слоёв и установлен соосно по отношению к наружному цилиндру 2 при помощи подшипников 9.



Рисунок 1. Coesfeld RT-1394H (National Instruments)

Figure 1. Coesfeld RT-1394H (National Instruments)

Термопреобразователь сопротивления и электрический нагреватель намотаны по спирали медным и манганиновым проводом на внешней

поверхности внутреннего коаксиального цилиндрического слоя. Через канал на наружной поверхности цилиндра пропущены выводы от электрического нагревателя и термического преобразователя сопротивления, подключённые к разъёму 8. От анализируемого продукта термопреобразователь сопротивления и нагреватель отделены гильзой, изготовленной из капролона 4.

Нижний торец 5 внутреннего цилиндра выполнен полусферическим. Такое конструкторское решение способствует наиболее устойчивому режиму течения вязкоупругих жидкостей в зазоре между коаксиальными цилиндрами.

Измерительная установка для исследования теплофизических свойств пищевых продуктов выполнена в соответствии со схемой, изображённой на рисунке 3.

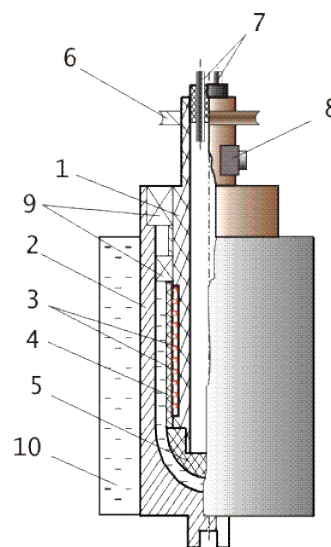


Рисунок 2. Измерительное устройство

Figure 2. Measuring device

Методика проведения исследований теплофизических характеристик включает в себя следующие действия. В полусферическое расширение внешнего цилиндра установки помещают навеску заданной массы (15 г.) исследуемого образца спреда. После чего устанавливают внутренний цилиндр и включают термостат. Приводят во вращение внешний цилиндр измерительного устройства с угловой скоростью $\omega = 0,1 \text{ с}^{-1}$, которая даёт возможность создания в слое исследуемой жидкости заданной скорости сдвига $\gamma = 2,5 \text{ с}^{-1}$. Затем включают нагреватель измерительного устройства и выполняют регистрацию установившейся средней интегральной температуры в слое нагревателя измерительного устройства через заданный промежуток времени $\Delta t = 10 \text{ мин}$. После чего необходимо отключить привод внешнего цилиндра при достижении стационарной температуры.

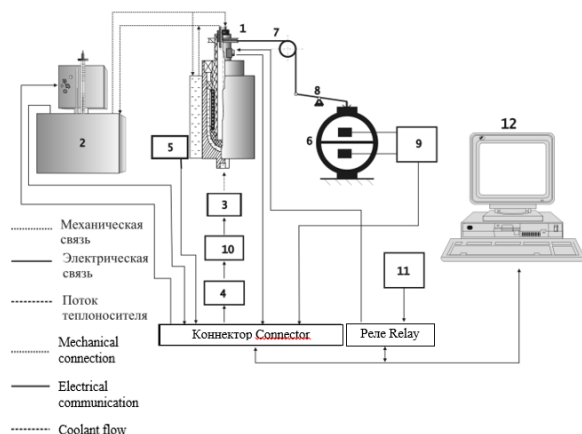


Рисунок 3. Функциональная схема измерительной установки: 1 – измерительное устройство; 2 – жидкостный термостат; 3 – электродвигатель постоянного тока; 4 – усилитель мощности У-13Н; 5 – преобразователь угловой скорости; 6 – вибросистемный преобразователь; 7 – трос; 8 – рычажная система; 9 – усилитель; 10 – выпрямитель; 11 – блок питания; 12 – компьютер, оснащённый многофункциональной платой сбора данных PCI MIO-16E-1

Figure 3. Functional scheme of measuring setup: 1 – measuring device; 2 – liquid thermostat; 3 – the direct current motor; 4 – power amplifier U-13H; 5 – angular velocity converter; 6 – vibration-frequency power converter; 7 – cable; 8 – lever system; 9 – amplifier; 10 – straightener; 11 – power supply; 12 – PC with data acquisition multi-function card PCI MIO-16E-1

Если все эти операции проделаны, то можно определить теплофизические характеристики исследуемого спреда по экспериментальной информации с использованием расчётных данных, которые получают в процессе решения обратной задачи теплопроводности с применением пакета программ Lab View 7.0.

Реологические исследования сливочно-растительного спреда проводились на вибровискозиметре серии SV-10 (рисунок 4). Принцип его работы основан на использовании метода камерной вибрации. Главным отличием от других ротационных вискозиметров является то, что без замены сенсорных пластин возможно непрерывно измерять динамическую вязкость в широких диапазонах.

Реологические свойства сливочно-растительных спредов трансформируются не только при изменении температуры, но и при различных скоростях градиента скорости сдвига. Среди основных реологических свойств наиболее существенное влияние на гидромеханические процессы при выработке спредов оказывают их вязкостные свойства [4, 5].

Реологические исследования сливочно-растительного спреда, а также входящих в его состав

растительных масел (арахисовое, льняное и масло зародышей пшеницы), были дополнительно произведены на ротационном полусферическом вискозиметре РВ-8м (рисунок 5).



Рисунок 4. Вибровискозиметр SV-10

Figure 4. Vibroviscometer SV-10

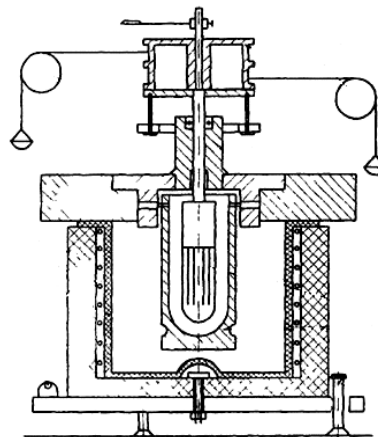


Рисунок 5. Вискозиметр РВ-8м

Figure 5. Vibroviscometer RV-8m

Принцип определения вязкости на ротационном вискозиметре РВ-8м основан на измерении скорости вращения внутреннего цилиндра (при неподвижном внешнем) в испытуемом материале под действием определённого груза.

Теплофизические свойства спреда, полученные во время эксперимента сопоставлены графически с литературными данными для маргарина, приведёнными в [6].

Зависимость коэффициента температуропроводности сливочно-растительного спреда и маргарина, представлена на рисунке 6. На рисунке 7 представлена зависимость коэффициента теплопроводности образца сливочно-растительного спреда и маргарина от температуры. На рисунке 8 представлена зависимость удельной теплоёмкости образца спреда и маргарина от температуры.

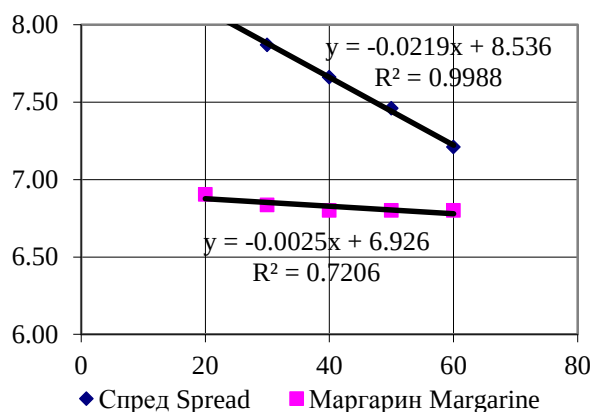


Рисунок 6. Зависимость коэффициента температуропроводности спреда и маргарина

Figure 6. The dependence of spread and margarine thermal diffusivity

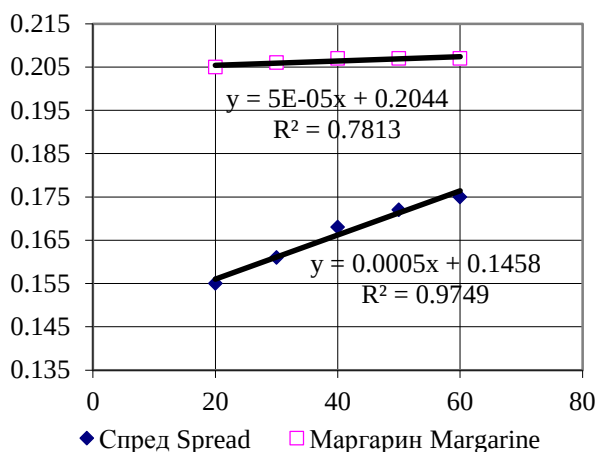


Рисунок 7. Зависимость коэффициента теплопроводности спреда и маргарина от температуры

Figure 7. The dependence of spread and margarine thermal conductivity coefficient from temperature

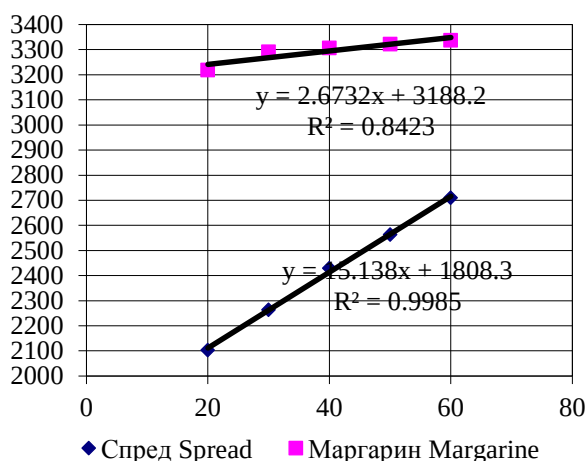


Рисунок 8. Зависимость удельной теплоёмкости спреда и маргарина от температуры

Figure 8. The dependence of spread and margarine specific heat capacity from temperature

Во время эксперимента было получено, что с подъёмом температуры происходит увеличение таких теплофизических характеристик, как удельной теплоёмкости и коэффициента теплопроводности. Следовательно, можно сделать вывод о том, что способность сливочно-растительного спреда проводить теплоту возрастает по мере увеличения его температуры. Это обуславливается уменьшением плотности продукта. Повышение температуры единицы объёма сливочно-растительного спреда в результате притока тепла снижается с уменьшением температуры, это следует из того, что коэффициент температуропроводности образца сливочно-растительного спреда по мере роста температуры уменьшается. Это также происходит с уменьшением плотности продукта.

Полученные данные в результате исследований на вибровискозиметре были обработаны и представлены в виде графика. График зависимости динамической вязкости сливочно-растительного спреда от температуры представлен на рисунке 9.

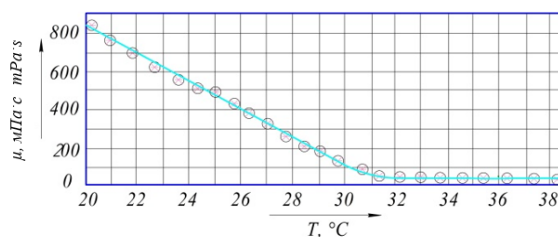


Рисунок 9. Изменение динамической вязкости сливочно-растительного спреда в зависимости от температуры

Figure 9. The change of dynamic viscosity creamy-plant spread, depending from temperature

Характер изменения вязкости имеет степенную зависимость. В дальнейшем возможен выбор необходимых режимов движения и температур обработки сливочно-растительных спредов в процессе производства и транспортировки готового продукта, с учётом полученных значений динамической вязкости.

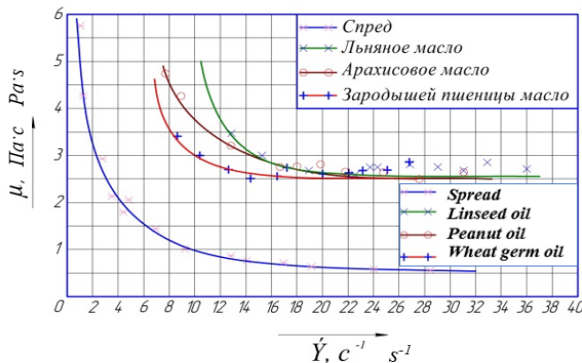


Рисунок 10. Зависимость эффективной вязкости спреда и растительных масел от скорости сдвига

Figure 10. Dependence of effective viscosity spread and plant oils shear rate

Данные, полученные во время эксперимента на вискозиметре РВ-8м, представлены в виде графика зависимости эффективной вязкости исследуемых продуктов от скорости сдвига при комнатной температуре 20 °С (рисунок 10).

Заключение

Полученные данные позволяют рационально выбирать оборудование для переработки

ЛИТЕРАТУРА

1 Остриков А. Н., Горбатова А. В. Исследование теплофизических свойств спреда функциональной направленности // Известия высших учебных заведений Пищевая технология. 2013. № 2–3. С. 101–103

2 Василенко В. Н., Копылов М. В., Фролова Л. Н., Таркаев Ю. В. Инновационные композиции растительных масел с оптимизированным жирно-кислотным составом // Актуальная биотехнология. 2012. № 4 (3). С. 8–10.

3 Бараненко Д. А., Салами М. Изменение белковой фракции говядины в цикле «замораживание-хранение-тепловая обработка» // Вестник Международной академии холода. 2014. № 4. С. 15–18.

4 Арет В. А., Забровский Г. П., Николаев Б. Л., Николаев Л. К. Инженерная реология жиросодержащих пищевых продуктов. СПб, 2002. 294 с.

5 Остриков А. Н., Смирных А. А., Горбатова А. В. Комплексное исследование реологических свойств спреда функциональной направленности // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2013. № 1. С. 37–39.

6 Гинзбург А. С., Громов М. А., Красовская Г. И. Теплофизические характеристики пищевых продуктов: справочник. М.: Агропромиздат, 1990. 287 с.

7 Khanafer K., Vafai K. A critical synthesis of thermophysical characteristics of nanofluids // International Journal of Heat and Mass Transfer. 2011. V. 54. №. 19. P. 4410–4428. doi:10.1016/j.ijheatmasstransfer.2011.04.048

8 Ghadimi A., Saidur R., Metselaar H. S. C. A review of nanofluid stability properties and characterization in stationary conditions // International Journal of Heat and Mass Transfer. 2011. V. 54. №. 17. P. 4051–4068. doi:10.1016/j.ijheatmasstransfer.2011.04.014

и производства сливочно-растительного спреда, моделировать процессы, происходящие во время технологических операций, обоснованно решать вопросы интенсификации тепловых и гидромеханических процессов производства при температурах, не вызывающих разрушение структуры продукта.

REFERENCES

1 Ostrikov A.N., Gorbatova A.V. Study the physical properties of the heat-spread functional orientation. *Izvestiya vuzov. Pishchevaya tekhnologiya*. [Proceedings of the higher educational institutions Food technology]. 2013, no. 2–3, pp. 101–103/ (in Russian).

2 Vasilenko V. N., Kopylov M.V., Frolova L.N., Tarkaev Yu. V. Innovative formulations with vegetable oils optimized nym fatty acid composition. *Aktual'naya biotekhnologiya*. [Current biotechnology], 2012, no. 4 (3), pp. 8–10. (in Russian).

3 Baranenko D.A., Salami M. Changes of beef protein fraction in “freezing - storage - heat treatment” cycle. *Vestnik Mezhdunarodnoi akademii kholoda*. [Proceedings of the International Academy of Refrigeration] 2014, no. 4, pp. 15–18. (in Russian).

4 Aret V.A., Zabrovskii G.P., Nikolaev B.L., Nikolaev L.K. *Inzhenernaya reologiya zhirosoderzhashchikh pishchevykh produktov* [Engineering rheology of fat-containing foods]. Saint-Petersburg, 2002. 294 p. (in Russian).

5 Ostrikov A.N., Smirnov A.A., Gorbatov A.V. A comprehensive study of the rheological properties of the spread functional orientation. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Proceedings of Altai State Agrarian University]. 2013, no. 1, pp. 37–39. (in Russian).

6 Ginzburg A.S., Gromov M. A., Krasovskaya G. I. *Teplofizicheskie kharakteristiki pishchevykh produktov* [Thermal characteristics of foodstuffs]. Moscow, Agropromizdat, 1990. 287 p. (in Russian).

7 Khanafer K., Vafai K. A critical synthesis of thermophysical characteristics of nanofluids. *International Journal of Heat and Mass Transfer*. 2011, vol. 54, no. 19, pp. 4410–4428. doi:10.1016/j.ijheatmasstransfer.2011.04.048

8 Ghadimi A., Saidur R., Metselaar H. S. C. A review of nanofluid stability properties and characterization in stationary conditions. *International Journal of Heat and Mass Transfer*. 2011, vol. 54, no. 17, pp. 4051–4068. doi:10.1016/j.ijheatmasstransfer.2011.04.014

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Александр Н. Остриков профессор, заведующий кафедрой технологии жиров процессов и аппаратов химических и пищевых производств, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, oan@vsuet.ru

Анастасия В. Горбатова ассистент, кафедра технологии жиров процессов и аппаратов химических и пищевых производств, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, gorbatova.nastia@yandex.ru

Павел В. Филиппов магистрант, кафедра технологии жиров процессов и аппаратов химических и пищевых производств, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, pavel.filiptsov@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Александр Н. Остриков предложил методику проведения эксперимента и консультировал в ходе исследования

Анастасия В. Горбатова написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несет ответственность за плагиат

Павел В. Филиппов обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провел эксперимент, выполнил расчеты

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 19.04.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 17.05.2016

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Alexander N. Ostrikov professor, head of Department of Technology of fats, processes and apparatuses of chemical and food industries, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, Russia, oan@vsuet.ru

Anastasia V. Gorbato assistant, Department of Technology of fats, processes and apparatuses of chemical and food industries, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, Russia, gorbatova.nastia@yandex.ru

Pavel V. Filiptsov graduate student, Department of Technology of fats, processes and apparatuses of chemical and food industries, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, Russia, pavel.filiptsov@mail.ru

CONTRIBUTION

Alexander N. Ostrikov proposed a scheme of the experiment and consultation during the study

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

Pavel V. Filiptsov review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 4.19.2016

ACCEPTED 5.17.2016

Многокритериальная оптимизация процесса отделения корки от мякоти дыни методами экспериментально-статистического анализа

Евгений Б. Медведков,	¹	evg_bm@mail.ru
Маржан Е. Кизатова,	¹	marzhany87@mail.ru
Александр А. Шевцов,	²	shevalol@rambler.ru
Александр С. Муравьев	²	hntrun@mail.ru

¹ кафедра механизации и автоматизации технологических процессов, Алматинский техн. ун-т, ул. Толе би, 100, г. Алматы, Казахстан

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

Реферат. Научная и инновационная деятельность по созданию энергоэффективных процессов при переработке дыни, является актуальной задачей. Одной из трудоёмких операций в данной технологии является отделение корки от мякоти с их последующим целевым применением в создании новых продуктов питания. Недостаточная научно-экспериментальная база этой операции сдерживает разработку высокоэффективных машин для её реализации. В связи с этим предлагается методика проведения эксперимента по отделению корки от дыни на опытной установке и поиск оптимальных режимов её работы методами статистического моделирования. В качестве объектов исследования были взяты дыни позднеспелых сортов: Калайсан, Торлами, Гуляби-сары. Для исследования взаимодействия факторов, влияющих на процесс отделения корки от мякоти дыни, применяли центральное композиционное ротатбельное униформпланирование и дробный факторный эксперимент. Использование метода планирования эксперимента с обработкой матрицы планирования в программном модуле Design Expert v.10, позволило получить уравнения регрессии, адекватно описывающие реальный процесс. Установлены рациональные интервалы значений отношения частоты вращения истирающего барабана к частоте вращения подающего барабана; величины зазора между подающим барабаном и срезающим ножом; угла заточки срезающего ножа; количества шипов подающего барабана; диаметра отверстий истирающего барабана. Среднеквадратичная ошибка не превышала 12,4%. Графическая интерпретация уравнений регрессии представлена кривыми равных значений и инженерными номограммами, которые позволяют прогнозировать выбор рациональных значений входных факторов по трём критериям: минимальным значениям удельных энергозатрат на процесс срезания, максимальным значениям удельной производительности по мякоти и коэффициенту извлечения мякоти. Полученные данные могут быть использованы при оперативном управлении технологическими параметрами процесса с учётом геометрических размеров дыни, и её неоднородного состава.

Ключевые слова: дыня, оптимизация, мякоть дыни, многофакторный анализ

Multi-criteria optimization of the flesh melons skin separation process by experimental and statistical analysis methods

Yevgenij B. Medvedkov,	¹	evg_bm@mail.ru
Marjane E. Kizatova,	¹	marzhany87@mail.ru
Aleksandr A. Shevtsov,	²	shevalol@rambler.ru
Aleksandr S. Muravev	²	hntrun@mail.ru

¹ Department of mechanization and automation of manufacturing processes, Almaty technological university, Tole bi, 100, Almaty, Kazakhstan

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

Summary. Research and innovation activity to create energy-efficient processes in the melon processing, is a significant task. Separation skin from the melon flesh with their subsequent destination application in the creation of new food products is one of the time-consuming operations in this technology. Lack of scientific and experimental base of this operation holding back the development of high-performance machines for its implementation. In this connection, the technique of the experiment on the separation of the skins of melons in the pilot plant and the search for optimal regimes of its work methods by statistical modeling is offered. The late-ripening species of melon: Kalaysan, Thorlami, Gulab-sary are objects of study. Interaction of factors influencing on separating the melon skins process is carried out. A central composite rotatable design and fractional factorial experiment was used. Using the method of experimental design with treatment planning template in Design Expert v.10 software yielded a regression equations that adequately describe the actual process. Rational intervals input factors values are established: the ratio of the rotational speed of the drum to the abrasive supply roll rotational frequency; the gap between the supply drum and the shearing knife; shearing blade sharpening angle; the number of feed drum spikes; abrading drum orifices diameter. The mean square error does not exceed 12.4%. Regression equations graphic interpretation is presented by scatter plots and engineering nomograms that can be predictive of a choice of rational values of the input factors for three optimization criteria: minimal specific energy consumption in the process of cutting values, maximal specific performance by the pulp and pulp extraction ratio values. Obtained data can be used for the operational management of the process technological parameters, taking into account the geometrical dimensions of the melon and its inhomogeneous structure.

Keywords: melon, optimization, melon pulp, response surface analysis

Для цитирования

Медведков Е. Б., Кизатова М. Е., Шевцов А. А., Муравьев А. С. Многокритериальная оптимизация процесса отделения корки от мякоти дыни методами экспериментально-статистического анализа // Вестник ВГУИТ. 2016. № 2. С. 28–36. doi:10.20914/2310-1202-2016-2-28-36

For citation

Medvedkov Y. B., Kizatova M. E., Shevtsov A. A., Muravev A. S. Multi-criteria optimization of the flesh melons skin separation process by experimental and statistical analysis methods. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no 2 pp. 28–36. (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2016-2-28-36

Введение

Структурная перестройка экономики и активизация инновационной и инвестиционной деятельности являются стратегическими факторами роста и играют фундаментальную роль в разработке прорывных технологий и оборудования в перерабатывающих отраслях промышленности. Реализация программ по переводу пищевой промышленности на наукоёмкий тип технико-технологического развития опирается на новые научные достижения и их практическую реализацию. Научная и инновационная деятельность по созданию энергоэффективных процессов при переработке бахчевых культур, в том числе дыни, является актуальной задачей [1–2]. Одной из трудоёмких операций в разветвлённой технологии обработки дынь является отделение корки от мякоти с их последующим целевым применением в создании новых продуктов питания. Недостаточная научно-экспериментальная база этой технологической операции сдерживает разработку высокоэффективных машин для её реализации. В связи с этим предлагается методика проведения эксперимента по отделению корки от дыни на опытной установке и поиск оптимальных режимов её работы методами статистического моделирования.

1.1 Материалы и методы

Экспериментальная установка для отделения корки от дыни (рисунок 1) содержит: истирающий барабан, подающий барабан с шипами, срезающий нож, приёмный жёлоб, жёлоб для отвода мякоти, приводы истирающего и подающего барабанов, станину.

Предварительно подготовленные дольки дыни подаются через приёмный жёлоб в рабочую зону, где посредством шипов подающего барабана, втягиваются в зазор между барабанами. Шипы прокалывают корку без повреждения, выполняя функцию её перемещения. При этом мякоть дыни через отверстия истирающего барабана попадает в жёлоб для мякоти и выводится из установки, а срезающий нож срезает оставшуюся часть мякоти с внутренней поверхности истирающего барабана в жёлоб для отвода мякоти. Освободившаяся от мякоти корка выводится в качестве побочного продукта.

В качестве объектов исследования были взяты дыни следующих позднеспелых сортов: Калайсан, Торлами, Гуляби-сары, так как именно позднеспелые сорта дыни используются для переработки и выработки из них различных продуктов длительного хранения согласно классификации сортов дыни, предложенной А. М. Адмаевой [3–4].



Рисунок 1. Экспериментальная установка для отделения корки от дыни

Figure 1. Experimental installation to separate the skin from melon

Кроме того, эти сорта дыни имеют высокую степень лёжкости, по сравнению с раннеспелыми и позднеспелыми сортами, что позволяет продлить сроки переработки сырья, а, следовательно, повысить эффективность производительности линии по переработке дыни. Именно такие сорта имеют овально-удлиненную форму, позволяющую в максимальной степени механизировать процесс очистки дыни с одновременной её резкой на куски заданного размера.

1.2 Оптимизация процесса отделения мякоти дыни от корки

Осуществили поиск режимов для исследования взаимодействия различных факторов, влияющих на процесс срезания корки дыни, для этого применили математические методы планирования эксперимента. Математическое описание этого процесса может быть получено эмпирически. При этом его математическая модель имеет вид уравнения регрессии, найденного статистическими методами на основе экспериментов.

Математическая модель изучаемого процесса представляется в виде полинома второй степени:

$$Y = b_0 + \sum_{i=1}^n b_i X_i + \sum_{i=1}^n b_{ii} X_i^2 + \sum_{i \leq j}^n b_{ij} X_i X_j \quad (1)$$

где b_0 – свободный член уравнения, равный средней величине отклика при условии, что рассматриваемые факторы находятся на средних, «нулевых» уровнях; X – масштабированные значения факторов, которые определяют функцию отклика и поддаются варьированию; b_{ij} – коэффициенты двухфакторных взаимодействий,

показывающие, насколько изменяется степень влияния одного фактора при изменении величины другого; b_{ij} – коэффициенты квадратичных эффектов, определяющие нелинейность выходного параметра от рассматриваемых факторов; i, j – индексы факторов; n – число факторов в матрице планирования.

1.2.1 Обоснование выбора пределов изменения входных факторов

В качестве основных факторов, влияющих на процесс срезания корки дыни, были выбраны:

X_1 – отношение частоты вращения истирающего барабана к частоте вращения подающего барабана, c^{-1}/c^{-1} ;

X_2 – величина рабочего зазора между подающим барабаном и срезающим ножом, мм;

X_3 – угол заточки срезающего ножа, град;

X_4 – количество шипов подающего барабана в зоне захвата, шт.;

X_5 – диаметр отверстий истирающего барабана, мм.

Все эти факторы совместимы и некоррелированы между собой. Выбор интервалов изменения факторов обусловлен технологическими условиями. Пределы изменения исследуемых факторов приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Пределы изменения входных факторов

Table 1.

Range of input factors variation

Условия планирования Planning conditions	Кодированное значение Coded value	Пределы изменения факторов Range of input factors variation				
		$X_1, c^{-1}/c^{-1}$ s^{-1}/s^{-1}	$X_2, мм$ mm	$X_3, град$ deg	$X_4, шт.$ psc	$X_5, мм$ mm
Основной уровень Center point	0	10,0	5	40	6	4
Верхний уровень Low level	+1	12,5	7	55	7	5
Нижний уровень High level	-1	7,5	3	25	5	3
Верхняя «звёздная точка» Top axial point	+2	15,0	9	70	8	6
Нижняя «звёздная точка» Bottom axial point	-2	5,0	1	10	4	2

Выбор интервалов изменения факторов обусловлен технологическими условиями процесса отделения корки от дыни [5], а также технико-экономическими показателями.

Критериями оценки влияния различных факторов на процесс срезания были выбраны:

Y_1 – удельные энергозатраты на процесс срезания, Вт/кг;

Y_2 – удельная производительность по мякоти, г/с;

Y_3 – коэффициент извлечения мякоти (отношение количества извлекаемой мякоти к общей массе дольки), %.

Программа исследования была заложена в матрицу планирования эксперимента (таблица 2).

Для исследования применили центральное композиционное ротатабельное униформ-планирование и дробный факторный эксперимент ДФЭ 2^{5-1} . Число опытов в матрице планирования пяти входных параметров равно 32.

1.2.2 Уравнения регрессии и их анализ

После обработки матрицы планирования в программном модуле Design Expert v.10 [5] были получены следующие уравнения регрессии:

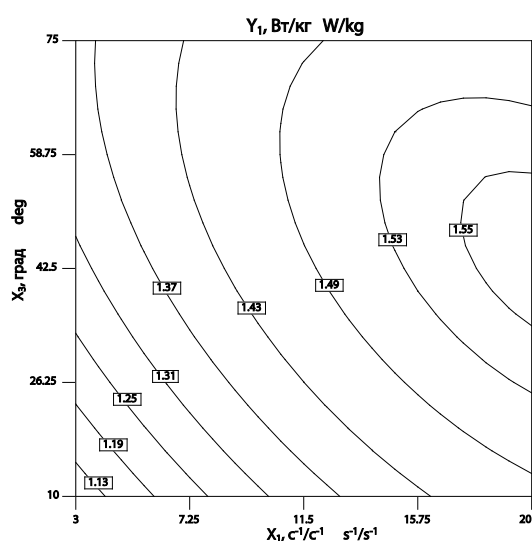
$$Y_1 = 1,45 + 0,046X_1 - 0,041X_2 + 0,043X_3 + 0,035X_4 - 0,09X_5 - 5,00E-03 \cdot X_1^2 - 0,113X_2^2 - 0,150X_3^2 - 0,125X_4^2 - 0,127X_5^2 \quad (2)$$

$$Y_2 = 69,67 + 5,54X_1 - 2,21X_2 - 2,29X_3 + 2,04X_4 + 1,96X_5 - 0,69X_2X_3 + 0,56X_2X_4 - 1,06X_3X_5 - 0,81X_4X_5 + 0,08X_1^2 + 0,20X_2^2 + 0,20X_3^2 - 0,80X_4^2 + 0,58X_5^2 \quad (3)$$

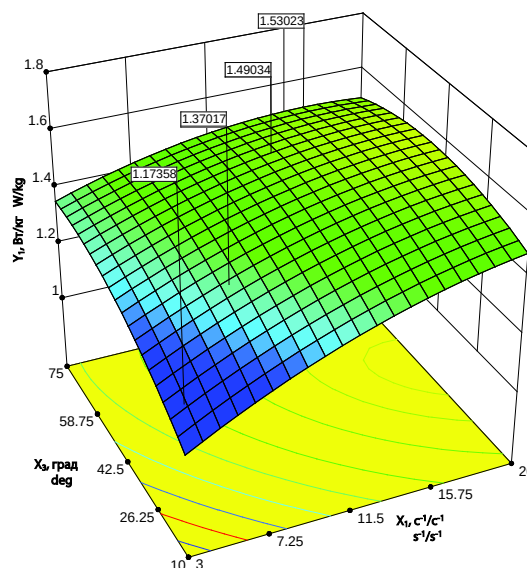
$$Y_3 = 89,86 + 1,25X_1 - 2,67X_2 - 1,33X_3 + 1,17X_4 - 1,58X_5 - 0,25X_1X_2 - 1,25X_1X_3 - 1,00X_1X_5 + 1,25X_2X_3 - 0,62X_2X_4 + 0,75X_2X_5 - 0,87X_3X_4 - 0,24X_2^2 - 0,25X_3^2 - 0,86X_5^2 \quad (4)$$

Графическая интерпретация уравнений (2)–(4) в виде кривых равных значений и поверхности отклика приведена на рисунках 2–4. Установлено влияние входных факторов $X_i, i = (1, 5)$

на выходные $Y_j, j = (1, 3)$ (рисунки 5–7). Номограммы, представляющие практический интерес, представлены на рисунках 8–9.



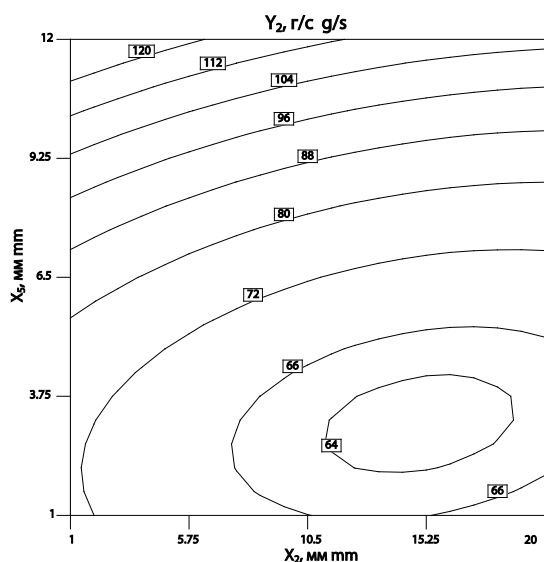
(a)



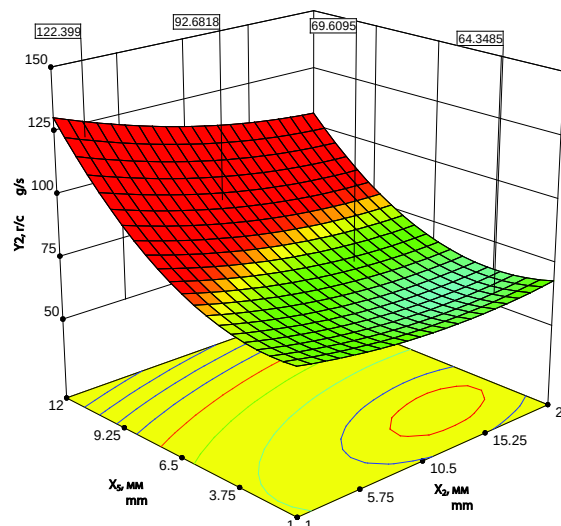
(b)

Рисунок 2. Кривые равных значений (a) и поверхность отклика (b) зависимости удельных энергозатрат на процесс срезания Y_1 , Вт/кг от: отношения частоты вращения истирающего барабана к частоте вращения подающего барабана X_1 , s^{-1}/s^{-1} и угла заточки срезающего ножа X_3 , град

Figure 2. Contour plot (a) and surface response (b) depending on the specific energy consumption in the process of cutting Y_1 , W/kg by: relationships abrasive drum speed to speed the delivery drum X_1 , s^{-1}/s^{-1} and the sharpening angle of the shearing knife X_3 , deg



(a)



(b)

Рисунок 3. Кривые равных значений (a) и поверхность отклика (b) зависимости удельной производительности по мякоти Y_2 , кг/с от: величины рабочего зазора между подающим барабаном и срезающим ножом X_2 , мм и диаметром отверстий истирающего барабана X_5 , мм

Figure 3. Contour plot (a) and the response surface (b) depending on the specific performance of the pulp Y_2 , kg/s of: working gap between the supply drum and the shearing knife X_2 , mm and abrading drum orifices diameter X_5 , mm

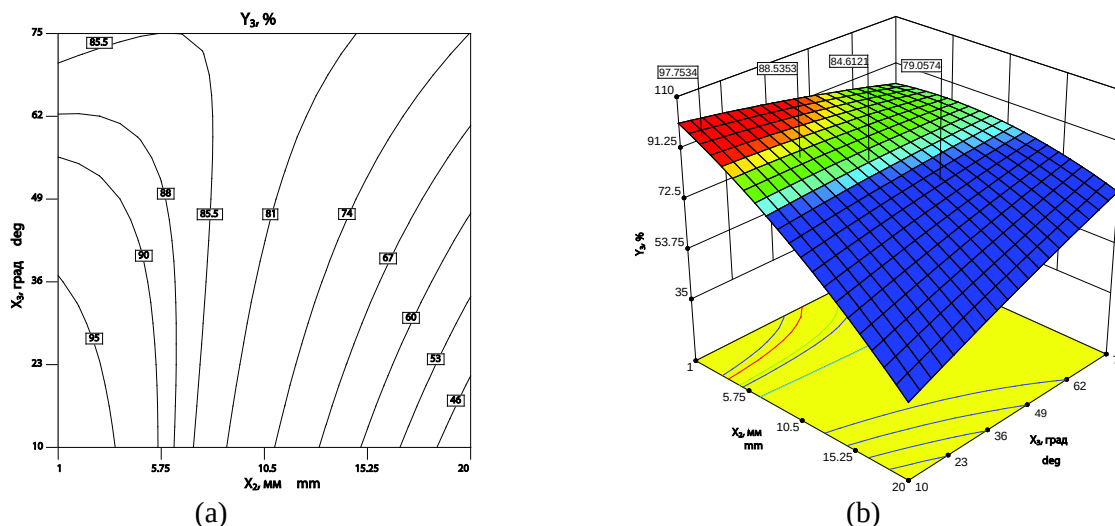


Рисунок 4. Кривые равных значений (а) и поверхность отклика (б) зависимости коэффициента извлечения мякоти Y_3 , % от: величины рабочего зазора между подающим барабаном и срезающим ножом X_2 , мм и угла заточки срезающего ножа X_3 , град

Figure 4. Contour plot (a) and the response surface (b) depending on the pulp extraction ratio Y_3 , % of: working gap between the supply drum and the shearing knife X_2 , mm and shearing knife sharpening angle X_3 , deg

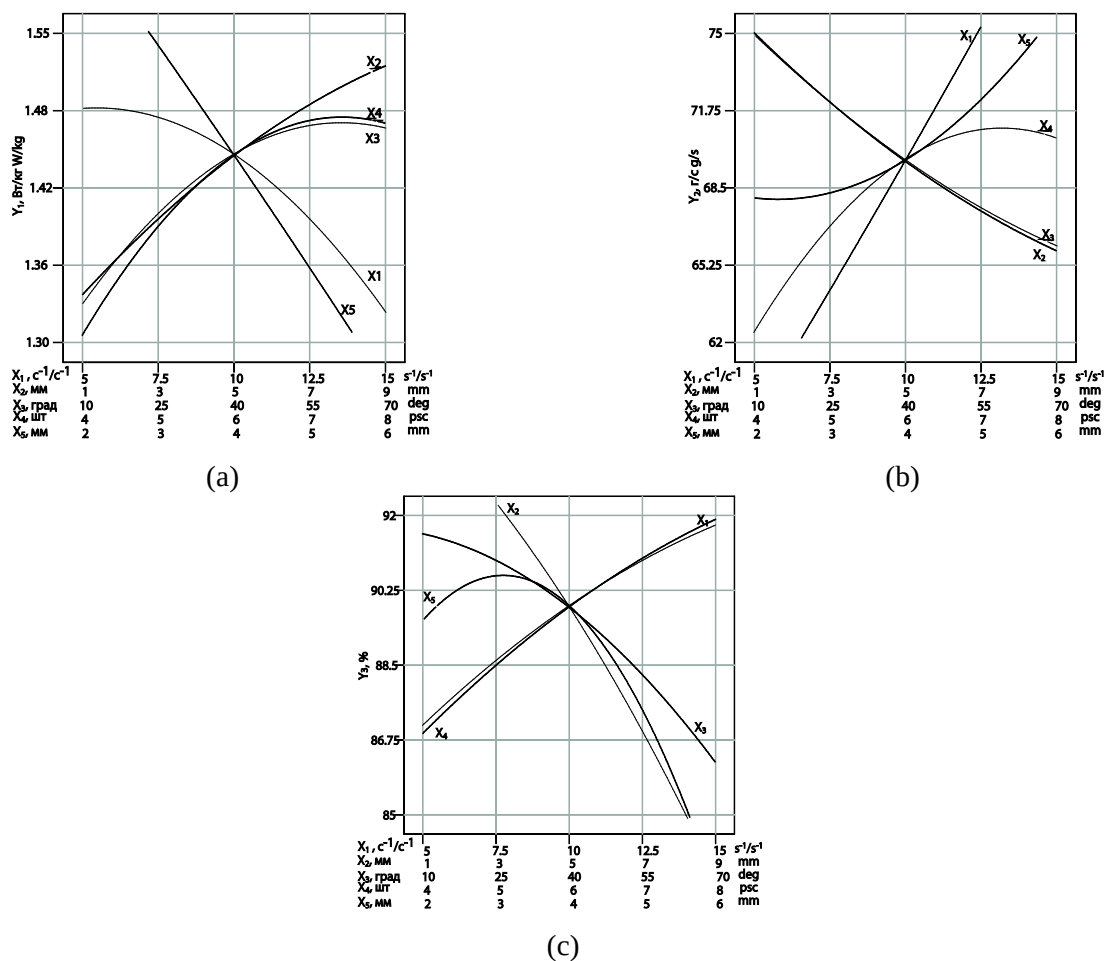


Рисунок 5. Влияние удельных энергозатрат на процесс срезания Y_1 , Вт/кг (а), удельной производительности по мякоти Y_2 , кг/с (б), коэффициента извлечения мякоти Y_3 , % (с) от входных факторов X_i

Figure 5. Impact of the input factors X_i on specific energy consumption in the process of cutting, Y_1 W/kg (a), pulp density performance Y_2 , kg/s (b) and pulp recovery ratio Y_3 % (c)

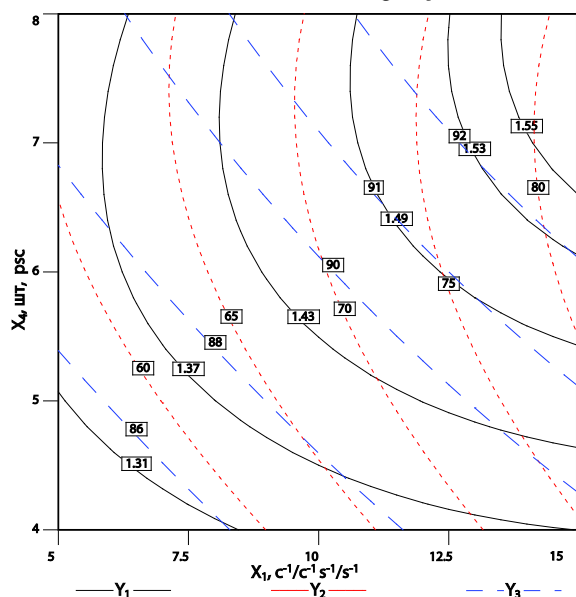


Рисунок 6. Номограмма для определения зависимости отношения частоты вращения истирающего барабана к частоте вращения подающего барабана (X_1), $\text{с}^{-1}/\text{с}^{-1}$ и количества шипов подающего барабана в зоне захвата (X_4), шт. от выходных факторов Y_j

Figure 6. The nomogram for the determination of the abrasive drum speed to the feed speed of the drum ratio (X_1), $\text{s}^{-1}/\text{s}^{-1}$ and the amount of feed drum spikes in grip zone (X_4), psc by output factors Y_j

1.2.3 Поиск оптимальных режимных параметров процесса

Нахождение оптимума и решения задачи оптимизации проводили с использованием функции желательности d [...], при этом каждый Y_i переводили в $d_i \in \{0...1\}$. Если Y_i определяет оптимум целевой функции (максимальное или минимальное значение), или же оптимальное значение является заданным, обусловленным экономической целесообразностью, то $d_i = 1$. В случае когда оптимальное значение не соответствует интервалу заданных значений $Y_j \notin \{0...1\}$, то $d_i = 0$. После определения d_i по каждому из Y_j , определяли максимальное значение функции желательности по формуле:

$$D = (d_1 d_2 \dots d_j)^{(1/j)}, \quad (5)$$

По сравнительной оценке множества полученных значений функции желательности D выбирали оптимальное (единственное) решение

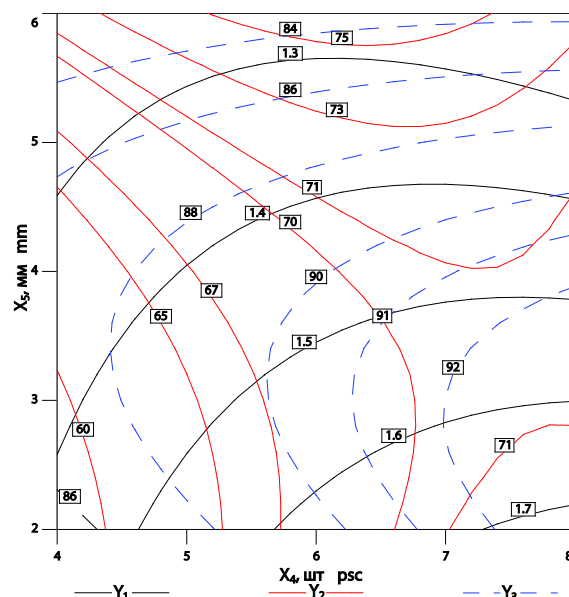


Рисунок 7. Номограмма для определения зависимости количества шипов подающего барабана в зоне захвата (X_4), шт. и диаметр отверстий истирающего барабана (X_5), мм от выходных факторов Y_j

Figure 7. The nomogram for determining of the amount of feed drum spikes in grip zone (X_4), psc and abrasive drum orifices diameter (X_5), mm by output factors Y_j

многокритериальной задачи оптимизации в области изменения входных факторов с точки зрения факторов выходной информации, по Y_j .

Функцию желательности d при решении задачи оптимизации делили на три частных случая:

1. Выходной фактор стремится к максимальному значению:

$$d = \begin{cases} 0 & y < L \\ \left(\frac{y-L}{T-L} \right)^r & L \leq y \leq T \\ 1 & y > T \end{cases}, \quad (6)$$

где T – целевое значение; U, L – нижняя и верхняя границы интервала выходного фактора соответственно; r – показатель «влияния» функции желательности (весовой коэффициент), при $r=1$ – d является линейной функцией; $r > 1$ оказывает большее влияние на смещение d в сторону целевого значения; $0 < r < 1$ – менее важная степень влияния.

2. Выходной фактор стремится к минимальному значению:

$$d = \begin{cases} 1 & y < T \\ \left(\frac{U-y}{U-T} \right)^r & T \leq y \leq U \\ 0 & y > U \end{cases}, \quad (7)$$

3. Выходной фактор стремится к заданному числовому значению:

$$d = \begin{cases} 1 & y < L \\ \left(\frac{y-L}{U-L} \right)^{r_1} & L \geq y \geq T \\ \left(\frac{U-y}{U-T} \right)^{r_2} & T \leq y \leq U \\ 0 & y > U \end{cases}, \quad (8)$$

Многопараметрическая задача оптимизации была сформулирована следующим образом: найти такие значения режимных параметров процесса отделения мякоти дыни от корки, которые бы доставляли минимум энергозатрат, максимум производительности по мякоти и максимум коэффициента извлечения мякоти из дольки при ограничениях на входные параметры (таблица 1):

Так как выбранные критерии оптимизации одинаково важны и носят характер равнозначности, то показатели их «влияния» на функцию желательности принимали равными единице, $r = 1$.

Из массива решений D выбраны значения $D \rightarrow 1$ (рисунок 8), по которым установлены рациональные интервалы значений входных факторов: $X_1 = 8 \dots 10 \text{ c}^{-1}/\text{c}^{-1}$; $X_2 = 1 \dots 3 \text{ мм}$; $X_3 = 11 \dots 13 \text{ град}$; $X_4 = 6 \dots 7 \text{ шт.}$; $X_5 = 5 \dots 6 \text{ мм}$.

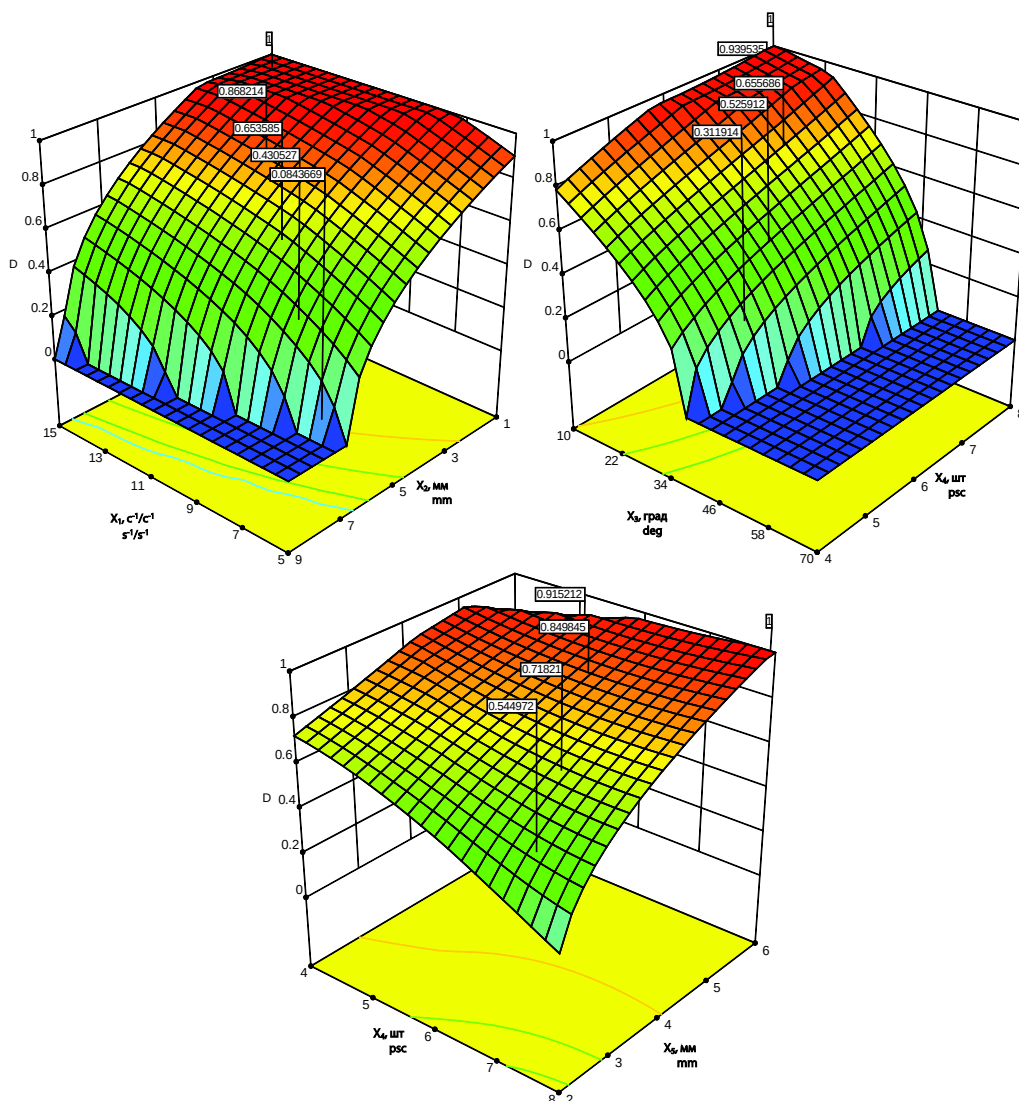


Рисунок 8. Определение функции желательности D для заданных критериев оптимизации

Figure 8. Determination of the desirability function D for the specified criteria optimization

Для проверки правильности полученных результатов был поставлен ряд параллельных экспериментов. Полученные результаты попадали в рассчитанные доверительные интервалы по всем критериям качества. Средне-квадратичная ошибка не превышала 12,4%.

Заключение

Использование метода планирования эксперимента с обработкой матрицы планирования в программном модуле Design Expert v.10 позволило получить уравнения регрессии, адекватно описывающие реальный процесс.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Sannikova T. A. et al. Getting candied fruits from melon crops // Technologies for the food and processing industry of AIC-healthy food. 2015. № 26 P. 45–49.
- 2 Villanueva M. J., Tenorio M. D., Esteban M. A., Mendoza M. C. Compositional changes during ripening of two cultivars of muskmelon fruits // Food Chemistry. 2004. V. 87. № 2. P. 179–185. URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2003.11.009>
- 3 Медведков Е. Б., Кизатова М. Е., Адмаева А. М., Азимова С. Т. и др. Содержание и структура пектина в плодах дыни // Новое слово в науке и практике: гипотезы и апробация результатов исследований. 2015. № 21. С. 103–107.
- 4 Медведков Е. Б., Кизатова М. Е., Адмаева А. М., Байболова Л. К. и др. Упруго-пластические характеристики мякоти и мезги дыни при сжатии // Достижения вузовской науки. 2015. № 19 С. 99–104.
- 5 Пеленко В. В., Зуев Н. А., Ольшевский Р. Г., Иваненко В. П. и др. Оценка зависимости производительности измельчителей мяса от их конструкции и физико-механических свойств сырья. // Вестник Международной академии холода. 2015. № 1. С. 9–15.
- 6 Myers R. H., Montgomery D. C., Anderson-Cook C. M. Response Surface Methodology: Process and Product Optimization Using Designed Experiments. Wiley (Wiley Series in Probability and Statistics), 2009. 680 p.

Их графическая интерпретация представлена кривыми равных значений и инженерными номограммами, которые позволяют прогнозировать выбор рациональных значений входных факторов по трём критериям оптимизации. Полученные данные могут быть использованы при оперативном управлении технологическими параметрами этого процесса с учётом их двухсторонних ограничений в условиях случайных возмущений со стороны как геометрических размеров дыни, так и её неоднородного состава.

REFERENCES

- 1 Sannikova T. A. et al. Getting candied fruits from melon crops. Technologies for the food and processing industry of AIC-healthy food. 2015, no 26, pp.45–49.
- 2 Villanueva M. J., Tenorio M. D., Esteban M. A., Mendoza M. C. Compositional changes during ripening of two cultivars of muskmelon fruits. Food Chemistry. 2004, vol. 87, no 2, pp. 179–185. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2003.11.009>
- 3 Medvedkov E. B., Kizatova M. E., Admaeva A. M., Azimova S. T. et al. The content and structure of the pectin in the fruit melon. *Novoe slovo v nauke i praktike: gipotezy i aprobatsiya rezultatov issledovaniy*. [New word in the science and practice: testing hypotheses and research results], 2015, no 21, pp. 103–107. (in Russian).
- 4 Medvedkov E. B., Kizatova M. E., Admaeva A. M., Baibolova L. K. et al., Elasto-plastic characteristics of pulp and melon mash compressive. *Dostizheniya vuzovskoy nauki*. [Achievements university science], 2015, no 19, pp. 99–104. (in Russian).
- 5 Pelenko V. V., Zuev N. A., Olszewsky R. G., Ivanenko V. P. et al. Evaluation of meat grinder performance depending on their design and physical and mechanical properties of raw-material. *Vestnik Mezhdunarodnoi akademii kholoda*. [Proceedings of the International Academy of Refrigeration] 2015, no. 1, pp. 9–15. (in Russian).
- 6 Myers R. H., Montgomery D. C., Anderson-Cook C. M. Response Surface Methodology: Process and Product Optimization Using Designed Experiments. Wiley (Wiley Series in Probability and Statistics), 2009, 680 p.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Евгений Б. Медведков д. т. н., профессор, кафедра механизации и автоматизации технологических процессов, Алматинский техн. ун-т, ул. Толе би, 100, г. Алматы, Казахстан, evg_bm@mail.ru

Маржан Е. Кизатова докторант PhD, кафедра механизации и автоматизации технологических процессов, Алматинский техн. ун-т, ул. Толе би, 100, г. Алматы, Казахстан, marzhany87@mail.ru

Александр А. Шевцов д. т. н., профессор, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, Россия, shevalol@rambler.ru

Александр С. Муравьев аспирант, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, Россия, hntrun@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Евгений Б. Медведков предложил методику проведения эксперимента и организовал производственные испытания

Маржан Е. Кизатова обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперимент, выполнила расчеты

Александр А. Шевцов консультация в ходе исследования

Александр С. Муравьев написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несет ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 15.04.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 16.05.2016

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Yevgeniy B. Medvedkov D. t. sc., professor, mechanization and automation of manufacturing processes department, Almaty technological university, Tole bi, 100, Almaty, Kazakhstan, evg_bm@mail.ru

Marzhan E. Kizatova Ph. D. student, mechanization and automation of manufacturing processes department, Almaty technological university, Tole bi, 100, Almaty, Kazakhstan, marzhany87@mail.ru

Aleksandr A. Shevtsov D. t. sc., professor, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, Russia, she-valol@rambler.ru

Aleksandr S. Muravev graduate student, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, Russia, hntrun@mail.ru

CONTRIBUTION

Evgenij B. Medvedkov proposed a scheme of the experiment and organized production trials

Marjane E. Kizatova review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

Aleksandr A. Shevtsov consultation during the study

Aleksandr S. Muravev 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 4.15.2016

ACCEPTED 5.16.2016

Результаты исследования стабилизации производительности ультразвуковой установки с керамическими мембранными элементами при обработке вина

Валерий Т. Антуфьев,	¹	antufjew2010@yandex.ru
Марина А. Иванова,	¹	mtomz85@mail.ru
Алексей А. Понедельченко	¹	alexsey.ap@mail.ru

¹ кафедра технологические машины и оборудование, Санкт-петербургский государственный университет информационных технологий механики и оптики, Ломоносова, 9, Санкт-Петербург, Россия

Реферат. В статье описаны пути решения проблемы снижения производительности керамических мембранных элементов для обработки вина на конечном этапе его производства. В частности, экспериментально подтверждена относительная стабильность скорости фильтрации, эффективность удаления газов и осветления вин при контактом наложении колебаний волн ультразвукового излучателя на керамический фильтр. Что существенно сократило затраты на различные консерванты для увеличения сроков хранения. Для изучения процессов при обработке вина предлагаемым способом была изготовлена экспериментальная установка на базе опытно-промышленной машины МРп-1/2 по розливу тихих жидкостей и ультразвукового аппарата «Волна-М» УЗТА-1/22-ОМ с жёстко закреплённым, при помощи звукопередающего волновода, на излучателе ультразвука корпуса фильтра. Опытным путём определены рациональные параметры мощности подводимого ультразвука и давления в системе для стабилизации производительности ультразвуковой установки с керамическими мембранными элементами без снижения качества обрабатываемых вин. Представлены выведенные зависимости и графики, позволяющие определить момент выхода фильтра на относительно стабильный режим работы. Выявлено существенное снижение удельных затрат на фильтрацию, так как это позволило уйти от загрязнения продукта различными консервантами, и увеличение длительности хранения в герметичной таре при асептическом розливе без тепловой стерилизации. Ультразвуковой излучатель за счёт контактного наложения колебаний волн на керамический фильтр не только повышает эффективность удаления газов, но и улучшает органолептические показатели, стабилизирует работу фильтров, повышает их производительность. Удаление газов создаёт неблагоприятные условия для развития дрожжей, что, в свою очередь, увеличивает срок хранения для полусладких вин.

Ключевые слова: обработка вина, керамический фильтр, ультразвук, повышение производительности, стабилизация процесса

Research results on productivity stabilization by ultrasonic camera (plant) with membrane ceramic elements during vine processing

Valery T. Antufyev,	¹	antufjew2010@yandex.ru
Marina A. Ivanova,	¹	mtomz85@mail.ru
Aleksey A. Ponedelchenko	¹	alexsey.ap@mail.ru

¹ Department technological machines and Equipment, St. Petersburg state university of information technologies of mechanics and optics, Lomonosov, 9, St. Petersburg, Russia

Summary. The article describes solutions to the problems of declining productivity of ceramic membrane elements for wine processing on the final manufacturing phase. A relative stabilization of filtration velocity, venting efficiency and wine lightening were experimentally confirmed during contacts with oscillation waves of ultrasonic transmitter on the ceramic filter. Which significantly reduced the cost of various preservatives to increase periods storage. To study the processes of wine processing by the proposed method it was made an experimental installation on the basis of pilot machine MRp-1/2 for bottling of quiet liquids and an ultrasonic device "Volna-M" UZTA-1/22-OM with a firmly, waveguide which transmits sound, fixed filter frame on the ultrasound emitter. To stabilize the performance of ultrasonic units with ceramic membrane elements without quality deterioration of wines it was empirically determined rational parameters of power of ultrasound input and pressure in the system. The given derived dependencies and graphs allow to define the time of relatively stable operating filter regime. It was revealed a significant cost reduction on filtration, as it allows escape from the contamination of the product by various preservatives, and increasing of storage duration in a sealed container during aseptic filling without a thermal sterilization. Ultrasonic emitter contact by superposition wave vibrations on the ceramic filter increases not only the efficiency of gas removal, but also improves the organoleptic characteristics, stabilizes the filters, improves their productivity. Gas removal creates unfavorable conditions for development of the yeast, which in turn increases the shelf life of semisweet wine.

Keywords: processing of wine, ceramic filter, ultrasound, increase of productivity, process stabilization

Для цитирования

Антуфьев В. Т., Иванова М. А., Понедельченко А. А. Результаты исследования стабилизации производительности ультразвуковой установки с керамическими мембранными элементами при обработке вина // Вестник ВГУИТ. 2016. № 2. С. 37–42. doi:10.20914/2310-1202-2016-2-37-42

For citation

Antufyev V. T., Ivanova M. A., Ponedelchenko A. A. Research results on productivity stabilization by ultrasonic camera (plant) with membrane ceramic elements during vine processing. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 2. pp. 37–37. (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2016-2-37-42

Введение

Существует достаточно много способов обработки вин с целью их осветления путём введения в них органических оклеивающих веществ, например, желатины, рыбьего клея, и раствора бентонита, введения жёлтой кровяной соли, перемешивания, отстаивания и фильтрации через фильтры разной конструкции. Использовать такую технологию на современных высокопроизводительных заводах невозможно из-за использования большого количества технологического оборудования и производственных площадей, трудоёмкости операций и длительности технологического цикла [2, 4]. Особенно высокое качество обработки вин с некоторым сокращением цикла подработки можно осуществить на керамических фильтрах, но они так же, как и другие, быстро теряют производительность и требуют дорогостоящего обслуживания. Поднять эффективность удаления газов и осветления вин можно при контактном наложении колебаний волн ультразвукового излучателя на керамический фильтр, но научных работ в направлении внедрения в винодельческой промышленности, особенно для подработки вина на конечном этапе его производства, недостаточно [2]. Особенно ярко преимущества этих систем проявляется при автоматизации процессов, когда снижение скорости фильтрации и давление могут резко изменяться в зависимости от характеристик виноматериалов. Теоретические исследования процессов фильтрации растворов воды и практика показывает, что наложение ультразвука на керамические фильтры не только увеличивает производительность установки, но и стабильность её работы длительное время, при этом так же существенно перекрывает расходы на создание дозированного ультразвука.

Мембранные технологии осветления в настоящее время признаны в мировой практике в качестве энергосберегающих технологий разделения жидких пищевых сред, так как исключаются стадии пастеризации (тепловой обработки) и необходимость введения консервантов для обеспечения требуемых сроков хранения [9].

Недостатком мембранной фильтрации является низкая производительность и её существенное снижение в процессе работы, что требует периодически переключать потоки фильтруемого вина на резервные фильтры [18]. Это повышает стоимость обработки. Для достижения

высокой производительности мембранных фильтров применяют обработку под давлением, что также сказывается на энергетических затратах. Ультразвуковое воздействие на мембранные фильтры в корне решает эти проблемы: снижается гидравлическое сопротивление фильтров и, следовательно, повышается производительность аппаратов, идёт непрерывная очистка пор, задержка или деструктурирование высокополимерных спиртов [2]. Основной задачей исследования является разработка непрерывной технологии мембранного осветления винопродуктов, состава технологической линии и конструкции промышленной установки с керамическими мембранами, обеспечивающими стабильный процесс, а в совокупности решение задачи снижения себестоимости и повышения качества продукта. Внедрение предлагаемого инновационного технологического процесса в производство обеспечит достижение следующих преимуществ по сравнению с традиционными методами:

- повышение качества осветлённого вина;
- устранение традиционных аппаратов фильтрации с упрощением состава технологической линии;
- уменьшение потерь при фильтровании;
- существенное снижение энергопотребления.

Поэтому актуальность создания проточной микрофильтрационной установки непрерывного действия с ультразвуковыми керамическими мембранными элементами для осветления вина очевидна.

1.1 Объекты и методы исследования

Целью работы является исследование процесса снижения производительности керамических мембранных элементов для обработки вина на конечном этапе его производства. Во время эксперимента осуществлялась подача виноматериала на керамический фильтр со средним диаметром пор 0,2 мкм под давлением 0,05; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,45 МПа, при частоте ультразвука 22 кГц и амплитуде вибрации 0; 10; 20; 30 и 40 мкм.

Для измерения поглощённой мощности ультразвука измеряли время и температуру нагрева взвешенной порции вина, для чего использовали весы марки МММ44. Необходимое число повторов эксперимента найдено по методике, изложенной в работе [18]. На рисунке 1 представлена схема установки.

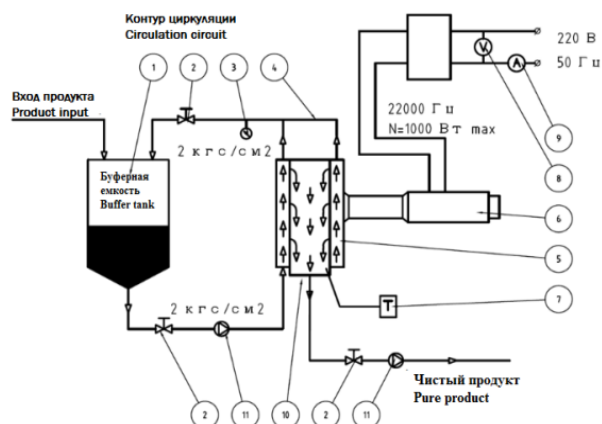


Рисунок 1. Принципиальная схема экспериментальной установки. 1. Буферная ёмкость; 2. Регулирующие клапана; 3. Манометр; 4. Продуктопровод; 5. Корпус фильтра; 6. Ультразвуковой генератор; 7. Датчик температуры; 8. Вольтметр; 9. Амперметр; 10. Керамическая мембрана с порогом фильтрации 0,02 мкм.; 11. Насос

Figure 1. Schematic diagram of experimental installation. 1. Buffer vessel; 2. Control valves; 3. Manometer; 4. Products pipe line; 5. Filter bowl; 6. Ultrasonic generator; 7. Temperature sensor; 8. Voltmeter; 9. Amperemeter; 10. Ceramic membrane on the level of filtration 0,02 microns; 11. Pump

На рисунке 2 представлено фото общего вида установки для конечной обработки вина.



Рисунок 2. Общий вид установки. 1. Компьютер для настройки ультразвукового генератора; 2. Ультразвуковой генератор; 3. Ультразвуковой излучатель; 4. Фильтр; 5. Машина розлива МРп-1/2; 6. Отфильтрованный продукт; 7. Фильтрат; 8. Контрольные весы; 9. Продуктопровод

Figure 2. General view of installation. 1. The computer for the ultrasonic generator setup; 2. Ultrasonic generator; 3. Ultrasonic emitter; 4. Filter; 5. Filling machine MRp-1/2; 6. Filtered product; 7. Filtrate; 8. Checkweighing scales; 9. Products pipe line

На рисунке 3 представлено фото крепления корпуса фильтра к ультразвуковому излучателю.



Рисунок 3. Закрепление фильтра с керамическим мембранным элементом на концентраторе ультразвукового излучателя

Figure 3. Fastening of the filter (equipped by ceramic membrane element) on the ultrasonic emitter concentrator

На рисунке 4 представлена зависимость производительности установки от давления и частоты ультразвука. Из анализа экспериментальных данных видно, что при работе установки без ультразвука производительность меняется при давлении от 0,1 до 0,4 МПа только 80–140 г/с, а с ультразвуком при 40 мкм 200–680 г/с.

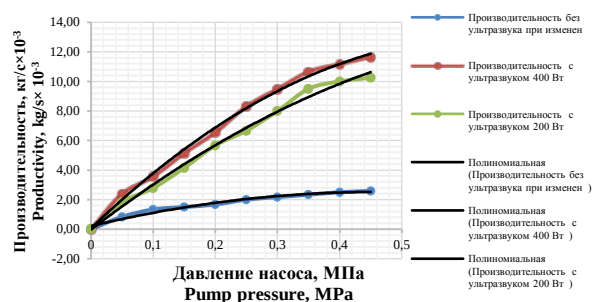


Рисунок 4. Зависимость производительности фильтра от давления в системе и амплитуды колебаний ультразвукового излучателя (0; 20; 40 мкм)

Figure 4. Function of the filter productivity from pressure in the system and amplitude of oscillations of ultrasonic emitter (0; 20; 40 microns).

Получена аппроксимационная зависимость для производительности керамического фильтра от давления в системе (с ультразвуковым излучателем и без включения ультразвука):

$$N \text{ ультразвука}=400 \text{ Вт.}$$

$$\Pi = -18,883P^2 + 242,02P + 3,8273 \quad (1)$$

$$N \text{ ультразвука}=200 \text{ Вт.}$$

$$\Pi = -11,727P^2 + 194,99P - 2,0727 \quad (2)$$

$$N \text{ ультразвука}=0,0 \text{ Вт.}$$

$$\Pi = -7,4459P^2 + 63,117P + 11,515 \quad (3)$$

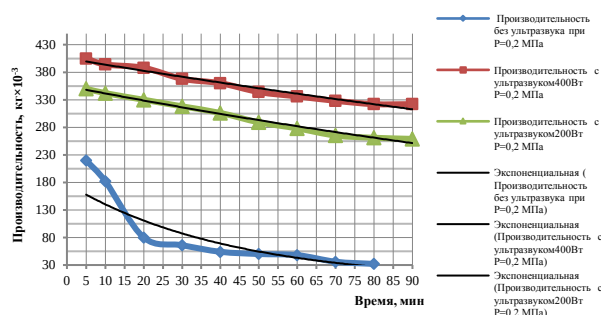


Рисунок 5. Зависимость производительности фильтра от времени фильтрования при различной амплитуде колебаний ультразвукового излучателя (0,20,40 мкм) (забиваемость фильтра)

Figure 5. Function of the filter productivity from the filtering time, with various amplitude of oscillations of ultrasonic emitter (0,20,40 microns) (filter clogging).

Зависимость производительности фильтра от амплитуды колебаний ультразвукового излучателя прослеживается на рисунке 4. При амплитуде ультразвуковых колебаний от 20 до 40 мкм производительность повышается до 600%. Дальнейшее увеличение амплитуды приводит к некоторому снижению производительности, что требует физического обоснования этого явления.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Зайчик Ц. Р. Технологическое оборудование винодельческих предприятий. Учебное пособие. М.: ИНФРА. 2014–496 с.
- 2 Прохоренко П. П., Дежкунов Н. В., Коновалов Г. Е. Ультразвуковой капиллярный эффект. Минск.: Наука и техника, 1981. 135 с
- 3 Ратушный Г. Д. К вопросу о применении ультразвука при оклейке вин бентонитом // Виноделие и виноградарство СССР. 1968. № 2. С. 16–18.
- 4 Белоконь В. С., Фридман Б. С. Об осветлении вина бентонитовыми суспензиями, обработанными ультразвуком // Виноделие и виноградарство СССР. 1968. № 7. С. 16.
- 5 Хмелев В. Н., Цыганок С. Н., Барсуков Р. В. Изучение влияния ультразвукового воздействия на процессы осветления облепихового винограда // XII Международная конференция - семинар молодых специалистов по микро- и нанотехнологиям и электронным устройствам EDM' 2011. Бийск, 2011. XII

1.2 Результаты и обсуждение

Ультразвуковой излучатель за счёт контактного наложения колебаний ультразвуковых волн на керамический фильтр не только ускоряет процесс фильтрования вин, но и улучшает органолептические показатели. В контрольном вине через двое суток началось вторичное брожение, в то время как опытный образец оставался стабильным в течение года. Таким образом, было установлено, что обработку ультразвуковым методом можно использовать в приготовлении стабильных полусладких вин без внесения консервантов. Опыты показали, что независимо от содержания спирта все образцы, прошедшие обработку, были стабильны в течение длительного периода времени 10–12 месяцев, так как в обработанном вине осталось только 132 мг/дм³ O₂ и это создало условия неблагоприятные для повторного развития дрожжей.

Заключение

Найдены рациональные параметры процесса обработки виноматериалов ультразвуком в установке: мощность излучателя 2 Вт/см², время пребывания продукта в фильтре 10 с, производительность 500–680 г/с.

Приведённые аналитические выкладки и результаты эксперимента, что свидетельствуют о работоспособности предложенной схемы обработки виноматериалов. Ультразвуковой излучатель за счёт контактного наложения колебаний волн на керамический фильтр не только повышает эффективность удаления газов, осветления и фильтрования вин, улучшает органолептические показатели, но и стабилизирует работу фильтров, повышает их производительность.

6 НТЦ Вода. URL: <http://ntz-voda.ru/products/23456werr/-0-15.htm>. (дата обращения 27.02.2016)

7 Пат. SU 856495 Керамический фильтр / Белов Б. Г., Зубков А. А. № B01D31; Заявл. 2846903/23–26; Оpubл. 05.12.79.

8 Лобасенко Б. А. Новые конструкции мембранных аппаратов для пищевых производств // Хранение и переработка сельхозсырья. 2001. № 6. С. 50–51.

9 Пат. № 2178461 Способ холодной пастеризации пива / Горбатюк, В. И., Горбатюк А. В., Горбатюк А. В.; Оpubл. 20.01.2002.

10 Лебедев Н. М., Жирнова Т. И., Седельникова Г. В., Шихов Н. В. Технологии и оборудование для ультразвуковой интенсификации обогащения процессов // Сборник материалов IX Конгресса обогатителей стран СНГ. 26–28 февраля, 2013. Т 1. С. 338 – 341.

11 Остроумова Т. Л. Концентрирование компонентов молока ультрафильтрацией // Молочная промышленность. 2007. № 3. С. 64–65.

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

13 Khmelev V. N., Tsyganok S. N., Barsukov R. V., Sevodin V. P. et al. Studying of ultrasonic treatment effect on sea-buckthorn wine clarification // 12th International Conference and Seminar on Micro/Nanotechnologies and Electron Devices, EDM'2011, 2011. P. 265–268.

14 Хмелев В. Н. Ультразвуковые многофункциональные и специализированные аппараты для интенсификации технологических процессов в промышленности. Барнаул: АлтГТУ, 2007. 416 с.

15 Хмелев В. Н., Барсуков Р. В., Шалуннов А. В. Управление работой электронного генератора при ультразвуковом воздействии на кавитирующие технологические среды // Известия Тульского государственного университета. Серия «Технологическая системотехника». 2004. Вып. 2. С. 32–40.

16 Алексеев Г. В., Вороненко Б. А., Гончаров М. В. Численные методы при моделировании технологических машин и оборудования. СПб: ГИОРД, 2014. 200 с.

17 BTS Engineering. URL: http://bts-membrane.com/products/membrane_filter/ (дата обращения 2.03.2016)

18 Ivanova M. A. et al. Development of an experimental ultrasonic ceramic membrane elements for wine processing. 2015.

REFERENCES

1 Zaichik Ts. R. Tekhnologicheskoe oborudovanie vinodel'cheskikh predpriyatii [Processing equipment of the wine-making enterprises]. Moscow, INFRA, 2014. 496 p. (in Russian).

2 Prokhorenko P. P., Dezhkunov N. V., Konovalov G. E. Ultrazvukovoi kapillyarnyi effect [Ultrasonic capillary effect]. Minsk, Nauka i tekhnika, 1981. 135 p. (in Russian).

3 Ratushnyi G. D. To a question of application of ultrasound when pasting wines bentonit. *Vinodelie i vinogradarstvo SSSR*. [Winemaking and wine growing of the USSR]. 1968, no. 2, pp. 16–18. (in Russian).

4 Belokon V. S., Friedman B. S. About clarification of wine the bentonite suspensions processed by ultrasound *Vinodelie i vinogradarstvo SSSR*. [Winemaking and wine growing of the USSR]. 1968, no. 7, pp. 16. (in Russian).

5 Khmelev V. N., Tsyganok S. N., Barsukov R. V. Studying of Influence of Ultrasonic Impact on Processes of Clarification of Sea-buckthorn Wine material. *Mezhdunarodnaya konferentsiya-seminar molodykh spetsialistov po mikro- i nanotekhnologiyam EDM'2011* [XII International Conference - Seminar of Young Specialists on Micro and Nanotechnologies and Electron Devices EDM '2011] Biisk, 2011. (in Russian).

6 NTTs Voda [STC Water] Available at: <http://ntz-voda.ru/products/23456werr/-0-15.htm>. (accessed 27.02.2016) (in Russian).

7 Belov B. G., Zubkov A. A. *Keramicheskii fil'tr* [Ceramic Filter] Patent SU, no. 856495, 1979. (in Russian).

8 Lobasenko B. A. New designs of membrane devices for food productions. *Khranenie i pererabotka sel'khozsr'ya* [Storage and processing of agricultural raw materials], 2001, no. 6, pp. 50–51. (in Russian).

9 Gorbatyuk V. I., Gorbatyuk A. V., Gorbatyuk A. V. *Sposob kholodnoi pasterizatsii piva* [Way of Cold Pasteurization beer] Patent RF, no. 2178461, 2002 (in Russian).

10 Lebedev N. M., Zhimova T. I., Sedel'nikov G. V., Shikhov N. V. Technologies and equipment for an ultrasonic intensification of concentrating processes. *Sbornik materialov IX kongressa obogatitelei stran SNG* [Collection of materials IX of the Congress of dressers of the CIS countries] 2013, vol. 1, pp. 338 – 341. (in Russian).

11 Ostroumova T. L. Concoction of components of milk ultrafilt-handheld transceiver. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy industry], 2007, no. 3, pp. 64–65. (in Russian).

12 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).

13 Khmelev V. N., Tsyganok S. N., Barsukov R. V., Sevodin V. P. et al. Studying of ultrasonic treatment effect on sea-buckthorn wine clarification. 12th International Conference and Seminar on Micro/Nanotechnologies and Electron Devices, EDM'2011. 2011, pp. 265–268.

14 Khmelev V. N. *Ul'trazvukovye multifunktsional'nye i spetsializirovannyye apparaty* [Ultrasonic multipurpose and specialized devices for an intensification of technological processes to industry] Barnaul, AltGTU, 2007. 416 p. (in Russian).

15 Khmelev V. N., Barsukov R. V., Shalunov A. V. Management of operation of the electronic generator at ultrasonic impact on the cavitating technological environments. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta* [News of the Tula state university. Technological System Engineering series]. 2004, issue 2, pp. 32–40. (in Russian).

16 Alekseev G. V., Voronenko B. A., Goncharov M. V. *Chislennyye metody pri modelirovanii tekhnologicheskikh mashin i oborudovaniya* [Numerical methods when modeling technological machines and the equipment]. Saint-Petersburg, GIORД, 2014, 200 p. (in Russian).

17 BTS Engineering. Available at: http://bts-membrane.com/products/membrane_filter/ (accessed 2.03.2016)

18 Ivanova M. A. et al. Development of an experimental ultrasonic ceramic membrane elements for wine processing. 2015.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Валерий Т. Антуфьев к.т.н., доцент, кафедра Технологические Машины и Оборудование, Санкт-Петербургский Государственный Университет Информационных Технологий Механики и Оптики. Ломоносова, 9, Санкт-Петербург, Россия, antufjew2010@yandex.ru

Марина А. Иванова к.т.н., доцент, кафедра Технологические Машины и Оборудование, Санкт-Петербургский Государственный Университет Информационных Технологий Механики и Оптики. Ломоносова, 9, Санкт-Петербург, Россия, mtomz85@mail.ru

Алексей А. Понедельченко аспирант, кафедра Технологические Машины и Оборудование, Санкт-Петербургский Государственный Университет Информационных Технологий Механики и Оптики. Ломоносова, 9, Санкт-Петербург, Россия, alexsey.ap@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Валерий Т. Антуфьев предложил методику проведения эксперимента и организовал производственные испытания, консультировал в ходе исследований

Марина А. Иванова написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несет ответственность за плагиат

Алексей А. Понедельченко обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперимент, выполнил расчеты

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 25.03.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 22.04.2016

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Valery T. Antufyev Ph.D., associate professor, Technological machines and Equipment department, St. Petersburg State University of Information Technologies of Mechanics and Optics. Lomonosov, 9, St. Petersburg, Russia, (street, house, city, index, country), antufjew2010@yandex.ru

Marina A. Ivanova Ph.D., associate professor, Technological machines and Equipment department, St. Petersburg State University of Information Technologies of Mechanics and Optics. Lomonosov, 9, St. Petersburg, Russia, mtomz85@mail.ru

Alexey A. Ponedelchenko graduate student, Technological machines and Equipment department, St. Petersburg State University of Information Technologies of Mechanics and Optics. Lomonosov, 9, St. Petersburg, Russia, alexsey.ap@mail.ru

CONTRIBUTION

Valery T. Antufyev proposed a scheme of the experiment and organized production trials, consultation during the study.

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

Alexey A. Ponedelchenko review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 3.25.2016

ACCEPTED 4.22.2016

Оценка целесообразности применения теплового насоса для обогрева эспирационной колонны

Сергей В. Шахов,¹ s_shahov@mail.ru
Светлана Ю. Никитина,² sunik@mail.ru
Юрий Н. Смолко³ smola_86@mail.ru

¹отдел интеллектуальной собственности, Воронеж. гос. ун-т инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, Россия

²центр коллективного пользования, Воронеж. гос. ун-т инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, Россия

³отдел трансфера технологий, Воронеж. гос. ун-т инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, Россия

Реферат. В работе проведена оценка целесообразности применения рекомпрессии пара для обогрева эспирационной колонны. Исследования процесса эспирации осуществлялись на промышленной брагоректификационной установке Веселолопанского спиртового завода. В ходе эксперимента были проанализированы связь параметров работы колонного аппарата с энергетическими характеристиками теплового насоса, рассмотрены варианты эксплуатации эспирационной колонны с тепловым насосом при различном давлении паров, поступающих в компрессор при варьировании давлением компримирования. Проведённые эксперименты позволили определить оптимальные давления сжатия паров, обеспечивающие работу колонны без подвода греющего пара. Для работы колонны при небольшом избыточном давлении оптимальное давление после компрессора 352–376 кПа, оптимальная степень сжатия паров 3,4–3,7; при атмосферном давлении в кубовой части колонны оптимальное давление компримирования 303–325 кПа, степень сжатия 4,0–4,4, для эксплуатации колонны при разрежении оптимальное давление 252–275 кПа, степень сжатия 4,9–5,5. Термодинамический анализ режимов эспирации показал, что эспирационная колонна, работающая с тепловым насосом, имеет самый высокий эксергетический КПД (32,6%), применение теплового насоса позволяет сэкономить 1,03–1,15 кг пара из расчёта на 1 л этанола, введённого в колонну с питанием. Тепловые насосы могут быть использованы для снижения энергоёмкости БРУ при получении высококачественного ректификованного спирта.

Ключевые слова: этанол, ректификация, тепловой насос, эспирационная колонна

The analysis of heat pumps using during the epuration process

Sergey V. Shakhov,¹ s_shahov@mail.ru
Svetlana Yu. Nikitina,² sunik@mail.ru
Yuri N. Smolko³ smola_86@mail.ru

¹the intellectual property department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, Russia

²centre of collective use, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, Russia

³the Department of technology transfer, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, Russia

Summary. The evaluation of application of steam recompression for epuration column heating was carried out in the work. Researches on epuration process were carried out on an industrial brew rectification apparatus of Veselolopansky distillery. During the experiment, column apparatus operating parameters interrelations with the heat pump energy characteristics were analyzed, variants for epuration column operation with a heat pump with different vapor pressure entering the compressor by varying the compression pressure were examined. The experiments carried out allowed to determine the optimum vapor pressure of compression, providing the column operation without the heating steam supply. At a slight overpressure of vapor the optimal compression ratio is 3.4–3.7 kPa, the pressure after the compressor is 352–376 kPa; in the bottom part of column at the atmospheric pressure the optimal compression pressure is 303–325 kPa, the compression ratio is 4.0–4.4. For the low-pressure-regime use the optimum pressure is 252–275 kPa, the degree of compression-stump is 4.9–5.5. Thermodynamic analysis modes of epuration showed that epuration column working with a heat pump has the highest exergy efficiency (32.6%). Use of heat pump saves 1.03–1.15 kg of steam at the rate of 1 liter of ethanol, introduced in the column with supply. Heat pumps can be used to reduce the energy intensity of BRA in obtaining high-quality rectified alcohol.

Keywords: ethanol, rectification, heat pump, epuration column

Введение

Перегонка и ректификация являются одними из самых энергоёмких процессов при производстве этанола, поэтому разработка новых технологий, обеспечивающих ресурсосбережение на этих стадиях, и оптимизация энергоэкономических параметров работы брагоректификационных установок (БРУ),

являются первостепенными задачами для спиртовой отрасли [1–6]. Решению поставленных задач способствует применение теплонасосных установок (ТНУ), утилизирующих вторичные энергоресурсы промышленного производства. Теплонасосные технологии успешно внедрены на ряде спиртовых заводов США, Германии, Финляндии, Франции, в последнее время вырос и интерес отечественных исследователей

Для цитирования

Шахов С. В., Никитина С. Ю., Смолко Ю. Н. Оценка целесообразности применения теплового насоса для обогрева эспирационной колонны // Вестник ВГУИТ. 2016. № 2. С. 43–51. doi:10.20914/2310-1202-2016-2-43-51

For citation

Shakhov S. V., Nikitina S. Yu., Smolko Y. N. The analysis of heat pumps using during the epuration process. Vestnik VSUET [Proceedings of VSUET]. 2016. no 2 pp. 43–51. (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2016-2-43-51

к использованию рекомпрессии для обогрева колонных аппаратов. Ряд перспективных работ [3, 4] посвящён разработке методов расчёта процесса компримирования паров при использовании в схеме брагоректификации теплового насоса (ТН), термодинамической оценке режимов эксплуатации колонных аппаратов с паровой рекомпрессией и оптимизации технологических параметров их работы. В исследовании [4] представлены экспериментальные данные, полученные на опытной установке для перегонки ароматных спиртов, оснащённой тепловым насосом, предложено её математическое описание, составлен тепловой, материальный и энергетический баланс, рассчитаны затраты на осуществление процесса. К сожалению, для оценки возможности применения ТН для обогрева колонн БРУ были проведены экспериментальные исследования на стендовых установках с использованием аппаратов периодического действия. Применение термокомпрессии в непрерывно действующих ректификационных колоннах в производственных условиях и подбор оптимальных параметров работы таких БРУ позволили бы расширить спектр применения данных технических решений.

Цель настоящей работы – исследование режимов работы эшюрационной колонны, обогреваемой термокомпрессией, оценка целесообразности применения этого технологического приёма и определение режимов эксплуатации установки, исключающих потребность в греющем паре.

1.1 Материалы и методы

Исследования процесса эшюрации выполнялись в спиртовом цехе филиала ФГУП Росспиртпром «Весёлолопанский спиртовой завод» на работающей брагоректификационной установке косвенного действия. Объектом исследований являлась эшюрационная колонна диаметром 1500 мм, имеющая 65 многоколпачковых тарелок (16 контактных устройств в отгонной части, 31 – в концентрационной, 18 – в укрепляющей) (материал рабочей зоны медь МЗР, сталь 12х1810Т), оснащённая медными кожухотрубными теплообменниками: дефлегматором (поверхность теплообмена $F = 100 \text{ м}^2$), конденсатором ($F = 20 \text{ м}^2$), спиртоловушкой ($F = 10 \text{ м}^2$), кипятивником ($F = 50 \text{ м}^2$), водокольцевым вакуумным насосом ВВН-1. При выполнении экспериментов производительность установки составляла 100–125 декалитров в час (из расчёта на безводный спирт).

Применение механической рекомпрессии для обогрева эшюрационной колонны, оснащённой отгонным модулем, осложняется большой разностью температур верхнего и нижнего продуктов (20–24 °С), температурная депрессия, имеющая место при разделении бражного дистиллята, должна покрываться значительным сжатием паров, выходящих из колонны. Кроме того, тепловой насос непосредственно контактирует с парами этилового спирта, поэтому необходимо использовать оборудование, исключающее загрязнение готового продукта. Наиболее подходящими для брагоректификационных установок являются безмасляные винтовые компрессоры, что обусловлено низкой скоростью и плавностью потока вдоль роторов, позволяющими сжимать влажный пар; возможностью достижения значительных степеней сжатия в одном корпусе; высоким КПД в широком диапазоне изменения производительности установки и малой металлоёмкостью. В настоящем исследовании применён опытно-промышленный образец теплового насоса на базе серийно выпускаемого винтового безмасляного компрессора Atlas Copco ZA 6 (3900 мм×23500 мм×275000 мм, рабочее давление до 5 атм, мощность установленного двигателя 200–450 кВт, напряжение 380 В, производительность до 115 м³/мин), с частотным преобразователем (VSD) и кожухотрубного вертикального кипятивника с поверхностью теплообмена $F = 70 \text{ м}^2$.

Схема экспериментальной установки приведена на рисунке 1. В соответствии с технологическим регламентом колонна обогревалась закрытым способом, греющий пар через расходомер 20 подавался в кипятивник 7, полученный конденсат отбирался посредством конденсатоотводчика 8 и использовался для гидроселекции. Бражной дистиллят через расходомер 16 направлялся на 47-ю тарелку колонны 1, для повышения коэффициентов испарения примесных соединений в верхнюю часть колонны вводился конденсат греющего пара (через расходомер 17). Головные и промежуточные примеси концентрировались в укрепляющей зоне колонны 1 и дефлегматоре 2, отбирались с фракцией из конденсатора 3 (ФГПП) и через ротаметр 18 направлялись на тарелку питания разгонной колонны (на схеме не показана). Наличие отгонного модуля позволяло дополнительно извлекать ряд примесных соединений и повысить крепость эшюрата до 30–40% об. Хвостовые примеси удалялись вместе с лютером через гидрозатвор 21 из кубовой части колонны. Эшюратор, отбираемый с 15–20-й тарелок, через расходомер 19 подавался в ректификационные колонны (на схеме не показаны) для дополнительной очистки и концентрирования.

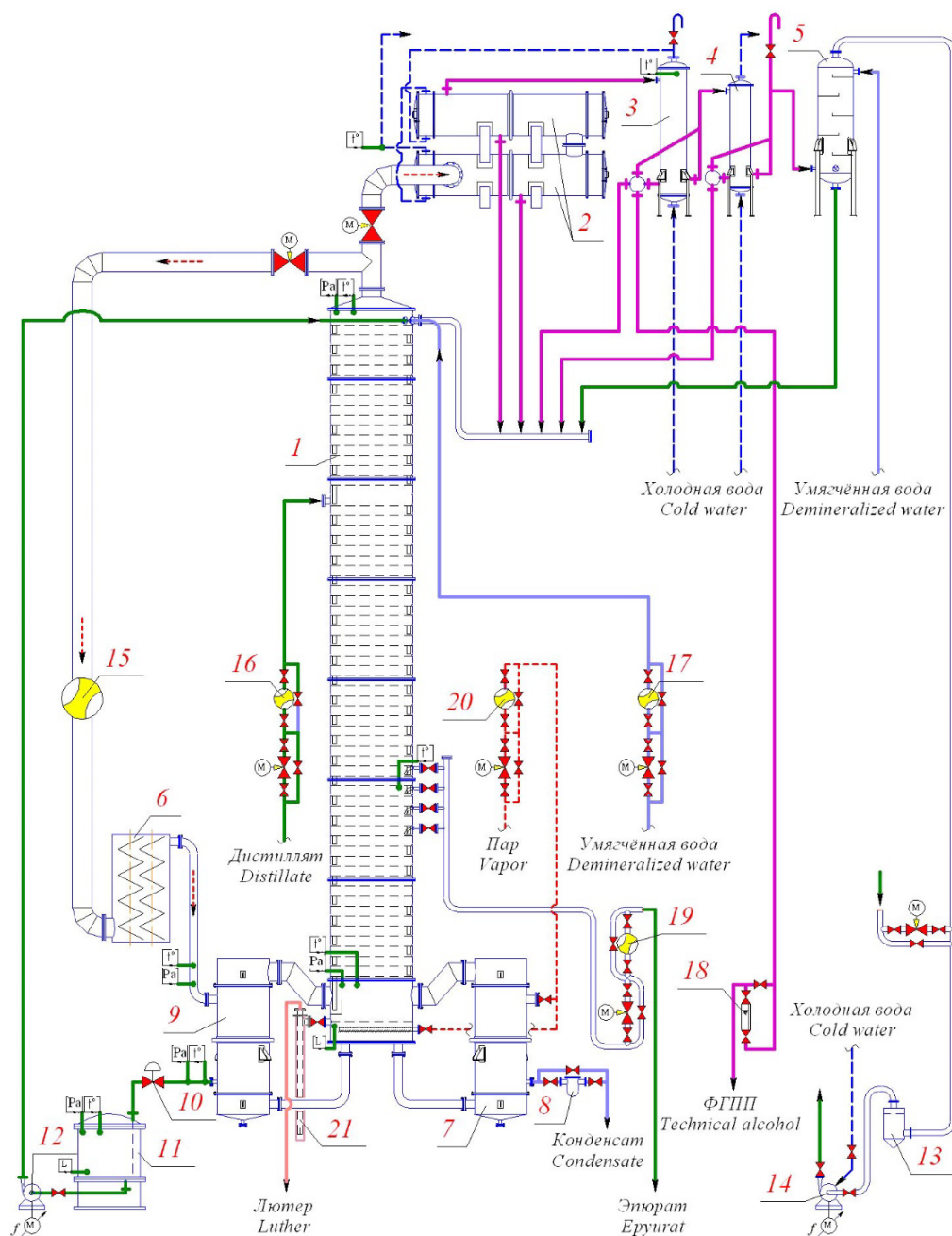


Рисунок 1. Принципиальная схема установки для исследования процесса эпюрации

Figure 1. The schematic diagram of the installation for the epuration process investigation

Эффективность процесса оценивалась по остаточному содержанию трудновыводимых примесей в эпюрате (изопропиловый спирт, органические кислоты) при различных технологических режимах работы установки. Основные параметры процесса фиксировались через 3 часа после вывода установки на рабочий режим. Анализы бражного дистиллята, эпюрата и лютера выполнялись по стандартным методикам. Качество ректификованного спирта, отбираемого из кубовой части колонны окончательной очистки, оценивалось с помощью газохроматографического метода.

Во время эксперимента была проанализирована связь параметров работы колонного аппарата с энергетическими характеристиками теплового насоса, рассмотрены варианты эксплуатации эпюрационной колонны с тепловым насосом при различном давлении паров, поступающих в компрессор (вариант 1: 101,0–103,0 кПа, вариант 2: 74,0–76,0 кПа, вариант 3: 50–52 кПа), при варьировании давлением компримирования. Технологические параметры работы установки представлены в таблице 1, зависимость мощности компрессора от давления компримирования для различных вариантов эксплуатации изображена на рисунке 2.

Технологические режимы работы эпорационной колонны, оснащённой тепловым насосом

Таблица 1

Table 1

Technological modes of the epuration column with a heat pump

Давление, кПа pressure p, kPa			Температура, °C Temperature, °C			Расход, кг/час Consumption, kg / h				Отбор ФГПП,% technical alcohol,%	Содержание этанола,% мас. Ethanol concentration (% by weight)		
Верх колонны Top of the column	Низ ко- лонны Bottom of the column	После компрес- сора After the compressor	Верх ко- лонны Top of the column	Низ ко- лонны Bottom of the column	После компрес- сора After the compressor	Пар в ком- прессор Vapor en- tering the compressor	Гидроселек- ционная вода Water for hy- droselection	Эпюрат Epurat	Греющий пар (схема без ТН) Vapor (Scheme without HP)		Эпюрат Epurat	Пар в ком- прессор Vapor enter- ing the com- pressor	Лютерная вода Luther
Вариант 1 Option 1													
102	122	301	82,2	104,3	170,7	2520	3950,5	4425,5	1375,0	7,0	28,2	74,91	0,015
103	123	325	82,3	104,4	178,2	2500	3853,3	4327,0	1376,5	7,1	28,9	75,01	0,012
103	124	352	82,5	104,5	185,2	2533	3848,0	4430,2	1370,2	6,8	28,3	75,22	0,010
101	123	376	82,4	104,4	191,9	2510	3941,0	4438,7	1372,1	7,0	28,2	75,09	0,012
102	123	402	82,4	104,4	198,2	2505	3880,2	4456,0	1377,1	6,9	28,0	75,05	0,013
Вариант 2 Option 2													
75	101	275	74,5	100,1	189,7	2420	3851,0	4420,3	1313,2	7,1	28,3	75,01	0,014
76	103	303	74,6	100,2	197,9	2412	3852,1	4400,5	1310,5	7,0	28,4	74,85	0,013
75	100	325	74,4	100,0	204,8	2400	3930,5	4450,2	1300,1	6,9	28,1	74,64	0,011
74	100	375	74,5	100,1	217,6	2480	3865,0	4430,2	1320,9	7,0	28,2	74,80	0,012
76	102	399	74,4	100,1	226,3	2409	3880,2	4490,2	1330,2	6,8	28,6	74,99	0,013
Вариант 3 Option 3													
50	74	175	66,5	90,7	184,8	2304	3690,2	4462,2	1252,3	7,0	28,0	75,02	0,015
51	75	201	66,6	90,8	197,6	2330	3700,3	4425,3	1275,6	7,0	28,2	75,00	0,010
50	73	225	66,4	90,6	208,9	2380	3762,3	4480,3	1248,9	6,7	27,9	74,92	0,011
52	76	252	66,5	90,9	216,9	2320	3756,1	4500,3	1280,3	6,9	27,7	75,18	0,009
50	75	275	66,3	90,8	227,8	2300	3749,5	4529,6	1270,6	6,8	27,6	75,10	0,015

Энергетическая эффективность трансформации тепла оценивалась с помощью отопительного коэффициента (рисунок 3):

$$\varepsilon = \frac{Q}{N} \quad (1)$$

где $Q = Gr$ – тепловой поток в кипятильнике колонны, Дж, r – теплота конденсации пара, Дж/кг, G – массовый расход пара, кг.

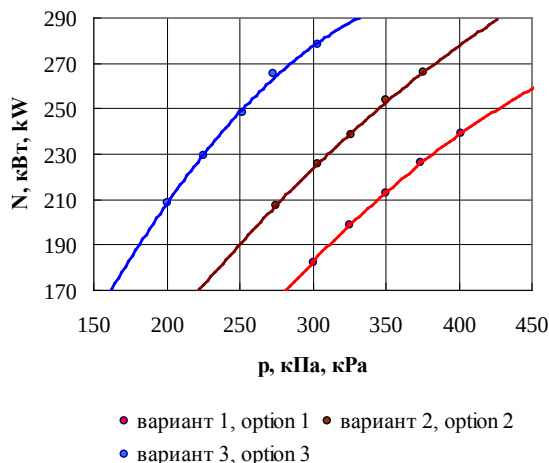


Рисунок 2. Зависимость мощности компрессора N , кВт, от давления компримируемого пара p , кПа

Figure 2. The compressor power N , kW, dependence of the pressure of compressed steam p , kPa

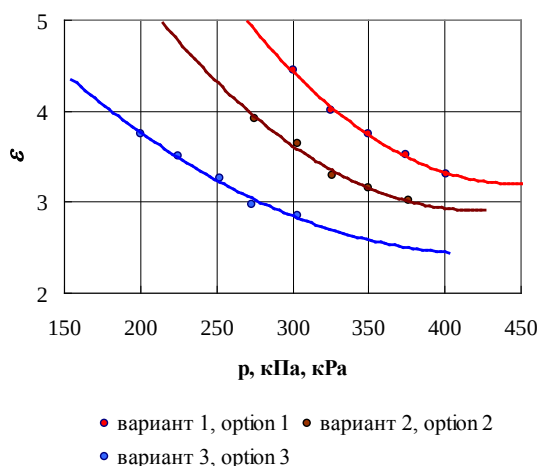


Рисунок 3. Зависимость отопительного коэффициента ε от давления компримируемого пара p , кПа

Figure 3. The heating rate ε dependence from the compressed vapor pressure p , kPa

Как известно, отопительный коэффициент показывает количество полезно используемой теплоты на единицу затраченной работы сжатия пара компрессором, его величина существенно зависит от начальной T_1 и конечной температур T_2 пара [2].

Внутренний относительный КПД компрессора, η_{oi} , определялся по уравнению [2]:

$$\eta_{oi} = \frac{\varepsilon n R T_1}{(n-1)r_1} \left[\frac{1}{P T_1} \int_{T_1}^{T_2} \frac{r(T)}{T [\nu''(T) - \nu'(T)]} dT + 1 \right]^{\frac{n-1}{n}} - 1, \quad (2)$$

где n – показатель политропы процесса сжатия; η – адиабатический КПД (принимался равным 0,7); R – универсальная газовая постоянная, Дж/(моль К); ν' , ν'' – удельные объёмы жидкости и пара, м³/кг; P_1 , P_2 – начальное и конечное давление пара, Па.

Функциональные зависимости основных теплофизических характеристик воды и этанола от температуры определены на основе справочных данных. Внутренний относительный КПД компрессора, рассчитанный с использованием численных методов интегрирования, составил 0,55–0,6. Проведённые эксперименты позволили определить оптимальные давления сжатия паров, обеспечивающие экономичность применения теплового насоса. Для варианта 1 (работа колонны при небольшом избыточном давлении) оптимальное давление после компрессора 352–376 кПа (степень сжатия, n , 3,4–3,7), для варианта 2 (атмосферное давление в кубовой части) – оптимальное давление компримирования 303–325 кПа ($n = 4,0$ –4,4), для варианта 3 (разрежение) – оптимальное давление 252–275 кПа ($n = 4,9$ –5,5).

Представленные результаты показали, что снижение давления верха приводит к резкому увеличению энергозатрат на компримирование и уменьшению отопительного коэффициента, поэтому целесообразнее эксплуатировать элюционную колонну при небольшом избыточном давлении в кубовой части. Содержание примесей в элюрате сопоставимо для схем без теплового насоса и с тепловым насосом. Качественные показатели ректификованного спирта в схеме с ТН: содержание изопропилового спирта менее 1,5 мг/дм³; содержание метанола 0,0008–0,0005% об.; суммарная концентрация органических кислот менее 4 мг/дм³ (наличие прочих примесей не определялось газохроматографическим, хромато-масс-спектрометрическим и пиролизическим методами); проба на окисляемость 23–24 мин; дегустационная оценка не менее 9,3 балла. Применение теплового насоса при оптимальном сжатии паров позволяет сэкономить 10,3–11,5 кг пара из расчёта на 1 декалитр этанола, введённого в колонну с питанием.

Для оценки эффективности применения термокомпрессии при элюрации проведён сравнительный энергетический анализ режимов колонных аппаратов. Анализ проводился по

классической методике, адаптированной для конкретного оборудования: на первом этапе выделялись поверхности, включающие группу элементов системы, для которых на основе статических математических моделей колонных аппаратов рассчитывались материальные и тепловые балансы, на втором этапе определялись термодинамические характеристики, позволяющие оценить величины эксергий материальных и тепловых потоков каждой поверхности, вклад рассматриваемой части в общую эксергию, а также потери, характеризующие термодинамическое совершенство системы.

Проанализированы способы эксплуатации эспираторной колонны (вариант 1 – колонна БРУ косвенного действия с выварным модулем и вариант 2 – оснащена отгонным модулем, эксплуатируемая с тепловым насосом). Приняты следующие обозначения основных технологических потоков: P – котельный пар; L_0 – лютер; k – конденсат; G – пар в дефлегматор; L_c – бражной дистиллят; E – электроэнергия; F – флегма; L_w – водно-спиртовая фракция; L_c – эспират; F_D – фракция головная этилового спирта; L_g – вода гидроселекционная; W – охлаждающая вода. Уравнение эксергетического баланса системы отражает изменение эксергии за счёт ввода и вывода тепловых, энергетических и материальных потоков и покрытия внутренних и внешних потерь. Для исследуемых эспираторных аппаратов справедливо следующее соотношение:

$$e^{L_c} + e^{L_g} + \sum e^E + \sum e^P = e^{L_e} + e^{L_0} + \sum e^W + \sum D^i + \sum D^e, \quad (3)$$

где e^{L_c} , e^{L_g} , $\sum e^E$, $\sum e^P$, e^{L_e} , e^{L_0} , $\sum e^W$, $\sum D^i$, $\sum D^e$ – эксергии бражного дистиллята; гидроселекционной воды; суммарной электроэнергии для привода насосов и компрессора; тепловой энергии для обогрева колонны; продуктов, выводимых из промышленного цикла: эспирата и горячей воды из теплообменников; суммарных потерь в результате необратимости процессов, происходящих внутри контрольных поверхностей; суммарных потерь, обусловленных действием окружающей среды, кДж.

За критерий оценки термодинамического совершенства анализируемых систем принимался эксергетический КПД, η :

$$\eta = \frac{\sum_{k=1}^l e_i^3}{\sum_{i=1}^n e_i^3} = \frac{\sum_{i=1}^n e_i^3 - \sum_{j=1}^m D_j}{\sum_{i=1}^n e_i^3}, \quad (4)$$

где $\sum_{k=1}^l e_i^3$ – суммарная удельная эксергия

полезных потоков; $\sum_{i=1}^n e_i^3$ – суммарная

затраченная удельная эксергия; $\sum_{j=1}^m D_j$ – сум-

марные эксергетические потери, кДж.

При проведении расчётов было принято, что термической составляющей эксергии e_T обладают все материальные потоки анализируемой системы, имеющие температуру выше температуры окружающей среды (более 20 °C), а эксергия фракций, находящихся в термодинамическом равновесии с окружающей средой, равна нулю. Удельная термическая эксергия материальных потоков определялась по уравнению:

$$e_T = h - h_0 - T_0(S - S_0) = \Delta h - T_0 \int_{T_0}^T C_p \frac{dT}{T}, \quad (5)$$

где Δh , ΔS – удельные энтальпия и энтропия продукта при текущих параметрах технологического процесса и в состоянии равновесия с окружающей средой, кДж/кг и кДж/(кг·K), C_p – изобарная теплоёмкость продукта, кДж/(кг·K).

Поскольку в процессе ректификации практически отсутствуют химические превращения основных компонентов разделяемых смесей, изменения химической составляющей эксергии не учитывались. Деформационная составляющая эксергии e_p , связанная с изменением потоков газообразных веществ, определялась следующим соотношением:

$$e_p = \frac{R}{M} T_0 \cdot \ln \left(\frac{P}{P_0} \right), \quad (6)$$

где T_0 – температура окружающей среды, K; P , P_0 – давление газа в рассматриваемом потоке и в состоянии равновесия с окружающей средой, кПа.

Для контрольных поверхностей, включающих технологическое оборудование, эксплуатируемое с небольшими перепадами давления на входе и выходе, этот вид эксергии исключался из балансовых вычислений. Удельная эксергия тепловых потоков рассчитывалась по уравнению:

$$e_q = \sum q \tau_e = \sum q \left(1 - \frac{T_0}{T} \right), \quad (7)$$

где $\sum q$ – сумма тепловых потоков, кДж/кг; τ_e – фактор Карно.

Эксергетический баланс эспираторного колонного аппарата и его графическая интерпретация в виде диаграмм Грассмана-Шаргута, приведены на рисунках 4, 5. При построении диаграмм в качестве абсолютного параметра выбрана эксергетическая мощность, E , рассчитанная на 1 дал этанола, вводимого в систему (кДж/дал).

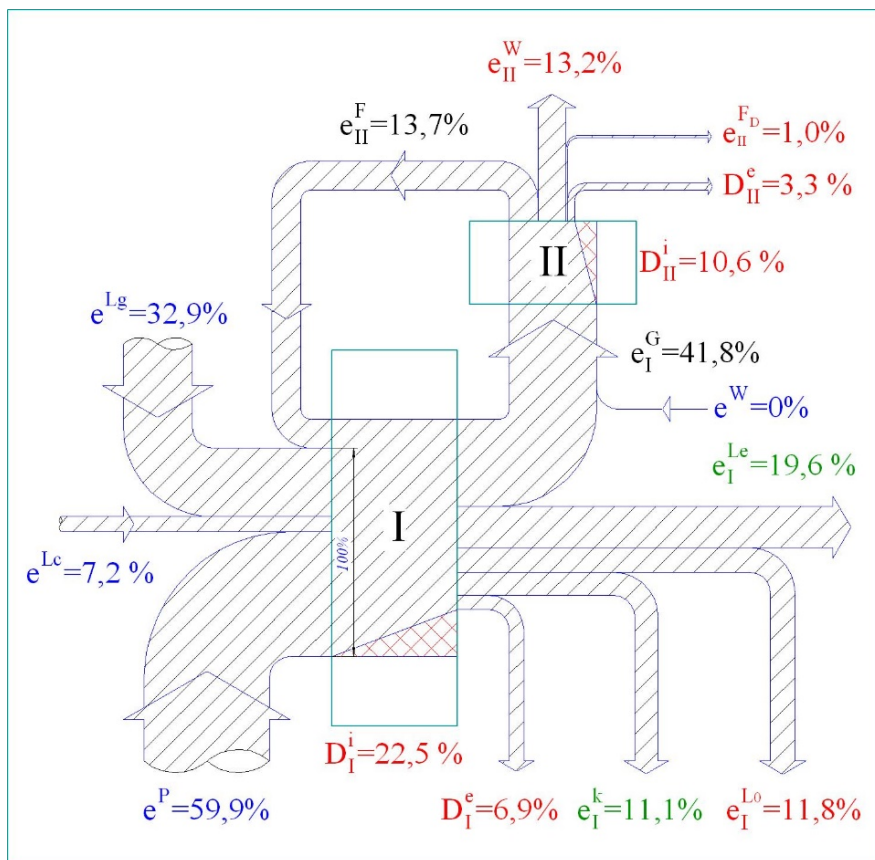


Рисунок 4. Диаграмма Грассмана-Шаргута для эпорационной колонны, оснащённой отгонным модулем, $P_{\text{верха}} = 105$ кПа (вариант 1): I – Эпорационная колонна, отгонный модуль, кипятильник; II – Дефлегматор, конденсатор.

Figure 4. The Grassmann-Shargut chart for the epuration column with a transhumant module, $P_{\text{top}} = 105$ kPa (option 1): I – The epuration column, transhumant module, boiler; II – reflux condenser, condenser.

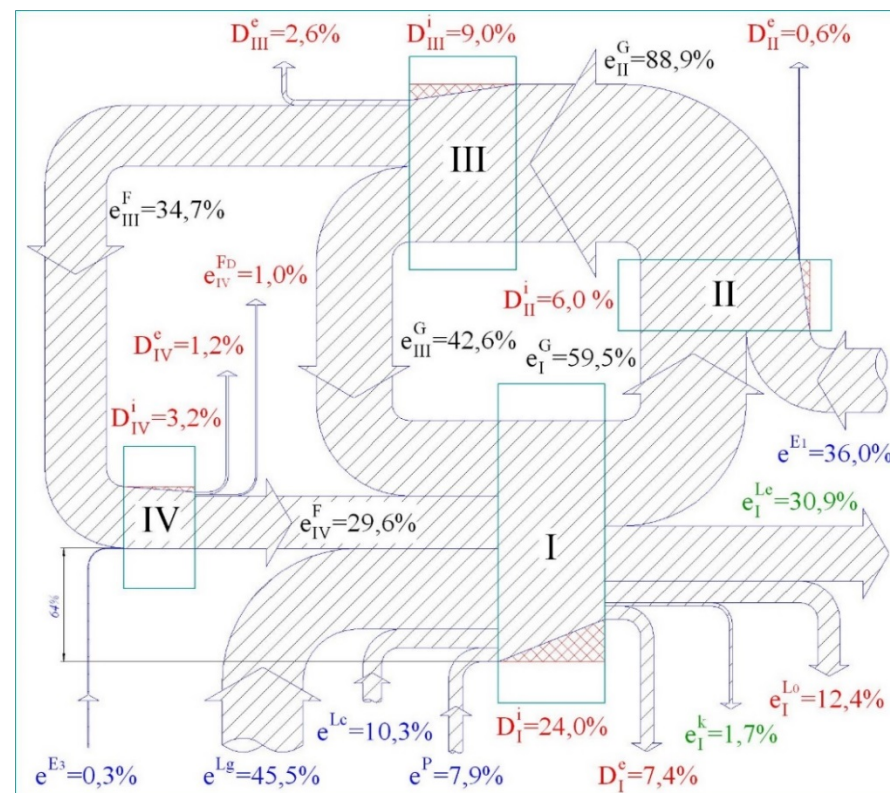


Рисунок 5. Диаграмма Грассмана-Шаргута для эпорационной колонны, оснащённой отгонным модулем, $P_{\text{верха}} = 105$ кПа, обогреваемой тепловым насосом (вариант 2): I – Эпорационная колонна, отгонный модуль, кипятильник; II – Компрессор; III – Дефлегматор-испаритель; IV – Терморегулирующий вентиль.

Figure 5. The Grassmann-Shargut chart for the epuration column with a transhumant module, $P_{\text{top}} = 105$ kPa, heated by the heat pump (option 2) I – The epuration column, transhumant module, boiler; II – Compressor; III – reflux condenser, evaporator; IV – Thermostatic valve.

1.2 Результаты и обсуждение

Данные эксергетического баланса свидетельствуют, что общие величины потерь эксергии меньше для эспираторной колонны, работающей с механической рекомпрессией пара, чем для колонны, обогреваемой классическим способом (КПД 32,6 и 30,78% соответственно). Таким образом, доказано, что способ эспирации в колонне, оснащённой отгонным модулем, эксплуатируемой с тепловым насосом, уменьшает удельные энергозатраты; повышает экологическую безопасность технологии за счёт сокращения подачи воды в качестве хладагента, а также за счёт организации замкнутых рециркуляционных схем со значительным снижением отвода вторичных энергоресурсов из схемы тепло- и водоснабжения. Заметим, что энергетический КПД для колонн, оснащённых выварным модулем, может

быть увеличен за счёт рекуперации теплоты лютерной воды, выводимой из кубовой части. Из-за содержания органических кислот и других хвостовых примесей эта фракция не применяется для гидроселекции, но она пригодна для использования в качестве теплоносителя при подогреве фракций брагоректификации (бражки, подсивушного слоя декантатора, жидкостей из конденсаторов колонных аппаратов).

Заключение

Анализ полученных данных показал, что тепловые насосы могут быть использованы для снижения энергоёмкости БРУ при получении высококачественного ректифицированного спирта, при этом режимные параметры процесса ректификации, которыми можно варьировать в ходе проведения эксперимента, оказывают существенное влияние на эффективность эспирации.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Никитина С.Ю. Схемотехника и методики расчётов брагоректификационных установок. Воронеж: изд-во ВГАСУ, 2013. 209 с.
- 2 Никитина С. Ю. и др. Оценка эффективности трансформации теплоты в процессах брагоректификации // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2015. № 1. С. 36 – 41.
- 3 Константинов Е. Н. и др. Процессы ректификации пищевого спирта с применением теплового насоса. Майкоп: Изд-во «Магарин О. Г.», 2014. 96 с.
- 4 Чернопытова С. А. Разработка энергосберегающего процесса получения ароматного спирта с использованием теплового насоса: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 06.02.13. Воронеж.: ВГУИТ, 2013. 24 с.
- 5 Onuki S. et al. Ethanol production, purification and analysis techniques: a review // Agricultural and Biosystems Engineering Conference Proceedings and Presentations. 2008. P. 68.
- 6 Weizhong A. et al. Simulation and analysis of a reactive distillation column for removal of water from ethanol – water mixtures // Ind. eng. chem. res. 2014. № 53 (14). P. 6056 – 6064.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Сергей В. Шахов д.т.н., начальник отдела интеллектуальной собственности, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, s_shahov@mail.ru

REFERENCES

- 1 Nikitina S. Yu. Skhemotekhnika i metodiki raschetov bragorektifikatsionnykh ustanovok [Circuit engineering and calculation methods of rectification installations]. Voronezh, VGASU, 2013. 209 p. (in Russian).
- 2 Nikitina S. Yu. et al. Estimation of heat transformation efficiency during the bragorectification processes. Vestnik VGUIT [Proceeding of Voronezh state university of engineering technologies]. 2015, no. 1, pp. 36 – 41. (in Russian).
- 3 Konstantinov E. N. et al. Protsessy rektifikatsii pishchevogo spirta s primeneniem teplovogo nasosa [The processes of edible alcohol rectification with a heat pump] Maikop, Magarin O. G., 2014. 96 p. (in Russian).
- 4 Chernopyatova S. A. Razrabotka energosberegayushchego protsessa polucheniya aro-matnogo spirta s ispol'zovaniem teplovogo nasosa [Development of energy-efficient process of producing aromatic alcohol with the use of a heat pump. Abstr. diss. cand. of tech. sci.]. Voronezh, VGUIT, 2013. 24 p. (in Russian).
- 5 Onuki S. et al. Ethanol production, purification and analysis techniques: a review. Agricultural and Biosystems Engineering Conference Proceedings and Presentations. 2008, pp. 68.
- 6 Weizhong A. et al. Simulation and analysis of a reactive distillation column for removal of water from ethanol – water mixtures. Ind. eng. chem. res. 2014, no. 53 (14), pp. 6056 – 6064.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Sergey V. Shakhov D.t.sc, head of the department of intellectual property, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, Russia, s_shahov@mail.ru

Светлана Ю. Никитина к.т.н., инженер, центра коллективного пользования, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, sunik@mail.ru

Юрий Н. Смолко менеджер, отдел трансфера технологий, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, smola_86@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Сергей В. Шахов консультация в ходе исследования
Светлана Ю. Никитина предложила методику проведения эксперимента и организовала производственные испытания, обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провёл эксперимент, выполнил расчёты

Юрий Н. Смолко написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 08.04.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 13.05.2016

Svetlana Yu. Nikitina Ph. D., engineer, the centre of collective use, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, Russia, sunik@mail.ru

Yuri N. Smolko manager, the department of technology transfer, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, Russia, smola_86@mail.ru

CONTRIBUTION

Sergey V. Shakhov consultation during the study
Svetlana Yu. Nikitina proposed a scheme of the experiment and organized production trials, review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

Yuri N. Smolko 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 4.8.2016

ACCEPTED 5.13.2016

Разработка математической модели процесса резиносмешения и синтез корректирующего алгоритма управления температурным режимом процесса с использованием искусственной нейронной сети

Владимир С. Кудряшов,	¹	kudryashovvs@mail.ru
Михаил В. Алексеев,	¹	mwa1976@mail.ru
Андрей А. Юдаков,	¹	yudakov07@yandex.ru
Алексей П. Попов,	¹	aleksej_p_91@mail.ru
Евгений Д. Чертов	²	

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

² кафедра технической механики, Воронеж. гос. ун-т инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, Россия

Реферат. Статья посвящена разработке корректирующего алгоритма управления температурным режимом периодического процесса резиносмешения для ЗАО «Воронежский шинный завод». Алгоритм предназначен для реализации в главном контроллере участка резиносмешения Siemens S7 CPU319F-3 PN/DP, который формирует задания по температуре локальным контроллерам HESCH HE086 и Jumo dTRON304, управляющим темперирующими станциями. Для составления алгоритма проведён системный анализ процесса резиносмешения как объекта управления и разработана математическая модель процесса на основе уравнений тепловых балансов, описывающая процессы теплопередачи через стенки технологических аппаратов, изменение температуры теплоносителя, а также температуры смешения резиновой смеси до момента выгрузки из камеры резиносмесителя. Ввиду сложности и нелинейности объекта управления – резиносмесителя, а также наличия методов и большого опыта управления данным аппаратом в промышленных условиях, корректирующий алгоритм реализован на базе искусственной однослойной нейронной сети и обеспечивает корректировку заданий для локальных контроллеров по температуре охлаждающей воды и температуре воздуха в цехе, которые могут значительно меняться в зависимости от времени года, а также при длительной работе оборудования или его простое. Управление темперирующими станциями осуществляется изменением подачи холодной воды из охладителя и включением/выключением нагревательных элементов. Анализ результатов модельных экспериментов и практических исследований при программировании главного контроллера в среде STEP 7 на предприятии, показал снижение времени смешения для различных типов резин за счёт уменьшения погрешности управления теплообменными процессами.

Ключевые слова: резиносмешение, математическая модель, системный анализ, управляющий контроллер, цифровой регулятор, нейронная сеть

Development of rubber mixing process mathematical model and synthesis of control correction algorithm by process temperature mode using an artificial neural network

Vladimir S. Kudryashov,	¹	kudryashovvs@mail.ru
Michail V. Alekseev,	¹	mwa1976@mail.ru
Andrei A. Yudakov,	¹	yudakov07@yandex.ru
Aleksej P. Popov,	¹	aleksej_p_91@mail.ru
Evgenij D. Chertov	²	

¹ information and control systems department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, Russia

² technical mechanics department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, Russia

Summary. The article is devoted to the development of a correction control algorithm by temperature mode of a periodic rubber mixing process for JSC "Voronezh tire plant". The algorithm is designed to perform in the main controller a section of rubber mixing Siemens S7 CPU319F-3 PN/DP, which forms tasks for the local temperature controllers HESCH HE086 and Jumo dTRON304, operating by tempering stations. To compile the algorithm was performed a systematic analysis of rubber mixing process as an object of control and was developed a mathematical model of the process based on the heat balance equations describing the processes of heat transfer through the walls of technological devices, the change of coolant temperature and the temperature of the rubber compound mixing until discharge from the mixer chamber. Due to the complexity and nonlinearity of the control object – Rubber mixers and the availability of methods and a wide experience of this device control in an industrial environment, a correction algorithm is implemented on the basis of an artificial single-layer neural network and it provides the correction of tasks for local controllers on the cooling water

Для цитирования

Кудряшов В. С., Алексеев М. В., Юдаков А. А., Попов А. П., Чертов Е. Д. Разработка математической модели процесса резиносмешения и синтез корректирующего алгоритма управления температурным режимом процесса с использованием искусственной нейронной сети // Вестник ВГУИТ. 2016. № 2. С. 52–59. doi:10.20914/2310-1202-2016-2-52-59

For citation

Kudryashov V. S., Alekseev M. V., Yudakov A. A., Popov A. P., Chertov E. D. Development of rubber mixing process mathematical model and synthesis of control correction algorithm by process temperature mode using an artificial neural network. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016.no. 2 pp. 52–59. (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2016-2-52-59

temperature and air temperature in the workshop, which may vary considerably depending on the time of the year, and during prolonged operation of the equipment or its downtime. Tempering stations control is carried out by changing the flow of cold water from the cooler and on/off control of the heating elements. The analysis of the model experiments results and practical research at the main controller programming in the STEP 7 environment at the enterprise showed a decrease in the mixing time for different types of rubbers by reducing of heat transfer process control error.

Keywords: rubber mixing, mathematical model, system analysis, a main controller, a digital controller, a neural network

Введение и постановка задачи

Одним из основных этапов в производстве автомобильных шин является процесс резиносмешения, который заключается в получении резиновой смеси механическим смешением различных ингредиентов с каучуком [1, 2]. Важность проведения этого этапа обусловлена его влиянием на показатели качества готового продукта и энергетические затраты.

Процесс приготовления резиновой смеси начинается с дозирования и загрузки сыпучих материалов из приёмных бункеров в резиносмеситель. Заполнение производится системой шнековых питателей и весовых дозаторов. Затем происходит загрузка жидких ингредиентов, подогретых до необходимых температур.

Резиносмеситель представляет собой рабочую смесительную камеру с вращающимися внутри навстречу друг другу роторами, приводимыми в движение электродвигателем. Процесс резиносмешения требует по мере поступления ингредиентов поддержания температуры в необходимом интервале. Для поддержания температуры циркулирующего теплоносителя используются темперирующие станции. Для каждого узла резиносмесителя используется своя темперирующая станция. Каждая станция состоит из насоса, производящего движение теплоносителя, и теплообменного аппарата для регулирования температуры путём изменения отбора горячей воды (используются нагревательные элементы) и притока холодной воды (из охладителя) в циркулирующий теплоноситель.

На участке резиносмешения на ЗАО «Воронежский шинный завод» темперирующие станции оснащены локальными контроллерами HESCH HE086 и Jumo dTRON304, реализующими ПИД – закон регулирования с логическим переключением исполнительных устройств. Задание на температуру поступает от главного контроллера Siemens S7 CPU319F-3 PN/DP. Контроллеры темперирующих станций опрашивают датчики температуры на выходах станций и в зависимости от заданий открывают/закрывают клапаны на линиях подачи охлаждающей воды в теплообменные аппараты или включают/выключают нагревательные элементы.

Задание по температуре формируется по рецепту приготовления резиновой смеси и не может меняться во время его отработки. Количество рецептов весьма велико и каждый содержит множество параметров. При этом не учитывается изменение температуры охлаждающей воды и температуры в цехе, тип резин и время смешения, что приводит к ухудшению качества процесса резиносмешения.

Исходя из вышесказанного, главная цель научного исследования – разработка алгоритма управления температурным режимом процесса резиносмешения, в котором будут учитываться особенности рецептуры смеси и изменяющиеся условия проведения процесса, что в свою очередь, требует составления математического описания процесса для апробации алгоритма.

Результаты

Разработано математическое описание процесса резиносмешения [3, 4], представляющее собой уравнения тепловых балансов для малого интервала времени $\Delta\tau$ и описывающее изменение температуры в процессе смешения резиновой смеси до момента выгрузки из камеры смешения:

для воды охлаждения

$$G_{voh} \cdot T_{vh} \cdot \Delta\tau = G_{voh} \cdot T_{voh} \cdot c_v \cdot \Delta\tau + \\ + Stp \cdot \alpha_{ts} \cdot (T_{voh} - T_s) \cdot \Delta\tau + \\ + M_{voh} \cdot c_v \cdot \Delta T_{voh}; \quad (1)$$

для воды, выходящей из темперирующей станции

$$G_v \cdot T_{vo} \cdot c_v \cdot \Delta\tau + S \cdot \alpha_{ps} \cdot (T_s - T_v) \cdot \Delta\tau + \\ + S_n \cdot \alpha_{ps} \cdot (T_n - T_v) \cdot \Delta\tau = \\ = G_v \cdot T_v \cdot c_v \cdot \Delta\tau + M_v \cdot c_v \cdot \Delta T_v; \quad (2)$$

для стенки между водой охлаждения и циркулирующей водой в охлаждающем теплообменнике темперирующей станции

$$S \cdot \alpha_{ts} \cdot (T_{voh} - T_s) \cdot \Delta\tau = \\ = S \cdot \alpha_{ps} \cdot (T_s - T_v) \cdot \Delta\tau + M_s \cdot c_s \cdot \Delta T_s; \quad (3)$$

для воды, выходящей из резиносмесителя после теплообмена

$$G_v \cdot T_v \cdot c_v \cdot \Delta\tau = G_v \cdot T_{vo} \cdot c_v \cdot \Delta\tau + \\ + S2 \cdot \alpha_{2ts} \cdot (T_{vo} - T_{2s}) \cdot \Delta\tau + \\ + M_{vo} \cdot c_v \cdot \Delta T_{vo}; \quad (4)$$

для стенки между водой и резиновой смесью в резиносмесителе

$$S2 \cdot \alpha 2ts \cdot (Tv - T2s) \cdot \Delta \tau = \\ = S2 \cdot \alpha 2ps \cdot (T2s - Tvo) \cdot \Delta \tau + \\ + M2s \cdot cs \cdot \Delta T2s;$$

для резиновой смеси, нагреваемой в резиносмесителе

$$N \cdot Kp \cdot Msm + \\ + S2 \cdot \alpha 2ps \cdot (T2s - Tvo) \cdot \Delta \tau = \\ = Msm \cdot csm \cdot \Delta Tsm,$$

где $Gvoh$, Gv – массовый расход охлаждающей воды, подаваемой в охлаждающий теплообменник темперирующей станции, и воды контура циркуляции; Tvh , $Tvoh$, Tv , Tvo – температура охлаждающей воды на входе в теплообменный аппарат темперирующей станции, на выходе из теплообменника, воды в контуре циркуляции (на выходе из темперирующей станции и входе резиносмесителя), воды на выходе резиносмесителя и входе темперирующей станции; ck , cv , cs , csm – теплоёмкости конденсата, воды, стенки и резиновой смеси; $Mvoh$, Mv , Mvo , Ms , $M2s$, Msm – масса охлаждающей воды в теплообменном аппарате, воды в контуре циркуляции темперирующей станции и резиносмесителя, стенки между водой охлаждения и водой контура циркуляции, стенки между водой и смесью в резиносмесителе, смеси; Ts , $T2s$, Tn – среднее значение температуры стенок между конденсатом и водой, стенок между водой и смесью, нагревателя темперирующей станции; $S1$, $S2$ – площади стенок в резиносмесителе и теплообменнике; ats , aps , $\alpha 2ts$, $\alpha 2ps$ – коэффициенты теплоотдачи от конденсата к стенке, от стенки к воде, от воды к стенке и от стенки к резиновой смеси; N – мощность электродвигателя рабочего органа смесителя; Kp – коэффициент полезного действия привода резиносмесителя; τ – время.

Процесс резиносмешения является периодическим и происходит путём последовательного выполнения фаз смешения, которые оказывают существенное влияние на ход технологического процесса. Основным фактором влияния является резкое изменение температуры резиновой смеси (в процессе смешения в фазах) при вводе новых дополнительных компонентов в резиносмеситель. Часть компонентов добавляется в резиновую

смесь в процессе смешения при достижении смесью определённой температуры, а часть – после заранее заданного времени смешения.

Например, ввод технологического масла осуществляется с задержкой 30–60 с после начала смешения независимо от температуры. Температура вводимого масла благодаря участку подготовки масла поддерживается на одном уровне и не зависит от внешних факторов, поэтому не оказывает существенного влияния на процесс. Однако ввод химических компонентов происходит при достижении смесью 100 °C через загрузочную дверцу и требует её открытия, а также поднятия верхнего затвора (пресса). В результате поднятия пресса смесь под действием постоянного перемещения роторами и отсутствия пресса начинает перемещаться в верхнюю часть смесительной камеры, площадь трения смеси значительно сокращается. Выделяющийся, в процессе смешения каучуков, масла и технических углеродов, газ начинает покидать камеру через открытую загрузочную дверцу, унося с собой часть тепла, к тому же в камеру поступает холодный воздух, находящийся в цехе. Смесью начинает остывать, несмотря на работу двигателей. В результате этого, температура воздуха в цехе оказывает существенное влияние на процесс резиносмешения. Температура воздуха также влияет на температуру воды контура циркуляции (из-за достаточно больших расстояний между смесителем и темперирующими станциями). Температура в цехе может значительно меняться, например, в зависимости от времени года, а также при длительной работе оборудования или его простое. Дополнительно, существенное влияние на процесс управления температурой смеси оказывает температура охлаждающей воды. Её значения могут также существенно колебаться в разные периоды года.

Введём в математическое описание (1)–(6) коэффициенты, учитывающие влияние температуры в цехе и охлаждающей воды на температуру резиновой смеси в резиносмесителе, а также на температуру воды в контуре циркуляции. С учётом этого влияния, уравнения (2), (4) и (6) примут следующий вид:

$$Gv \cdot Tvo \cdot cv \cdot \Delta \tau + S \cdot \alpha ps \cdot (Ts - Tv) \cdot \Delta \tau + Sn \cdot \alpha ps \cdot (Tn - Tv) \cdot \Delta \tau + \\ + S4 \cdot \alpha 3ts \cdot (Tvoz - Tv) \cdot \Delta \tau = Gv \cdot Tv \cdot cv \cdot \Delta \tau + Mv \cdot cv \cdot \Delta Tv;$$

$$Gv \cdot Tv \cdot cv \cdot \Delta \tau = Gv \cdot Tvo \cdot cv \cdot \Delta \tau + S2 \cdot \alpha 2ts \cdot (Tvo - T2s) \cdot \Delta \tau + S4 \cdot \alpha 3ts \cdot (Tvoz - Tv) \cdot \Delta \tau + \\ + Mvo \cdot cv \cdot \Delta Tvo,$$

где $Tvoz$ – температура воздуха в цехе смешения; $S4$ – площадь поверхности трубопровода с цирку-

лирующим теплоносителем; $\alpha 3ts$ – коэффициент теплоотдачи от стенки трубопровода воздуху;

$$N \cdot Kp \cdot Msm + S2 \cdot \alpha 2 ps \cdot (T2s - Tvo) \cdot \Delta \tau + \\ + Ssm \cdot \alpha 5ts \cdot (Tvoz - Tsm) \cdot \Delta \tau - \\ - Gg \cdot Tsm \cdot cg \cdot \Delta \tau = Msm \cdot csm \cdot \Delta Tsm,$$

где Ssm – площадь открываемой загрузочной двери; $\alpha 5ts$ – коэффициент теплоотдачи от резиновой смеси воздуху; Gg – массовый расход газа, выделяемого в процессе смешения, и уходящего при открытой двери; cg – теплоёмкость газа.

Полученная по уравнениям тепловых балансов (1)–(6) система дифференциальных

уравнений (10), с учётом изменений в уравнениях (7) – (9), описывает изменение температуры смеси, греющей и охлаждающей воды, а также стенок аппаратов во времени от расхода охлаждающей воды и температуры нагревателя. Эти значения температуры являются параметрами состояния объекта управления. Управляющими воздействиями служат: изменение подачи охлаждающей воды и включение/выключение нагревательных элементов.

$$\begin{aligned} \frac{dTvoh}{d\tau} &= \frac{Gvoh \cdot Tvoh \cdot cv}{Mv \cdot cv} - \frac{Gvoh \cdot Tvoh \cdot cv}{Mv \cdot cv} - \frac{Stp \cdot \alpha ts \cdot (Tvoh - Ts)}{Mv \cdot cv}, \\ \frac{dTv}{d\tau} &= \frac{Gv \cdot Tvo \cdot cv}{Mv \cdot cv} + \frac{S \cdot \alpha ps \cdot (Ts - Tv)}{Mv \cdot cv} - \frac{Gv \cdot Tv \cdot cv}{Mv \cdot cv} + \frac{Sn \cdot \alpha ps \cdot (Tn - Tv)}{Mv \cdot cv} + \frac{S4 \cdot \alpha 3ts \cdot (Tvoz - Tv)}{Mv \cdot cv}, \\ \frac{dT_s}{d\tau} &= \frac{S \cdot \alpha ts \cdot (Tvoh - Ts)}{Ms \cdot cs} - \frac{S \cdot \alpha ps \cdot (Ts - Tv)}{Ms \cdot cs}, \\ \frac{dTvo}{d\tau} &= \frac{Gv \cdot Tv \cdot cv}{Mvo \cdot cv} - \frac{Gv \cdot Tvo \cdot cv}{Mvo \cdot cv} - \frac{S2 \cdot \alpha 2ts \cdot (Tvo - T2s)}{Mvo \cdot cv} + \frac{S4 \cdot \alpha 3ts \cdot (Tvoz - Tv)}{Mvo \cdot cv}, \\ \frac{dT2s}{d\tau} &= \frac{S2 \cdot \alpha 2ts \cdot (Tv - T2s)}{M2s \cdot cs} - \frac{S2 \cdot \alpha 2ps \cdot (T2s - Tvo)}{M2s \cdot cs}, \\ \frac{dTsm}{d\tau} &= \frac{N \cdot Kp \cdot Msm}{Msm \cdot csm} + \frac{S2 \cdot \alpha 2ps \cdot (T2s - Tvo)}{Msm \cdot csm} + \frac{Ssm \cdot \alpha 5ts \cdot (Tvoz - Tsm)}{Msm \cdot csm} - \frac{Gg \cdot Tsm \cdot cg}{Msm \cdot csm}. \end{aligned} \quad (10)$$

Для расчёта динамических характеристик замкнутой системы регулирования температуры к полученному математическому описанию процесса (после процедуры дискретизации) добавим уравнение ПИД – регулятора с логическим переключением исполнительных устройств в цифровой форме [5]:

$$u_i = u_{i-1} + q_0 \cdot (y_i^3 - y_i) + q_1 \cdot (y_{i-1}^3 - y_{i-1}) + \\ + q_2 \cdot (y_{i-1}^3 - y_{i-1}), \quad (11)$$

где u_i , y_i – выход и вход цифрового регулятора на i -ом такте квантования; y_i^3 – величина задания; q_0 , q_1 , q_2 – настройки регулятора.

Логика переключения исполнительных устройств осуществляется в зависимости от величины управляющего воздействия u_i :

$$Kq=1, \text{ если } u_i > k, \\ Kh=1, \text{ если } u_i < -k, \quad (12)$$

$Kq=0$, $Kh=0$, если $-k < u_i < k$, где Kq , Kh – коэффициенты для включения нагрева и охлаждения соответственно; k – настраиваемый коэффициент регулятора, который задаёт зону нечувствительности для включения исполнительных устройств.

При расчёте динамических характеристик необходимо учитывать переход процесса

смешения с одной фазы на другую. Расчёт начинается со значений температур, величины которых несколько ниже необходимых для запуска процесса смешения, чтобы проанализировать выход параметров процесса в исходное рабочее положение.

Исходным состоянием для камеры смешения является температура циркулирующей в ней воды на уровне 38 °С (допуск ± 2 °С). Далее начинается процесс смешения до достижения смесью 100 °С, после чего начинается загрузка дополнительных химических компонентов, требующих открытия загрузочной двери и поднятия верхнего затвора. Загрузка осуществляется в течение 20 с, после чего дверь закрывается, затвор опускается, и смешение продолжается до достижения смеси 110 °С. Смешение при температуре выше 110 °С должно осуществляться более 60 с. Выгрузка смеси будет осуществляться на 26 минуте. Предусматривается обязательная выгрузка смеси, если температура превысит 125 °С.

Проведём расчёт динамических характеристик процесса смешения резины типа CDIZE 001102 VZ01 при температуре охлаждающей воды 18 °С и температуре воздуха в цехе 35 °С,

с учётом выхода смесителя в исходное стартовое положение и нескольких последующих заправок (рисунки 1–3).

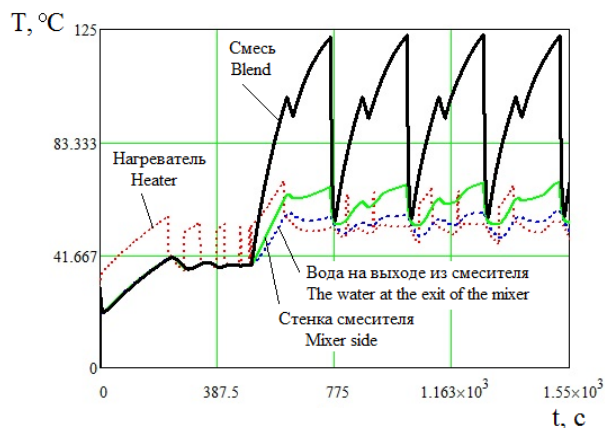


Рисунок 1. Динамические характеристики по температуре резиносмесителя

Figure 1. Dynamic characteristics by Rubber mixer temperature

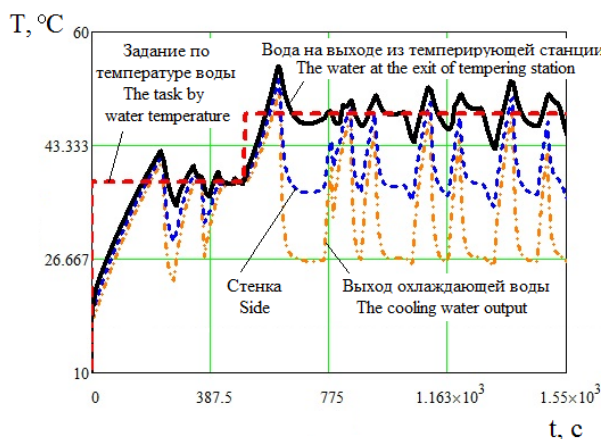


Рисунок 2. Динамические характеристики по температуре temperирующей станции

Figure 2. Dynamic characteristics by tempering station temperature

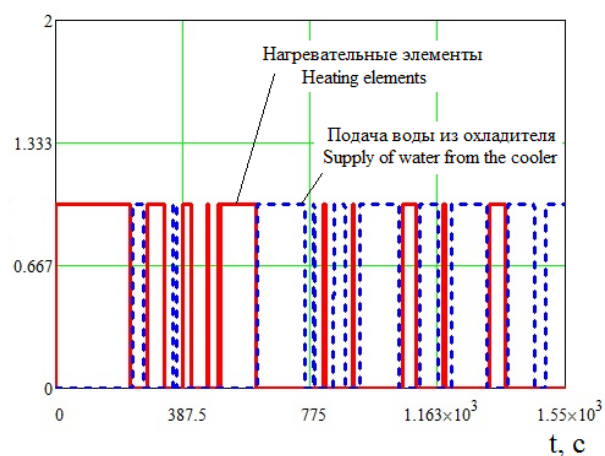


Рисунок 3. Фазы включения/выключения нагревательных элементов и подачи воды из охладителя

Figure 3. The heating elements on/off and the water filing from cooler phases

В данный момент в цехе на предприятии регулирование теплообменных процессов резиносмесителя происходит с помощью temperирующих станций, расстояние от которых до некоторых узлов может достигать около 30÷40 метров, что также оказывает существенное влияние на качество регулирования.

Главный контроллер Siemens S7 CPU319F-3 PN/DP через систему периферийного ввода / вывода выдаёт управляющие воздействия на локальные контроллеры HESCH HE086 и Jumo dTRON304 temperирующих станций в виде заданий на температуру теплоносителя (воды) в каждом соответствующем контуре регулирования. Все задания по температуре определяются из рецептов и не могут меняться во время их отработки, что является существенным недостатком системы регулирования.

В условиях изменения температуры цеха и охлаждающей воды, типов резин и времени смешения необходима корректировка температурных режимов различных участков резиносмешения.

Разработан корректирующий алгоритм управления для реализации в главном контроллере, который обеспечивает корректировку выдаваемых заданий на станции temperирования. Алгоритм разработан на основе искусственной нейронной сети [6].

На рисунке 4 представлена структура однослойной нейронной сети со множеством сумматоров по каждому входу.

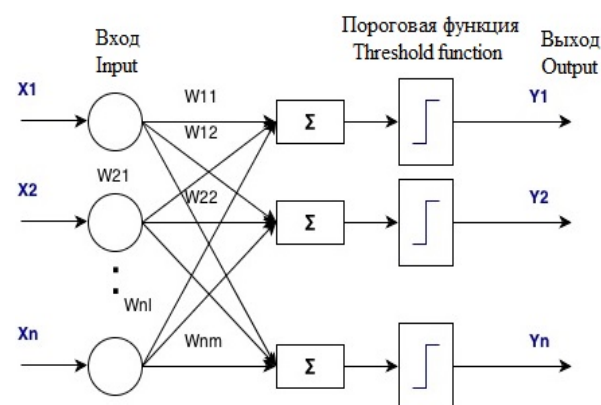


Рисунок 4. Структура однослойной нейронной сети: $X_1, X_2, \dots, X_n$ – входы; $W_{11}, W_{12}, W_{21}, W_{22}, \dots, W_{nm}$ – весовые коэффициенты; Σ – сумматоры; $\square$ – функции активации; $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$ – выходы

Figure 4. The structure of a single-layer neural network: $X_1, X_2, \dots, X_n$ – inputs; $W_{11}, W_{12}, W_{21}, W_{22}, \dots, W_{nm}$ – weighting coefficients; Σ – activation functions; $\square$ – activation function; $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$ – outputs

Рассматриваемая нейронная сеть позволяет выполнять необходимую корректировку величин заданий, благодаря возможности отдельной настройки синоптических весов по каждому независимому входному сигналу.

Так как в системе управления температурным режимом главный контроллер может воздействовать на процесс путём изменения величины задания на температуру циркулирующей в контуре воды, то с учётом этого, скорректирована структура нейронной сети (рисунок 5).

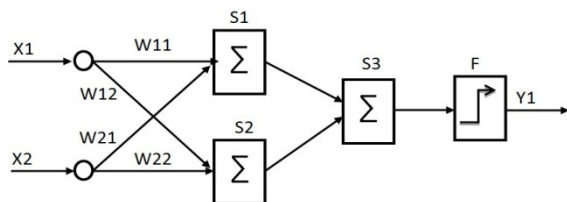


Рисунок 5. Структура нейронной сети для корректирующего алгоритма управления процессом резиносмешения: X1, X2 – температура охлаждающей воды и воздуха в цехе резиносмешения; W11, W12, W21, W22 – весовые коэффициенты; S1, S2 – сумматоры, вычисляющие выходной сигнал нагрева и охлаждения; S3 – сумматор, вычисляющий выходной сигнал корректировки задания; F – функция активации выходного корректирующего сигнала нейронной сети; Y1 – корректирующее воздействие

Figure 5. The neural network structure for correction algorithm of rubber mixing process control: X1, X2 – temperature of cooling water and air in the rubber mixing workshop; W11, W12, W21, W22 – weighting coefficients; S1, S2 – compute heating and cooling output signal adders; S3 – compute corrections task output signal adder; F – activation function of the neural network output correction signal; Y1 – corrective action

Принцип работы корректирующего регулятора на основе нейронной сети заключается в следующем: после осуществления смешения каждой заправки и выгрузки её из смесителя система запоминает параметры, при которых проводилось смешение и выгрузка. В случае выхода этих параметров за допустимые значения алгоритм корректировки синоптических весов изменит соответствующие коэффициенты для выработки нейронной сетью корректирующего воздействия, которое будет добавлено к существующему заданию из рецепта. После следующей заправки проверка повторится и коэффициенты будут вновь изменены, если технологические параметры не достигнут оптимальных значений.

Система будет запоминать текущие значения коэффициентов синоптических весов и при изменении внешних факторов постепенно настроит систему управления темперирующими станциями без участия человека.

Для осуществления влияния весовых коэффициентов на вырабатываемое корректирующее воздействие (пропорционально изменению входных сигналов), представим коэффициенты W11, W21, W12 и W22 в виде прямо и обратно пропорциональных зависимостей от входных сигналов:

$$F1 = \frac{k \cdot T_{voh}}{T_{voh}} - W11 \cdot \frac{k \cdot T_{voh}}{T_{voh}}, \quad (13)$$

$$F2 = \frac{k \cdot T_{voz}}{T_{voz}} - W21 \cdot \frac{k \cdot T_{voz}}{T_{voz}}, \quad (14)$$

$$F3 = T_{voh} - W12 \cdot T_{voh}, \quad (15)$$

$$F4 = T_{voz} - W22 \cdot T_{voz}, \quad (16)$$

где F1, F2 – функции, вычисляющие выходные сигналы для корректировки управления с целью нагрева; F3, F4 – функции, вычисляющие выходные сигналы с целью охлаждения.

Тогда структура нейронной сети примет вид (рисунок 6).

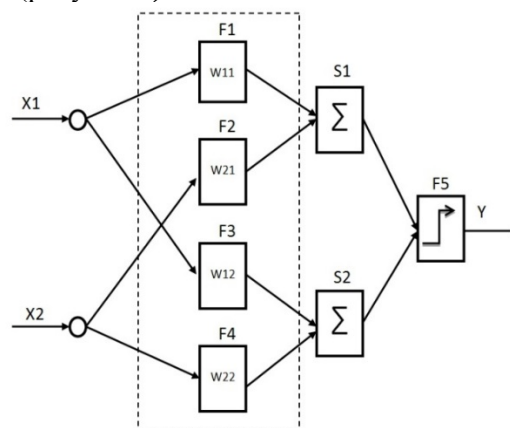


Рисунок 6. Структура нейронной сети с функциями F1 – F4

Figure 6. The neural network structure with functions F1 – F4

Запрограммируем выполнение алгоритма корректировки задания с помощью разработанной структуры нейронной сети и рассчитаем динамические характеристики системы (рисунки 7, 8).



Рисунок 7. Динамические характеристики темперирующей станции с корректировкой задания

Figure 7. The tempering station dynamic characteristics with task correction

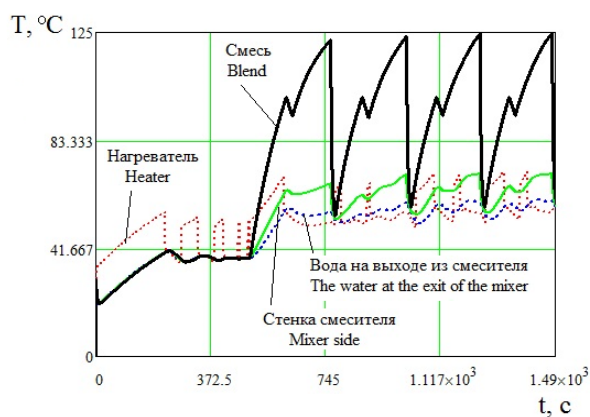


Рисунок 8. Динамические характеристики резиносмесителя с корректировкой задания

Figure 8. Dynamic characteristics of Rubber mixer with task correction

После расчёта динамических характеристик с учётом корректировки величины задания, выявлено снижение времени смешения резины благодаря достижению необходимых параметров процесса за более короткое время. Общее время, необходимое для смешения четырёх заправок смесителя сократилось на 50 с.

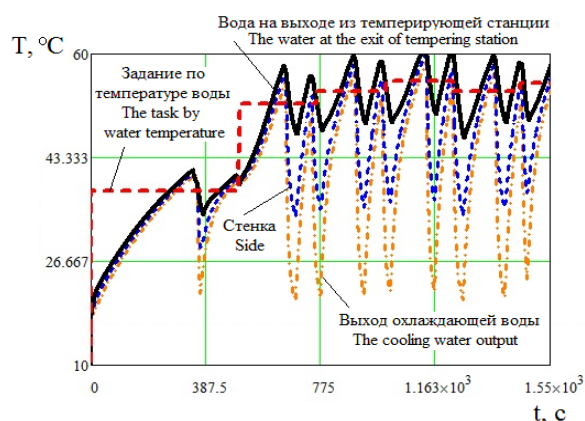


Рисунок 9. Динамические характеристики temperирующей станции с корректировкой задания при низких температурах

Figure 9. The tempering station dynamic characteristics with task correction at low temperatures

Для определения способности регулятора корректировки к адекватному самообучению, проведём расчёты динамических характеристик

ЛИТЕРАТУРА

1 Резниченко С.В., Морозов Ю.Л. Большой справочник резинщика. Том 1. Каучуки и ингредиенты. М.: Техинформ, 2012. 744 с.

2 Резниченко С.В., Морозов Ю.Л. Большой справочник резинщика. Том 2. Резины и резинотехнические изделия. М.: Техинформ, 2012. 648 с.

процесса смешения при низких температурах, оставив неизменными величины коэффициентов, полученных в результате идентификации на четырёх заправках при нормальных температурах (рисунки 9, 10).

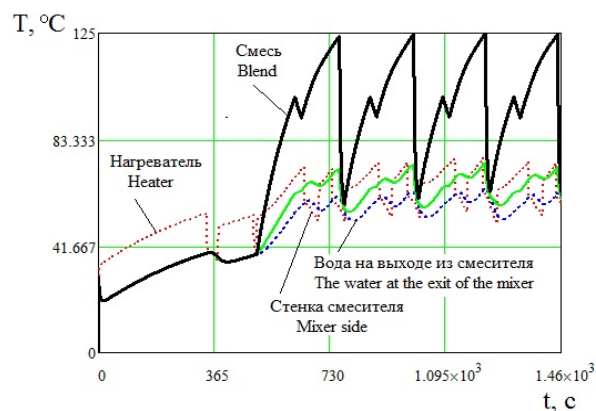


Рисунок 10. Динамические характеристики резиносмесителя с корректировкой задания при низких температурах

Figure 10. Dynamic characteristics of Rubber mixer with task correction at low temperatures

В итоге выявлено сокращение общего времени смешения четырёх заправок на 95 секунд по отношению к расчёту, проведённому при таких же низких температурах, но без регулятора корректировки.

Выводы и рекомендации

Анализ результатов моделирования и проведения испытаний на предприятии при программировании главного контроллера Siemens S7 CPU319F-3 PN/DP в среде STEP 7 [7], показал эффективность предложенного корректирующего алгоритма для temperирующих станций.

Данные исследования позволили получить уникальные корректирующие коэффициенты для каждого узла смесителя и снизить погрешности в управлении теплообменными процессами.

Разработанную математическую модель и синтезированный на базе искусственной нейронной сети корректирующий алгоритм управления температурным режимом процесса резиносмешения можно использовать для настройки главного контроллера в системе управления.

3 Красных В.Ю., Королев В.Н. Тепломассообмен. Основные формулы, задачи и способы их решения. Екатеринбург: УрФУ, 2012. 64 с.

4 Алексеев М.В., Юдаков А.А. Разработка математического описания и алгоритмов управления процессом резиносмешения // Сборник трудов XXVIII международной научной конференции ММТТ 28: в 12 т. Рязань, 2015. Т. 6. С. 34-37.

5 Кудряшов В.С., Алексеев М.В. Моделирование систем. Воронеж: ВГУИТ, 2012. С. 75–80.

6 Галушкин А.И. Нейронные сети. Основы теории. М.: Горячая линия, Телеком, 2010. 480 с.

7 Программирование с помощью STEP 7 V5.3: Руководство. Siemens AG, 2004. 602 с.

REFERENCES

1 Reznichenko S.V., Morozov Yu.L. Bol'shoi spravochnik rezinshchika. Tom 1. Kauchuki i ingre-dienty [Great reference book of tires light men. Vol-ume 1. Rubbers and ingredients]. Moscow, Tekhin-form, 2012. 744 p. (in Russian).

2 Reznichenko S.V., Morozov Yu.L. Bol'shoi spravochnik rezinshchika. Tom 2. Reziny i rezi-notekhnicheskie izdeliya [Great reference book of tires light men. Volume 2. Rubber and rubber products]. Moscow, Tekhinform, 2012. 648 p. (in Russian).

3 Krasnykh V.Yu., Korolev V.N. Tep-lomassoobmen. Osnovnye formuly, zadachi i sposoby

ikh resheniya [Heat and Mass Transfer. The basic for-mulas, objectives and ways of their solution]. Ekaterin-burg, UrFU, 2012. 64 p. (in Russian).

4 Alekseev M.V., Yudakov A.A. The develop-ment of the mathematical description and control algo-rithms of the rubber mixing process. Sbornik trudov XXVIII mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii MMTT [Proceedings of the XXVIII International Sci-entific Conference MMTT 28: in 12 volumes]. Rya-zan, 2015. vol. 5, pp. 34–37. (in Russian).

5 Kudryashov V.S., Alekseev M.V. Mod-elirovanie system [Simulation systems]. Voronezh: VGUI, 2012. pp. 75–80. (in Russian).

6 Galushkin A.I. Neironnye seti. Osnovy teorii [Neural networks. Fundamentals of theory]. Moscow, Goryachaya liniya, Telekom, 2010. 480 p. (in Russian).

7 Programirovanie s pomoshch'yu STEP 7V5.3 [Programming with STEP 7 V5.3: Guide. Siemens AG] 2004. 602 p. (in Russian).

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Владимир С. Кудряшов д. т. н., профессор, кафедра информационных и управляющих систем, Воронеж. гос. ун-т инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, Россия, kudryashovvs@mail.ru

Михаил В. Алексеев к. т. н., доцент, кафедра информационных и управляющих систем, Воронеж. гос. ун-т инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, Россия, mwa1976@mail.ru

Андрей А. Юдаков магистрант, кафедра информаци-онных и управляющих систем, Воронеж. гос. ун-т инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, Россия, yudakov07@yandex.ru

Алексей П. Попов к. т. н., ассистент, кафедра инфор-мационных и управляющих систем, Воронеж. гос. ун-т инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, Россия, alek-sej_p_91@mail.ru

Евгений Д. Чертов д. т. н., профессор, кафедра техни-ческой механики, Воронеж. гос. ун-т инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, Россия

Vladimir S. Kudryashov D. sc., professor, information and control systems department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, Russia, kudryashovvs@mail.ru

Michail V. Alekseev Ph. d., associate professor, infor-mation and control systems department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, Russia, mwa1976@mail.ru

Andrei A. Yudakov master student, information and control systems department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, Russia, yudakov07@yandex.ru

Aleksej P. Popov Ph. d., assistant, information and control systems department, Voronezh state university of engineer-ing technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, Russia, aleksey_p_91@mail.ru

Evgenij D. Chertov D. sc., professor, technical mechanics department, Voronezh state university of engineering tech-nologies, Revolution Av., 19, Voronezh, Russia

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Все авторы в одинаковой степени принимали участие в под-готовке материала для рукописи. Ответственными за плагиат являются доцент **Алексеев М.В.** и ассистент **Попов А.П.**

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 22.03.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 19.04.2016

CONTRIBUTION

All authors equally participated in the preparation of mate-rial for manuscript. Associate professor **Alekseev M.V.** and assistant **Popov A.P.** are responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 3.22.2016

ACCEPTED 4.19.2016

Построение минимального доминирующего множества при проектировании Wi-Fi-сети

Юрий В. Бугаев,	¹	y_bugaev52@mail.ru
Светлана Н. Черняева,	¹	chernsv1978@gmail.com
Оксана Ю. Ойцева,	¹	oou@live.ru
Артем И. Коробов	¹	korobovartyom13@gmail.com

¹ кафедра информационных технологий моделирования и управления, Воронеж. гос. ун-т инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394000, Россия

Реферат. В настоящее время технология беспроводной передачи данных становится предпочтительной, а в некоторых случаях единственно возможной для коммуникации информационных устройств. При необходимости охвата сетью большого пространства со сложной конфигурацией возникает необходимость рационально разместить несколько Wi-Fi излучателей, обеспечивающих устойчивую связь с каждой точкой возможного расположения приёмника сигналов. Тогда задача размещения Wi-Fi излучателей может быть сформулирована как определение дискретного множества точек размещения излучателей, удовлетворяющего условию. Иначе, необходимо определить положения всех излучателей, полностью покрывающих заданную территорию, причём количество излучателей должно быть минимально. В такой постановке это задача о наименьшем покрытии – поиск наименьшего множества столбцов матрицы, «покрывающих» все её строки. С точки зрения постановки задачи о наименьшем покрытии, возможны два случая конфигурации области охвата окружающего пространства Wi-Fi излучателями: 1. Безвариативный. Его особенность состоит в том, что зона покрытия полностью определяется точкой размещения излучателя. Это возможно в том случае, когда зона охвата симметрична или ориентация диаграммы направленности излучения строго фиксирована. В этом случае можно построить граф, ассоциированный с набором точек размещения излучателей, в котором каждой точке размещения ставятся в соответствие смежные вершины. В такой постановке мы приходим к задаче о наименьшем доминирующем множестве графа. 2. Вариативный. Он имеет место в том случае, когда диаграммы излучения направлена, и зона охвата может меняться в зависимости от ориентации излучателя. То есть реальный излучатель можно развернуть в бесконечное количество различных положений, однако конечность охватываемых точек существенно ограничивает число различных ориентаций. В этом случае каждой точке положения излучателя можно поставить в соответствие несколько строк матрицы и каждой покрываемой точке будет соответствовать ровно один столбец.

Ключевые слова: Wi-Fi сеть; алгоритм бинарного программирования; задача о наименьшем покрытии

Construction of the minimal dominating set in the design of Wi-Fi-network

Yuri V. Bugaev,	¹	y_bugaev52@mail.ru
Svetlana N. Chernyaeva,	¹	chernsv1978@gmail.com
Oksana Y. Oytceva,	¹	oou@live.ru
Artem I. Korobov	¹	korobovartyom13@gmail.com

¹ information simulation technology and management department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394000, Rus-sia

Summary. Currently, wireless technology is becoming the preferred, and in some cases the only possible for the information communication devices. If you need coverage of a large space with a complex configuration arises the need to efficiently host multiple Wi-Fi emitters, providing a stable connection with each possible location of the receiver signals. Suppose we have a model that allows to determine the coverage of a stable connection Wi-Fi emitter at a given spatial point. Then the problem of locating Wi-Fi emitters can be formulated as determining a discrete set of locations of transducers satisfying the condition. Otherwise, it is necessary to determine the positions of all the emitters that completely cover a given area, and the number of emitters should be minimal. In this formulation it is the task of the lowest coverage – the problem of finding the smallest set of columns of the matrix, "covering" all of her lines. To develop methods for solving a problem of the smallest covering usually resort to its matrix interpretation, which reduces to the problem of the smallest dominating set of a graph. From the point of view of the formulation of the problem of the smallest covering two cases are possible configuration of the coverage area of the surrounding space Wi-Fi emitters: 1. without variable. Its peculiarity is that the coverage area is completely defined by the location of the emitter. It is possible in the case where the coverage area of the symmetric or the orientation of the directivity diagram of the radiation is fixed. In this case it is possible to build a graph associated with the set of locations of emitters in which each point of placement are associated with adjacent vertices. In this formulation we arrive at the problem of the smallest dominating set of a graph. 2. Variable. It takes place in the case when the diagram of radiation is directed, and the coverage area may vary depending on the orientation of the emitter. That is, the actual emitter can be deployed in an infinite number of different provisions, but the limb covered points significantly limits the number of different orientations. In this case, each point position of the transmitter can be put into correspondence with several matrix rows and cover each point will correspond to exactly one column.

Keywords: Wi-Fi-network; the algorithm for binary programming; task about the least coverage

Для цитирования

Бугаев Ю. В., Черняева С. Н., Ойцева О. Ю., Коробов А. И. Построение минимального доминирующего множества при проектировании Wi-Fi-сети // Вестник ВГУИТ. 2016. № 2. С 60–64. doi:10.20914/2310-1202-2016-2-60-64.

For citation

Bugaev Y. V., Chernyaeva S. N., Oytceva O. Y., Korobov A. I. Construction of the minimal dominating set in the design of Wi-Fi-network. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 2. pp. 60–64. (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2016-2-60-64.

Введение

В современном мире технология беспроводной передачи данных становится предпочтительной, а в некоторых случаях и единственно возможной для коммуникации информационных устройств. Все более востребованной становится беспроводная связь в зонах большой плотности клиентов. Требуется эффективное использование радиоспектра и правильное проектирование сети.

На рисунке 1 представлена контекстная диаграмма процесса проектирования и построения беспроводных сетей. Одним из ключевых компонентов представленной диаграммы являются данные о зоне и площади покрытия территории, охваченной Wi-Fi-сетью. Если стоит задача в охвате сетью большого пространства со сложной конфигурацией возникает необходимость рационально разместить несколько Wi-Fi-излучателей, которые позволят обеспечить устойчивую связь с каждой точкой возможного расположения приёмника сигналов.

В результате получаем достаточно сложную комбинаторную задачу, решению которой посвящена эта работа.

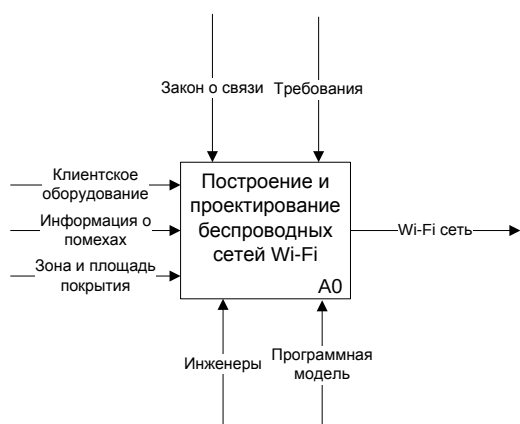


Рисунок 1. Контекстная диаграмма процесса проектирования и построения беспроводной сети

Figure 1. Designing and constructing of wireless network process context diagram

Постановка задачи и вопросы тестирования алгоритма её решения

Изначально будем предполагать, что в нашем распоряжении имеется модель, позволяющая определить зону охвата устойчивой связью Wi-Fi-излучателем при заданной пространственной точке его размещения. Разработка такой модели также представляет собой сложную задачу, но решается она совсем

иными методами и выходит за рамки предлагаемой работы. Обозначим:

$S(x)$ – область пространства, охваченная излучателем, помещённым в точку x ;

T – территория, подлежащая охвату.

Тогда задача формулируется следующим образом: определить дискретное множество $D \subset T$ точек размещения излучателей, удовлетворяющего условию

$$\begin{aligned} |D| &\rightarrow \min \\ T &\subseteq \bigcup_{x \in D} S(x) \end{aligned} \quad (1)$$

Иными словами, необходимо определить положения всех излучателей, полностью покрывающих заданную территорию, причём количество излучателей должно быть минимально.

Очевидно, что, полагая T непрерывным множеством пространственных точек, мы получаем совершенно неподъёмную многомерную вариационную задачу, поэтому упростим её, перейдя к дискретной аппроксимации. Для этого достаточно допустить, что T и $S(x)$ представляют собой дискретные множества неких опорных точек, расположенных на заданной территории. В такой постановке мы получим хорошо известную задачу о наименьшем покрытии (ЗНП), которая в теоретико-множественной интерпретации имеет следующую формулировку [1]. Даны множество $T = \{t_1, \dots, t_m\}$ и семейство $S = \{S_1, \dots, S_n\}$ подмножеств $S_j \subset T$. Каждому S_j поставлена в соответствие положительная стоимость c_j . Необходимо определить подсемейство $\{S_1, \dots, S_n\} \subset S$, такое, что $T \subseteq \bigcup_{i=1}^m S_{k_i}$ и при этом суммарная стоимость подсемейства $\sum_{i=1}^m c_{k_i}$ минимальна.

Для разработки методов решения ЗНП обычно прибегают к её матричной интерпретации, которая состоит в следующем. Дана матрица A , состоящая из 0 и 1, размера $m \times n$, в общем случае $m \neq n$, и набор положительных стоимостей c_j , $j = 1, \dots, n$ каждого столбца. Необходимо найти такое наименьшее множество S столбцов матрицы, при котором каждая строка матрицы содержала 1 хотя бы в одном из выбранных столбцов и сумма их стоимостей была минимальна.

Если A квадратная, её транспонированную матрицу A^T можно интерпретировать как матрицу смежности некоторого графа. В случае когда в A на главной диагонали стоят 1, а все $c_j = 1$ ЗНП сводится к задаче о наименьшем доминирующем множестве (ДМ) графа.

Доминирующее или внешне устойчивое множество графа $G = (V, E)$ – такое множество U вершин, что любая вершина из $V \setminus U$ смежна с какой-нибудь вершиной из U . Иными словами $\forall u \in V \setminus U \exists v \in U: (v, u) \in E$. ДМ называется *минимальным*, если его подмножество уже не является доминирующим. ДМ называется *наименьшим*, если среди всех доминирующих множеств оно обладает наименьшей мощностью.

Задача о наименьшем ДМ практически во всех модификациях относится к классу NP -полных задач, исключение – построении наименьшего ДМ для дерева [1]. Лучший из комбинаторных методов решения общей ЗНП и пригодный для поиска наименьшего ДМ описан в [1]. Однако эффективность его невелика, максимальное число строк в матрице 30–40 элементов.

Более эффективны на практике методы ветвей и границ, основанные на булевой интерпретации ЗНП: минимизировать

$$z = \sum_j C_j x_j \quad \text{при ограничениях:}$$

$$\sum_j A_{ij} x_j \geq 1 \quad \forall i = 1, \dots, m, \quad (2)$$

где $x_j = 1$, если j -й столбец включён в S , и $x_j = 0$ в противном случае.

Соответствующая программа bintprog входит в состав функций пакета оптимизации Optimization Toolbox системы Matlab. Её проверка на тестовых примерах построения наименьшего ДМ для графов, структура которых соответствует задаче (1) показала её высокое быстродействие для графов с числом вершин не более 40. В некоторых случаях она позволяет решать за приемлемое время задачи значительно более высокой размерности, однако стабильность её работы оставляет желать лучшего. Это говорит о необходимости искать более быстродействующие приближённые алгоритмы.

Подробный обзор методов решения различных вариантов ЗНП и соответствующих тестовых примеров приведён в [2]. Для решения ЗНП предложено большое число точных алгоритмов, основанных на методе ветвей и границ, отсечения, перебора L -классов и др. Однако теоретические оценки вычислительной сложности этих методов сопоставимы со сложностью переборных алгоритмов. Это говорит о том, что выход следует искать в создании приближённых методов.

Согласно имеющейся классификации, множество тестовых задач можно разбить на три основные группы: задачи специальной структуры, прикладные задачи и задачи со случайными исходными данными. Однако структура приведённых в [2] задач первой и второй групп мало похожа на задачу (1) об охвате территории

Wi-Fi-сетью. А что касается третьей группы, то в задаче (1) A^T должна быть матрицей смежности связного графа, чего нельзя гарантировать при случайной генерации матрицы.

Таким образом, для тестирования алгоритма решения задачи (1) надо создавать специальные задачи. На наш взгляд, помимо практических задач, для которых точное решение неизвестно, наиболее подходят популярные задачи-головоломки, связанные с покрытиями: расстановка шахматных фигур, бьющих каждую клетку доски, покрытие клетчатого поля фигурами сложной конфигурации и т.п.

Предлагаемые алгоритмы

Для решения задачи (1) в рамках предлагаемой статьи были опробованы следующие пять алгоритмов.

1. Точный алгоритм бинарного программирования с использованием программы bintprog. Этот алгоритм основан на методе ветвей и границ и в качестве *релаксационной задачи* [3] применяет задачу обычного линейного программирования (ЛП), решаемую двойственным симплекс-методом.

2. Жадный алгоритм, описанный в [3], и основанный на следующей эвристике: на каждом шаге в графе $G = (V, E)$ выбирается вершина максимальной степени, т.е. доминирующая над наибольшим числом смежных вершин. В результате имеем следующий алгоритм:
Шаг 1. Первоначально множество D (текущее доминирующее множество) полагается пустым.
Шаг 2. Пока $V \neq \emptyset$ выбрать в G вершину максимальной степени. Выбранная вершина вместе со своими рёбрами удаляется из G и добавляется в D .

Этот алгоритм можно использовать как для построения вершинного покрытия, так и доминирующего множества. В [3] показано, что при решении задачи о минимальном вершинном покрытии, алгоритм имеет теоретически неограниченную относительную погрешность. Иными словами, если обозначить F^{opt} и $F^{прибл}$ – значения целевой функции в точном и приближённом решении, соответственно, то при любой константе $K > 0$ можно предложить задачу о минимальном вершинном покрытии, для которой решение, полученное жадным алгоритмом, удовлетворяет условию

$$\frac{F^{прибл} - F^{opt}}{F^{opt}} > K.$$

Для задачи о наименьшем ДМ таких данных найти не удалось, однако, при тестировании этого алгоритма максимальная наблюдаемая относительная погрешность составила 30%, что достаточно много.

3. Алгоритм локальных вариаций. Это приближённый метод, предложенный в [4] для решения задач целочисленного и булевого программирования. Он основан на последовательном улучшении решения за счёт поиска лучшего варианта в локальной окрестности некоторой начальной точки x^0 . В качестве условия, ограничивающего размер окрестности, предложено $\sum_{i=1}^n |x_i - x_i^0| \leq r$ при небольшом значении $r = 1, 2, 3$. Для булевских переменных в данную окрестность должны входить все точки, отличающиеся от текущего центра x^0 не более чем r координатами. Каждый раз при нахождении лучшей точки в ней переносится центр окрестности и поиск продолжается. Если при максимальном r лучший вариант не будет найден – алгоритм заканчивает работу, текущий центр считается решением.

Нетрудно заметить, что эффективность алгоритма во многом зависит от удачного выбора начальной точки, при везении можно найти точное решение. Поэтому теоретические оценки качества алгоритма отсутствуют и его можно проверить только тестированием.

4. Алгоритм экстраполяции [5]. Модификация этого алгоритма была использована для построения рационального ветвления в методе ветвей и границ. Суть алгоритма состоит в разбиении области допустимых решений задачи ЛП на примерно одинаковые по объёму области и продолжении решения на всю область.

5. Модифицированный жадный алгоритм, – метод предложенный авторами работы. Он основан на следующей эвристике. Недостаток обычного жадного алгоритма в том, что на начальном этапе он выбирает все хорошие точки, а в конце вынужден «проводить зачистку», т.е. добирать оставшиеся вершины с малыми степенями.

Авторы предлагают несколько начальных вершин задавать принудительно, независимо от их степени, а последующие вершины выбирать в соответствии с жадной стратегией. Выбирать начальные вершины можно случайно и проделать такие пробы достаточно много раз, порядка 1000 попыток.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Новиков Ф. А. Дискретная математика для программистов: Учебник для вузов. 3-е изд. / Ф. А. Новиков. СПб: Питер, 2009. – 374 с.
- 2 Заозерская Л. А. Исследование и решение двухкритериальной задачи о покрытии множества / Л. А. Заозерская, А. А. Колоколов // Проблемы информатики. 2009. № 1. С. 14–23.
- 3 Дасгупта С. Алгоритмы / С. Дасгупта, Х. Пападимитриу, У. Вазириани // Пер. с англ. М.: МЦНМО, 2014. – 320 с.

Тестирование показало, что этот алгоритм обладает достаточно высоким быстродействием и из всех рассмотренных алгоритмов, за исключением № 1, позволяет достичь максимальной точности. Для иллюстрации приведём решение известной задачи о расстановке пяти ферзей на шахматной доске (рисунок 2).

Эта задача имеет матрицу размера 64×64 . Программа bintprog не нашла решения за 30 минут работы, а модифицированный жадный алгоритм нашёл за 4 секунды.

	Ф						
						Ф	
			Ф				
		Ф					
				Ф			

Рисунок 2. Тестовый пример: пять ферзей, бьющих все клетки шахматной доски

Figure 2. Test Example: Five queens beating all the cells of the chessboard

Заключение

Для решения практических задач рекомендуется использование комбинации методов № 5 и № 1. Последний рекомендуется для контроля. Сначала используется алгоритм № 5, затем – № 1. Если за приемлемое время № 1 не найдёт точного решения, то выбирается решение, полученное модифицированным жадным алгоритмом. Также для ручного подбора решения в случае сложной конфигурации диаграммы направленности, антенны излучателя и для поиска начальных приближений можно в диалоговом режиме применять алгоритм № 4 экстраполяции из [5].

- 4 Иванов Б. Н. Дискретная математика. Алгоритмы и программы. Расширенный курс / Б. Н. Иванов. М.: Известия, 2011. – 512 с.

5 Бугаев Ю. В. Приближенный метод синтеза моделей выбора на основе экстраполяции экспертных оценок / Ю. В. Бугаев, И. Е. Медведкова, Б. Е. Никитин, А. С. Чайковский // Вестник Тамбовского государственного технического университета. 2009. Т. 15. № 4. С. 766–776.

REFERENCES

1 F. A. Novikov Discrete mathematics for programmers. SPb, Piter, 2009 -374 p. (Russian)

2 L. A. Zaozerskaya Investigation and solving two-criterion problem of set cover / L. A. Zaozerskaya, A. A. Kolokolov // Problems of computer science, No. 1, 14-23, 2009. (Russian)

3 Dasgupta, S. Algorithms / S. Dasgupta, H. Papadimitriou, U. Vazirani // TRANS. angl. M.: MCCME, 2014. – 320 p.

4 B. N. Ivanov Discrete mathematics. Algorithms and programs. Advanced course / B. N. Ivanov. Moscow: Izvestia, 2011. – 512 p. (Russian)

5 Y. V. Bugaev Approximate method of synthesis of models of selection on the basis of extrapolation of expert estimates / Y. V. Bugaev, I. E. Medvedkova, B. E. Nikitin, A. S. Tchaikovsky / Bulletin of Tambov state technical University. 2009. T. 15. No. 4. P. 766-776. (Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Юрий В. Бугаев д.ф.-м.н, профессор, кафедра информационных технологий моделирования и управления, Воронеж. гос. ун-т инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394000, Россия, y_bugaev52@mail.ru

Светлана Н. Черняева к.т.н., доцент, кафедра информационных технологий моделирования и управления, Воронеж. гос. ун-т инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394000, Россия, chernsv1978@gmail.com

Оксана Ю. Ойцева ст. пр., кафедра информационных технологий моделирования и управления, Воронеж. гос. ун-т инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394000, Россия, oou@live.ru

Артем И. Коробов магистр, кафедра информационных технологий моделирования и управления, Воронеж. гос. ун-т инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394000, Россия, korobovartyom13@gmail.com

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Yuri V. Bugaev d. p.-m. sc., professor, information simulation technology and management department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394000, Russia, y_bugaev52@mail.ru

Svetlana N. Chernyaeva c. e. sc., assistant professor, information simulation technology and management department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394000, Russia, chernsv1978@gmail.com

Oytceva Y. Oksana senior lecturer, information simulation technology and management department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394000, Russia, oou@live.ru

Artem I. Korobov master student, information simulation technology and management department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394000, Russia, korobovartyom13@gmail.com

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Юрий В. Бугаев предложил методику проведения

Светлана Н. Черняева обзор литературных источников по исследуемой проблеме, выполнила расчёты

Оксана Ю. Ойцева консультация в ходе исследования

Артем И. Коробов написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

CONTRIBUTION

Yuri V. Bugaev proposed a scheme of the experiment

Svetlana N. Chernyaeva review of the literature on an investigated problem

Oytceva Y. Oksana consultation during the study

Artem I. Korobov 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 18.04.2016

RECEIVED 4.18.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 16.05.2016

ACCEPTED 5.16.2016

Нестационарное температурное поле в параллелепипеде в режиме теплопроводности при граничных условиях первого рода

Виталий К. Битюков,¹ president@vsuet.ru
Анатолий А. Хвостов,² khvtol1974@yandex.ru
Александра В. Сумина,³ vsum@rambler.ru

¹ кафедра информ. и управл. систем, Воронеж. гос. ун-т инж. технол., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, Россия

² кафедра математики, ВУНЦ ВВС «ВВА им. профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина», ул. Старых Большевиков, 54, г. Воронеж,

³ факультет прикладной математики, информатики и механики, Воронеж. гос. ун-т, Университетская пл. 1, г. Воронеж

Реферат. Аналитическое изучение процессов теплопроводности является одним из основных разделов современных инженерных исследований в машиностроительной, энергетической, атомной промышленности, в технологических процессах химической, строительной, текстильной, пищевой, геологической и других отраслях промышленности. Достаточно указать, что практически все процессы в той или иной степени связаны с изменением температурного состояния и переносом теплоты. Следует также отметить, что инженерные исследования кинетики множества физических и химико-технологических процессов аналогичны задачам стационарной и нестационарной теплопроводности. К ним можно отнести процессы диффузий, седиментации, вязкого течения, замедления нейтронов, течения жидкостей через пористую среду, электрические колебания, сорбции, сушки, горения и др. Существуют различные методы решения классических краевых задач нестационарной теплопроводности и задач обобщенного типа: метод разделения переменных (метод Фурье); метод продолжений; метод произведения решений; метод Дюамеля; метод интегральных преобразований; операционный метод; метод функции Грина (для нестационарной и стационарной теплопроводности); метод отражения (метод источников). В данной работе на основе последовательного применения преобразования Лапласа по безразмерному времени θ и конечного интегрального синус-преобразования по пространственным координатам X и Y решается задача нестационарного распределения температуры по механизму теплопроводности в параллелепипеде при граничных условиях первого рода. В результате получено аналитическое решение задачи распределения температуры в параллелепипеде для кондуктивного режима свободной конвекции, когда одна из боковых граней параллелепипеда поддерживается при постоянной температуре, а остальные при другой одинаковой постоянной температуре.

Ключевые слова: аналитическое решение, конечные интегральные преобразования, теплопроводность, граничные условия первого рода

Nonstationary thermal field in the parallelepiped in the mode of heat conduction under boundary conditions of first kind

Vitaly K. Bitukov,¹ president@vsuet.ru
Anatoly A. Khvostov,² khvtol1974@yandex.ru
Alexandra V. Sumina,³ vsum@rambler.ru

¹ Department of information and control systems, Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh, Russia

² mathematic department, MESAC AF «N. E. Zhukovsky and Y. A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh), Staryh Bolshevikov str., 54, Voronezh

³ Faculty of Applied Mathematics, Informatics and Mechanics, Voronezh State University, 1 Universitetskaya pl., Voronezh, Russia

Summary. Analytical study of the processes of heat conduction is one of the main topics of modern engineering research in engineering, energy, nuclear industry, process chemical, construction, textile, food, geological and other industries. Suffice to say that almost all processes in one degree or another are related to change in the temperature condition and the transfer of warmth. It should also be noted that engineering studies of the kinetics of a range of physical and chemical processes are similar to the problems of stationary and nonstationary heat transfer. These include the processes of diffusions, sedimentation, viscous flow, slowing down the neutrons, flow of fluids through a porous medium, electric fluctuations, adsorption, drying, burning, etc. There are various methods for solving the classical boundary value problems of nonstationary heat conduction and problems of the generalized type: the method of separation of variables (Fourier method) method; the continuation method; the works solutions; the Duhamel's method; the integral transformations method; the operating method; the method of green's functions (stationary and non-stationary thermal conductivity); the reflection method (method source). In this paper, based on the consistent application of the Laplace transform on the dimensionless time θ and finite sine integral transformation in the spatial coordinates X and Y solves the problem of unsteady temperature distribution on the mechanism of heat conduction in a parallelepiped with boundary conditions of first kind. As a result we have the analytical solution of the temperature distribution in the parallelepiped to a conductive mode free convection, when one of the side faces of the parallelepiped is maintained at a constant temperature, and the others with the another same constant temperature.

Keywords: Analytical solution, finite integral transform, heat conduction, boundary conditions of first kind.

Для цитирования

Битюков В. К., Хвостов А. А., Сумина А. В. Нестационарное температурное поле в параллелепипеде в режиме теплопроводности при граничных условиях первого рода // Вестник ВГУИТ. 2016. № 2. С. 65–68. doi:10.20914/2310-1202-2016-2-65-68

For citation

Bitukov V. K., Khvostov A. A., Sumina A. V. Nonstationary thermal field in the parallelepiped in the mode of heat conduction under boundary conditions of first kind. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. No. 2. pp. 65–68 (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2016-2-65-68

Введение

При анализе кондуктивно-ламинарной свободной конвекции в замкнутых объёмах уравнения Обербека–Буссинеска могут быть представлены в несопряжённом виде [1]. Для плоских и осесимметричных геометрий в [2, 3] имеется множество решённых задач теплопроводности, но следует отметить, что анализ пространственных постановок представлен недостаточно. В [4] приведены методы получения аналитических решений, однако метод конечных интегральных синус-преобразований является наиболее эффективным [5].

В связи с этим, на примере области в форме параллелепипеда при граничных условиях первого рода демонстрируется алгоритм получения аналитического решения с помощью преобразования Лапласа по временной переменной и конечного интегрального синус-преобразования по геометрическим координатам.

Рассматривается задача нестационарного распределения температуры по механизму теплопроводности в параллелепипеде при граничных условиях первого рода.

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = \frac{\lambda}{\rho c_p} \left(\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} \right); \quad (1)$$

$$t(0, y, z, \theta) = t_1; t(x, y, z, 0) = 0; \quad (2)$$

$$t(h_1, y, z, \theta) = t(x, 0, z, \theta) = t(x, h_2, z, \theta) = t(x, y, 0, \theta) = t(x, y, h_3, \theta) = 0. \quad (3)$$

Введём безразмерные координаты:

$$X = \frac{x}{h_1}; Y = \frac{y}{h_2}; Z = \frac{z}{h_3}; a = \frac{\lambda}{\rho c_p};$$

$$A = \frac{h_1}{h_2}; B = \frac{h_1}{h_3}; \theta = \frac{a \tau}{h_1^2}; T = \frac{t}{t_1},$$

тогда система (1)–(3) примет следующий вид:

$$\frac{\partial T}{\partial \theta} = \frac{\partial^2 T}{\partial X^2} + A^2 \frac{\partial^2 T}{\partial Y^2} + B^2 \frac{\partial^2 T}{\partial Z^2}; \quad (4)$$

$$T(X, Y, Z, 0) = 1; T(X, Y, Z, \theta) = 0; \quad (5)$$

$$T(1, Y, Z, \theta) = T(X, 0, Z, \theta) = T(X, 1, Z, \theta) = T(X, Y, 0, \theta) = T(X, Y, 1, \theta) = 0. \quad (6)$$

Применение преобразования Лапласа по безразмерному времени θ переводит (4)–(6) в систему для изображения

$$T_L(X, Y, Z, s) = L^{-1}[T(X, Y, Z, \theta)]$$

$$\frac{d^2 T_L}{dX^2} + A^2 \frac{d^2 T_L}{dY^2} + B^2 \frac{d^2 T_L}{dZ^2} = s T_L; \quad (7)$$

$$T_L(0, Y, Z, s) = \frac{1}{s}; \quad (8)$$

$$T_L(1, Y, Z, s) = T_L(X, 0, Z, s) = T_L(X, 1, Z, s) = T_L(X, Y, 0, s) = T_L(X, Y, 1, s) = 0. \quad (9)$$

Применение конечного интегрального синус-преобразования по безразмерной координате Y :

$$F_Y[T_L(X, Y, Z)] = F_Y(X, Z) = \int_0^1 T(X, Y, Z) \sin(\mu Y) dY,$$

где μ – корни уравнения $\sin \mu = 0$; с учётом того, что

$$F_Y \left[\frac{d^2 T_L}{dY^2} \right] = -\mu^2 \Phi_Y; F_Y \left[\frac{d^2 T_L}{dX^2} \right] = \frac{d^2 \Phi_Y}{dX^2};$$

$$F_Y \left[\frac{d^2 T_L}{dZ^2} \right] = \frac{d^2 \Phi_Y}{dZ^2};$$

$$F_Y[1] = -\frac{1}{\mu} (\cos \mu - 1);$$

$$F_Y[s^{-1}] = -\frac{1}{\mu s} (\cos \mu - 1);$$

переводит исходную задачу в изображение:

$$\frac{d^2 \Phi_Y}{dX^2} + B^2 \frac{d^2 \Phi_Y}{dZ^2} - (A^2 \mu^2 + s) \Phi_Y = 0; \quad (10)$$

$$\Phi_Y(0, Z, s) = -\frac{1}{\mu s} (\cos \mu - 1); \quad (11)$$

$$\Phi_Y(1, Z, s) = \Phi_Y(X, 0, s) = \Phi_Y(X, 1, s) = 0. \quad (12)$$

Повторное применение синус-преобразования по безразмерной координате Z преобразует систему (10)–(12) в систему обыкновенных дифференциальных уравнений следующего вида:

$$\frac{d^2 \Phi_{YZ}}{dX^2} - (B^2 \gamma^2 + A^2 \mu^2 + s) \Phi_{XY} = 0; \quad (13)$$

$$\Phi_{XY}(0, s) = -\frac{(\cos \mu - 1)(\cos \gamma - 1)}{\mu \gamma s}; \quad (14)$$

$$\Phi_{YZ}(1, s) = 0. \quad (15)$$

Решение (13)–(15) таково:

$$\Phi_{YZ}(X, s) = -\frac{2(\cos \mu - 1)(\cos \gamma - 1)}{\mu \gamma} \times \frac{\text{sh} \sqrt{B^2 \gamma^2 + A^2 \mu^2 + s} (x - 1)}{s * \text{sh} \left(2 \sqrt{B^2 \gamma^2 + A^2 \mu^2 + s} \right)}. \quad (16)$$

Применим обратное преобразование Лапласа. Для этого воспользуемся теоремой Ваченко–Захарченко [2]:

$$L^{-1} \left[\frac{\varphi(X, \mu, \gamma, s)}{\psi(\mu, \gamma, s)} \right] = \frac{\varphi(X, \mu, \gamma, 0)}{\psi(\mu, \gamma, 0)} + \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\varphi(X, \mu, \gamma, s_n)}{\psi(\mu, \gamma, s_n)} \times \exp(s_n \theta).$$

В нашем случае:

$$L^{-1} \left[\frac{\phi(X, \mu, \gamma, s)}{\psi(\mu, \gamma, s)} \right] = - \frac{2(\cos \mu - 1)(\cos \gamma - 1)}{\mu \gamma} \times$$

$$\left\langle \frac{\operatorname{sh} \sqrt{B^2 \gamma^2 + A^2 \mu^2} (x-1)}{\operatorname{sh} (2 \sqrt{B^2 \gamma^2 + A^2 \mu^2})} + \right.$$

$$\left. \frac{\beta_k \sin \left[\frac{\beta_k (X-1)}{2} \right]}{+ 2 \sum_{k=1}^n (\beta_k^2 + 4B^2 \gamma^2 + 4A^2 \mu^2) \cos \beta_k} \times \right.$$

$$\left. \times \exp \left[\left(-\frac{\beta_k}{4} - B^2 \gamma^2 - A^2 \mu^2 \right) * \theta \right] \right\rangle, \quad (17)$$

где β_k – корень уравнения $\sin \beta_k = 0$. Переходя последовательно к оригиналу в (17), получим окончательное решение (рисунок 1):

$$T(X, Y, Z, \theta) = -8 \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} - \frac{(\cos \mu_m - 1)(\cos \gamma_n - 1)}{\mu_m^2 \gamma_n^2} \times$$

$$\left\langle \frac{\operatorname{sh} \sqrt{B^2 \gamma^2 + A^2 \mu^2} (x-1)}{\operatorname{sh} (2 \sqrt{B^2 \gamma^2 + A^2 \mu^2})} + \right.$$

$$\left. \frac{\beta_k \sin \left[\frac{\beta_k (X-1)}{2} \right]}{+ 2 \sum_{k=1}^n (\beta_k^2 + 4B^2 \gamma^2 + 4A^2 \mu^2) \cos \beta_k} \times \right.$$

$$\left. \times \exp \left[\left(-\frac{\beta_k}{4} - B^2 \gamma^2 - A^2 \mu^2 \right) * \theta \right] \right\rangle \times$$

$$\times \sin(\mu_m Y) \times \sin(\gamma_n Z) \quad (18)$$

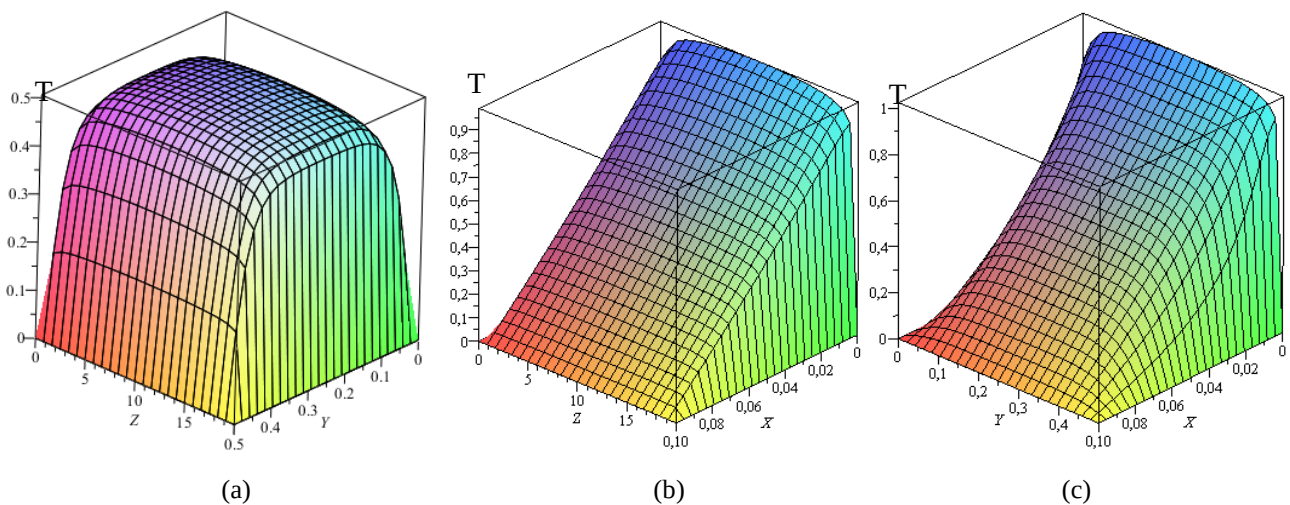


Рисунок 1. Распределение температур при фиксированных значениях $h_1 = 0,1$; $h_2 = 0,5$; $h_3 = 20$; $\theta = 1$ и: а) $X = 0,05$; б) $Y = 0,25$; в) $Z = 0,25$

Figure 1. Temperature distribution at fixed values $h_1 = 0,1$; $h_2 = 0,5$; $h_3 = 20$; $\theta = 1$ и: а) $X = 0,05$; б) $Y = 0,25$; в) $Z = 0,25$

Заключение

В работе продемонстрировано применение конечного-интегрального преобразования для получения решения поставленной задачи новой структуры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Latif M. Heat convection. New York: Springer, 2009. 552 p.
2. Цветков Ф. Ф., Григорьев Е. А. Тепломассообмен. М.: Изд-во МЭИ, 2011. 550 с.
3. Полянин А. Д., Зайцев В. Ф., Журов А. И. Методы решения нелинейных уравнений математической физики и механики. М.: Физматлит, 2011. 256 с.
4. Courant R., Hilbert D. Methods of mathematical physics. V. 2. Partial differential equations. Singapore: Wiley – VCH, 1989. 896 p.

5. Полянин А. Д., Зайцев В. Ф. Справочник по нелинейным уравнениям математической физики: Точные решения. М.: Физматлит, 2002. 432 с.

6. Duffy D. G. Transform methods for solving partial differential equations, second edition. Chapman and Hall/CRC, 2004

REFERENCES

- 1 Latif M. Heat convection. New York, Springer, 2009. 552p.
- 2 Tsvetkov F. F., Grigoriev E. A. Tepломассообмен [Heat and mass transfer] Moscow, MEI, 2011. 550 p. (in Russian).

3 Polyanin A. D., Zaitsev V. F., Zhurov A. I. *Metody resheniya nelineinykh uravnenii matematicheskoi fiziki i mekhaniki* [Methods of solving nonlinear equations of mathematical physics and mechanics]. Moscow, Fizmatlit, 2011. 256 p. (in Russian).

4 Courant R., Hilbert D. *Methods of mathematical physics. V. 2. Partial differential equations*. Singapore, Wiley – VCH, 1989. 896 p.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Виталий К. Битюков д.т.н., профессор, президент, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, Россия, president@vsuet.ru

Анатолий А. Хвостов д.т.н., профессор, кафедра математики, ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина» (г. Воронеж), ул. Старых Большевиков, 54 «А», г. Воронеж, Россия, khvtol1974@yandex.ru

Александра В. Сумина студент, факультет прикладной математики, информатики и механики, Воронеж. гос. ун-т, Университетская пл. 1, г. Воронеж, vsum@rambler.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Анатолий А. Хвостов обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провёл эксперимент, выполнил расчёты

Виталий К. Битюков консультация в ходе исследования
Александра В. Сумина написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 24.03.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 21.04.2016

5 Polyanin A. D., Zaitsev V. F. *Spravochnik po nelineinym uravneniyam matematicheskoi fiziki* [Handbook of nonlinear equations of mathematical physics: Exact solutions]. Moscow, Fizmatlit, 2002. 432 p. (in Russian).

6 Duffy D. G. *Transform methods for solving partial differential equations*, second edition. Chapman and Hall/CRC, 2004

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Vitaly K. Bityukov D. t. sc., professor, president, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, Russia, president@vsuet.ru

Anatoly A. Khvostov D. t. sc., professor, mathematic department, MESC AF «N. E. Zhukovsky and Y. A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh), Staryh Bolshevikov street, 54 «A», Voronezh, Russia, khvtol1974@yandex.ru

Alexandra V. Sumina student, Faculty of Applied Mathematics, Informatics and Mechanics, Voronezh State University, 1 Universitetskaya, Voronezh, Russia, vsum@rambler.ru

CONTRIBUTION

Anatoly A. Khvostov review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

Vitaly K. Bityukov consultation during the study
Alexandra V. Sumina 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 3.24.2016

ACCEPTED 4.21.2016

Оценка устойчивости многосвязной цифровой системы управления процессом экстрактивной ректификации

Владимир С. Кудряшов,	¹	kudryashovvs@mail.ru
Евгений Д. Чертов,	²	
Андрей В. Иванов,	¹	andrious@rambler.ru
Артур А. Гайдин,	¹	gaiart@mail.ru
Елена В. Глазкова	³	mihilenia@mail.ru

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

² управление анализа и стратегии развития университета, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

³ кафедра технической механики, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036

Реферат. Рассмотрен подход к анализу устойчивости цифровой системы управления связанным нестационарным объектом на примере процесса ректификации. Объект моделирования с перекрёстными связями и управляющая часть системы описаны дискретными передаточными функциями в операторах сдвига. Получены уравнения связи по каждому выходу замкнутой системы. Для решения поставленной задачи разработан алгоритм оценки запаса устойчивости многосвязных цифровых систем управления на основе дискретного корневого критерия, включающий следующие основные этапы: получение характеристического полинома замкнутой системы по каждому выходу; вычисление собственных значений матрицы системы в пространстве состояний с целью определения корней характеристического уравнения и устойчивости системы; определение устойчивости и запаса устойчивости по величине отклонения модуля максимального корня от границы устойчивости. Для получения характеристического полинома в качестве дискретных моделей регуляторов и каналов объекта используем передаточные функции первого порядка с транспортным запаздыванием. Моделирование проводилось при различных параметрах объекта управления, которые характеризовали устойчивое и неустойчивое состояние системы. Проведён анализ численных значений корней и характер их расположения на комплексной плоскости, позволивший сделать вывод о том, что система устойчива или неустойчива. Для подтверждения полученных результатов рассчитаны и приведены динамические характеристики замкнутой системы при различных состояниях объекта, которые подтверждают полученную оценку корневого критерия. Для определения запаса устойчивости цифровой многосвязной системы в работе предложено использовать отклонение максимального корня характеристического уравнения от границы устойчивости. Полученные результаты распространяются на класс многосвязных симметричных объектов управления. Рассмотренный подход к оценке устойчивости многосвязной системы регулирования может быть эффективно использован в автоматизированном режиме при синтезе робастных систем управления многомерными технологическими объектами.

Ключевые слова: многосвязная цифровая система управления, нестационарный технологический объект, устойчивость, характеристический полином

Estimation of multiply digital process control system extractive distillation stability

Vladimir S. Kudryashov,	¹	kudryashovvs@mail.ru
Evgenyy D. Chertov	²	
Andrey V. Ivanov,	¹	andrious@rambler.ru
Arthur A. Gaiden,	¹	gaiart@mail.ru
Elena V. Glazkova	³	mihilenia@mail.ru

¹ information and control systems department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036

² management analysis and development strategy of the University, Voronezh state un. of eng. Techn., Revolution Av., 19, Voronezh, 394036,

³ technical mechanics department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia

Summary. An approach to stability analysis of digital control systems associated non-stationary object on the example of the rectification process. Object modeling with cross-connections and the control scheme of the described system, discrete transfer functions in the shift operators. The equations of connection for each output of the closed-loop system. To solve this problem developed an algorithm for estimating the margin of stability of multivariable digital control systems based on the discrete root criterion, comprising the following main stages: obtaining of the characteristic polynomial of the closed-loop system for each output; computation of eigenvalues of the system matrix in the state space to determine roots of the characteristic equation and the stability of the system; determination of the stability and margin of stability by the deviation of maximum module of the root from the boundary of the high variability. To obtain the characteristic polynomial of a as discrete models of controllers and channels of IP object-use the transfer function of the first order with transport delay. The simulation was performed at different parameters of the control object, which is characterized by a stable and an unstable state of the system. VA-den analysis of the numerical values of the roots and character of their location on the complex plane, which to you-water that the system is stable or unstable. To confirm the obtained results were calculated and presented dynamic characteristics of the closed-loop system under different conditions, which confirm the initial assessment, the root criterion. To determine the factor stability of multivariable digital systems is proposed to use the deviation of the maximum root of the characteristic equation from the stability boundary. The obtained results apply to the class of symmetric multivariable control objects. The approach to assessing the sustainability of multivariable system regulation can be effectively used in automatic mode during the synthesis of robust control systems multidimensional technological objects.

Keywords: digital multivariable control system, non-stationary technological object, stability, characteristic polynomial

Для цитирования

Кудряшов В. С., Чертов Е. Д., Иванов А. В., Гайдин А. А., Глазкова Е. В. Оценка устойчивости многосвязной цифровой системы управления процессом экстрактивной ректификации // Вестник ВГУИТ. 2016. № 2. С. 69–77. doi:10.20914/2310-1202-2016-2-69-77

For citation

Kudryashov V. S., Chertov E. D., Ivanov A. V., Gaiden A. A., Glazkova E. V. Estimation of multiply digital process control system extractive distillation stability. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no 2 pp. 69–77. (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2016-2-69-77

Введение

Большинство технологических объектов характеризуется нестационарностью динамических характеристик, что с течением времени может привести к снижению качества работы системы управления и потере устойчивости. В настоящее время существует большое число подходов к синтезу систем управления такими объектами, среди которых можно выделить:

- теорию адаптивных систем;
- теорию систем с элементами нечёткой логики;
- теорию нейронных сетей;
- теорию робастного управления.

Несомненно, каждый из них имеет как достоинства, так и недостатки, однако в ряде случаев использование теории робастного управления позволяет упростить как синтез, так и реализацию системы с обеспечением требуемого качества управления на всём эксплуатационном периоде работы технологического объекта [1]. При этом одной из важнейших задач при аналитическом проектировании робастных систем автоматического управления является обеспечение устойчивого состояния и определение запаса устойчивости в рабочем диапазоне изменения технологических параметров объекта. Применение большинства существующих методов оценки устойчивости ориентировано на аналоговые системы, математическим аппаратом которых являются дифференциальные уравнения. Использование этих методов для анализа устойчивости цифровых систем управления затруднительно и не всегда корректно, а для многосвязных нестационарных объектов – практически нереализуемо. Отсюда возникает задача разработки алгоритма оценки устойчивости многосвязных цифровых систем управления.

Результаты и обсуждение

В качестве примера рассмотрим двумерный объект – технологический процесс экстрактивной ректификации (ЭР), предназначенный для выделения дивинила-сырца из бутилен-дивинильной фракции (БДФ) в присутствии диметилформамида, используемого как экстрагент. В процессе ЭР БДФ дивинил является целевым продуктом, качество которого определяется требованиями процесса полимеризации, поэтому основной задачей управления является стабилизация состава дивинила-сырца и уменьшение потерь дивинила с бутиленовой фракцией.

В результате анализа технологического процесса выявлены управляющие и управляемые параметры [2]:

- управляющие параметры – расход флегмы u^1 и расход теплоносителя в куб колонны u^2 ;
- управляемые параметры – концентрация бутиленов в дивиниле-сырце y^2 и потери дивинила с бутиленовой фракцией y^1 ;

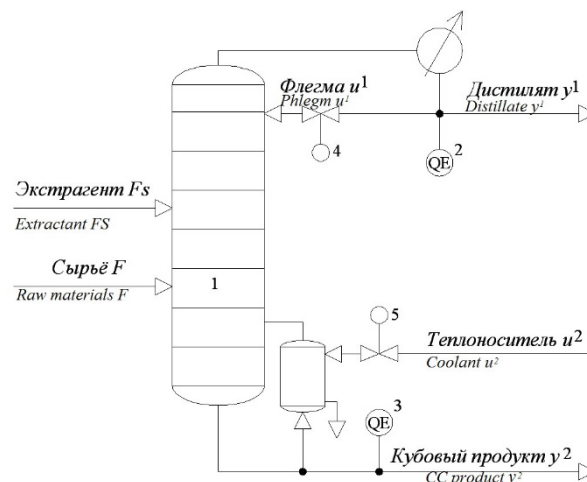


Рисунок 1. Схема процесса экстрактивной ректификации: 1 – колонна; 2, 3 – датчики концентраций дивинила в дистилляте и бутиленов в кубовом продукте; 4, 5 – регулирующие клапаны подачи флегмы на орошение и теплоносителя в куб колонны

Figure 1. Scheme of extractive distillation process : 1 – column; 2, 3 – butadiene concentration detectors in the distillate and butenes in a cube product; 4, 5 – regulating filling reflux valves for irrigation and coolant in the cube of the column

Анализ технологического процесса, проведённый на основе исследования статических и динамических режимов работы установки, позволяет сделать вывод, что на показатели качества – концентрацию дивинила в дистилляте y^1 и концентрацию бутиленов в кубовом продукте y^2 – наиболее существенное влияние оказывают расход флегмы u^1 расход теплоносителя в куб колонны u^2 соответственно. Кроме того, существуют внутренние перекрёстные связи между параметрами процесса [2, 3].

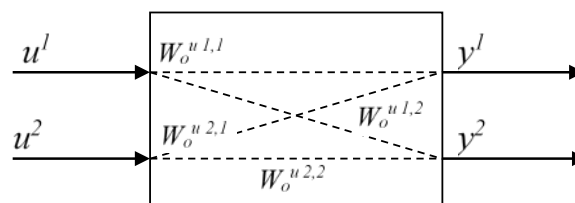


Рисунок 2. Структурная схема взаимосвязей параметров процесса

Figure 2. Interconnections block diagram of process parameters

Основные каналы: $W_o^{u1,1}$ – расход флегмы (u^1) – концентрация дивинила в дистилляте ($y^{u1,1}$); $W_o^{u2,2}$ – расход пара в куб колонны – концентрация бутиленов в кубовом продукте ($y^{u2,2}$). Перекрёстные каналы: $W_o^{u1,2}$ – расход флегмы (u^1) – концентрация бутиленов в кубовом продукте ($y^{u1,2}$); $W_o^{u2,1}$ – расход пара в куб колонны – концентрация дивинила в дистилляте ($y^{u2,1}$).

Рассмотрим простейший вариант системы – управления, включающий два регулятора обратной связи.

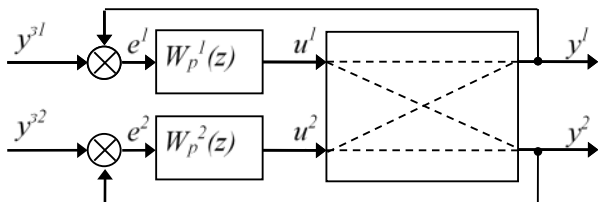


Рисунок 3. Структурная схема системы управления

Figure 3. Block diagram of the control system

Опишем замкнутую систему в матричной форме:

$$\begin{aligned} e &= y^3 - y, \\ u &= W_p^u \cdot e, \\ y &= W_o \cdot u, \end{aligned} \quad (1)$$

где e – вектор ошибок управления; y^3 – вектор задающих воздействий; y – вектор выходов ОУ; u – вектор управляющих воздействий; W_o , W_p – соответственно матрица дискретных передаточных функций объекта по основным и перекрёстным каналам, 2×2 и диагональная матрица цифровых регуляторов, 2×2 .

$$W_o^u = \begin{bmatrix} W_o^{u1,1}(z) & W_o^{u2,1}(z) \\ W_o^{u1,2}(z) & W_o^{u2,2}(z) \end{bmatrix}, W_p = \begin{bmatrix} W_p^1(z) & 0 \\ 0 & W_p^2(z) \end{bmatrix}$$

Дискретные передаточные функции по каналам объекта (W_o) и замкнутой системы по каждому выходу (W_c) имеют следующую структуру:

$$W_{o,c}^{ij}(z) = \frac{B_{o,c}^{ij}(z^{-1})}{A_{o,c}^{ij}(z^{-1})} \times z^{-d_{o,c}^{ij}} = \frac{\sum_{h=1}^{k_c^{ij}+1} b_{o,c,h}^{ij} \times z^{-h}}{1 - \sum_{h=1}^{n_c} a_{o,c,h}^{ij} \times z^{-h}} \times z^{-d_{o,c}^{ij}},$$

где $B_{o,c}^{ij}(z^{-1})$, $A_{o,c}^{ij}(z^{-1})$ – полиномы числителя и знаменателя передаточной функции канала объекта или замкнутой системы соответственно, $i, j = \overline{1,2}$; a_o^{ij} , b_o^{ij} , d_o^{ij} – параметры передаточных функций и число тактов запаздывания основных и перекрёстных каналов,

$i, j = \overline{1,2}$; a_c^{ij} , b_c^{ij} , d_c^{ij} – то же для передаточных функций системы, k^i , n^i – порядки числителя и знаменателя; z – оператор сдвига.

Дискретная передаточная функция цифрового регулятора:

$$W_p^i(z) = \frac{Q^i(z^{-1})}{P^i(z^{-1})} = \frac{u^i(z)}{e^i(z)} = \frac{\sum_{h=0}^{k_p^i} q_h^i \times z^{-h-d_p^i}}{1 - \sum_{h=1}^{n_p} p_h^i \times z^{-h}},$$

где $Q^i(z^{-1})$, $P^i(z^{-1})$ – полиномы числителя и знаменателя, $i = \overline{1,2}$; q^i , p^i , d_p^i – настроечные параметры дискретной передаточной функции цифрового регулятора; k_p^i , n_p^i – порядки числителя и знаменателя передаточной функции; $u^i(z)$ – выходы регуляторов.

Из системы (1), получим уравнения связи по каждому выходу:

$$y^1 = \frac{W_p^1(z)W_o^{1,1} + \sum_{i=1}^2 (W_p^i)(\prod_{i=1}^2 (W_o^{i,i}) - W_o^{1,2}W_o^{2,1})}{\prod_{i=1}^2 (1 + W_o^{i,i}W_p^i) - \prod_{i=1}^2 (W_p^i)(W_o^{1,2}W_o^{2,1})} y^{3,1} + \quad (2)$$

$$\begin{aligned} &+ \frac{W_o^{2,1}(z)W_p^1(z)}{\prod_{i=1}^2 (1 + W_o^{i,i}W_p^i) - \prod_{i=1}^2 (W_p^i)(W_o^{1,2}W_o^{2,1})} y^{3,2} = \\ &= W_c^{1,1}(z) y^{3,1} + W_c^{2,1}(z) y^{3,2} \\ y^2 &= \frac{W_o^{1,2}(z)W_p^2(z)}{\prod_{i=1}^2 (1 + W_o^{i,i}W_p^i) - \prod_{i=1}^2 (W_p^i)(W_o^{1,2}W_o^{2,1})} y^{3,1} + \quad (3) \\ &+ \frac{W_p^2(z)W_o^{2,2} + \sum_{i=1}^2 (W_p^i)(\prod_{i=1}^2 (W_o^{i,i}) - W_o^{1,2}W_o^{2,1})}{\prod_{i=1}^2 (1 + W_o^{i,i}W_p^i) - \prod_{i=1}^2 (W_p^i)(W_o^{1,2}W_o^{2,1})} y^{3,2} = \\ &= W_c^{1,2}(z) y^{3,1} + W_c^{2,2}(z) y^{3,2} \end{aligned}$$

Для решения поставленной задачи разработан алгоритм оценки запаса устойчивости многосвязных цифровых систем управления на основе дискретного корневого критерия, включающий следующие основные этапы:

1. Получение характеристического полинома замкнутой системы по каждому выходу.
2. Вычисление собственных значений матрицы системы в пространстве состояний с целью определения корней характеристического уравнения и устойчивости системы.
3. Определение устойчивости и её запаса по величине отклонения модуля максимального корня от границы устойчивости.

Анализ уравнений связи (2, 3) показывает, что знаменатели передаточных функций замкнутых систем по первому и второму выходам идентичны, следовательно, для получения характеристического полинома системы рассмотрим знаменатель передаточной функции по первому выходу $W_c^{1,1}(z)$:

$$W_c^{1,1}(z) = \frac{W_p^1(z)W_o^{1,1} + \prod_{i=1}^2 (W_p^i) \left(\prod_{i=1}^2 (W_o^{i,i}) - W_o^{1,2}W_o^{2,1} \right)}{\prod_{i=1}^2 (1 + W_o^{i,i} W_p^i) - \prod_{i=1}^2 (W_p^i) (W_o^{1,2}W_o^{2,1})}$$

$$W_c^{1,1}(z) = \frac{B_c^{1,1}(z)}{A_c^{1,1}(z)} = \left(\frac{\frac{q_0^1 + q_1^1 z^{-1}}{1-z^{-1}} \frac{b_1^{1,1} z^{-1-d^{1,1}}}{1+a_1^{1,1} z^{-1}}}{\left(\left(1 + \frac{b_1^{1,1} z^{-1-d^{1,1}}}{1+a_1^{1,1} z^{-1}} \frac{q_0^1 + q_1^1 z^{-1}}{1-z^{-1}} \right) \left(1 + \frac{b_1^{2,2} z^{-1-d^{2,2}}}{1+a_1^{2,2} z^{-1}} \frac{q_0^2 + q_1^2 z^{-1}}{1-z^{-1}} \right) - \frac{q_0^1 + q_1^1 z^{-1}}{1-z^{-1}} \frac{q_0^2 + q_1^2 z^{-1}}{1-z^{-1}} \frac{b_1^{1,2} z^{-1-d^{1,2}}}{1+a_1^{1,2} z^{-1}} \frac{b_1^{2,1} z^{-1-d^{2,1}}}{1+a_1^{2,1} z^{-1}} \right)} \right) +$$

$$+ \left(\frac{\frac{q_0^1 + q_1^1 z^{-1}}{1-z^{-1}} \frac{q_0^2 + q_1^2 z^{-1}}{1-z^{-1}} \left(\frac{b_1^{1,1} z^{-1-d^{1,1}}}{1+a_1^{1,1} z^{-1}} \frac{b_1^{2,2} z^{-1-d^{2,2}}}{1+a_1^{2,2} z^{-1}} - \frac{b_1^{1,2} z^{-1-d^{1,2}}}{1+a_1^{1,2} z^{-1}} \frac{b_1^{2,1} z^{-1-d^{2,1}}}{1+a_1^{2,1} z^{-1}} \right)}{\left(\left(1 + \frac{b_1^{1,1} z^{-1-d^{1,1}}}{1+a_1^{1,1} z^{-1}} \frac{q_0^1 + q_1^1 z^{-1}}{1-z^{-1}} \right) \left(1 + \frac{b_1^{2,2} z^{-1-d^{2,2}}}{1+a_1^{2,2} z^{-1}} \frac{q_0^2 + q_1^2 z^{-1}}{1-z^{-1}} \right) - \frac{q_0^1 + q_1^1 z^{-1}}{1-z^{-1}} \frac{q_0^2 + q_1^2 z^{-1}}{1-z^{-1}} \frac{b_1^{1,2} z^{-1-d^{1,2}}}{1+a_1^{1,2} z^{-1}} \frac{b_1^{2,1} z^{-1-d^{2,1}}}{1+a_1^{2,1} z^{-1}} \right)} \right)$$

Таблица 1

Параметры моделей системы управления

Table 1

Options of control system models

Канал объекта	Длительность такта квантования T_0 , мин	Параметры моделей ОУ			Регулятор	Параметры регуляторов	
		a_1	b_i , %°C	d , такт		q_0	q_1
$W_0^{1,1}$	1,2	0,958	-0,204	18	W_p^1	-0,0896	0,0831
$W_0^{2,2}$		0,974	-0,293	5	W_p^2	-0,289	0,273
$W_0^{1,2}$		0,983	0,016	11	—	—	—
$W_0^{2,1}$		0,982	0,094	40	—	—	—

Номинальное состояние объекта управления с рассчитанными при этом оптимальными настройками цифровых регуляторов характеризуется параметрами, представленными в таблице 1.

Полиномы числителя и знаменателя передаточной функции $W_c^{1,1}(z)$ будут иметь следующий вид:

Для получения характеристического полинома замкнутой системы в качестве дискретных моделей регуляторов и каналов объекта используем передаточные функции первого порядка:

$$W_p^i(z) = \frac{q_0^i + q_1^i z^{-1}}{1-z^{-1}}, \quad W_o^{ij}(z) = \frac{b_1^{ij} z^{-1-d^{ij}}}{1+a_1^{ij} z^{-1}},$$

Отсюда, передаточная функция замкнутой системы по первому выходу примет вид:

$$B_c^{1,1}(z) = b_{57} z^{-57} + b_{56} z^{-56} + b_{55} z^{-55} + b_{54} z^{-54} +$$

$$+ b_{53} z^{-53} + b_{29} z^{-29} + b_{28} z^{-28} + b_{27} z^{-27} + b_{26} z^{-26} +$$

$$+ b_{25} z^{-25} + b_{24} z^{-24} + b_{23} z^{-23} + b_{22} z^{-22} + b_{21} z^{-21} +$$

$$+ b_{20} z^{-20} + b_{19} z^{-19},$$

$$A_c^{1,1}(z) = a_{57}z^{-57} + a_{56}z^{-56} + a_{55}z^{-55} + a_{54}z^{-54} + a_{53}z^{-53} + \\ + a_{29}z^{-29} + a_{28}z^{-28} + a_{27}z^{-27} + a_{26}z^{-26} + a_{25}z^{-25} + a_{24}z^{-24} + \\ + a_{23}z^{-23} + a_{22}z^{-22} + a_{21}z^{-21} + a_{20}z^{-20} + a_{19}z^{-19} + a_{11}z^{-11} + \\ + a_{10}z^{-10} + a_9z^{-9} + a_8z^{-8} + a_7z^{-7} + a_6z^{-6} + a_5z^{-5} + a_4z^{-4} + \\ + a_3z^{-3} + a_2z^{-2} + a_1z^{-1} - 1.$$

Структура коэффициентов характеристического полинома $A_c^{1,1}(z)$, состоящих из параметров передаточных функций каналов объекта и регуляторов, приведена в таблице 2.

Таблица 2

Составляющие коэффициентов характеристического полинома

Table 2

The components of the characteristic polynomial coefficients

Коэффициент полинома	Многочлены слагаемых полинома
a_1	$-(-a_1^{11} a_1^{22} b^{12} b^{21} q_1^{11} q_1^{22})$
a_2	$-(a_1^{11} b^{12} b^{21} q_1^{11} q_1^{22} + a_1^{22} b^{12} b^{21} q_1^{11} q_1^{22} - a_1^{11} a_1^{22} b^{12} b^{21} q_0^{11} q_1^{22} - a_1^{11} a_1^{22} b^{12} b^{21} q_1^{11} q_0^{22})$
a_3	$-(a_1^{11} b^{12} b^{21} q_0^{11} q_1^{22} - b^{12} b^{21} q_1^{11} q_1^{22} - a_1^{11} b^{12} b^{21} q_1^{11} q_0^{22} + a_1^{22} b^{12} b^{21} q_0^{11} q_1^{22} + a_1^{22} b^{12} b^{21} q_1^{11} q_0^{22} - a_1^{11} a_1^{22} b^{12} b^{21} q_0^{11} q_0^{22})$
a_4	$-(a_1^{11} b^{12} b^{21} q_0^{11} q_0^{22} - b^{12} b^{21} q_1^{11} q_0^{22} - b^{12} b^{21} q_0^{11} q_1^{22} + a_1^{22} b^{12} b^{21} q_0^{11} q_0^{22})$
a_5	$-(-b^{12} b^{21} q_0^{11} q_0^{22})$
a_6	$-(a_1^{12} a_1^{21} b^{11} b^{22} q_1^{11} q_1^{22})$
a_7	$-(a_1^{12} a_1^{21} b^{11} b^{22} q_0^{11} q_1^{22} - a_1^{21} b^{11} b^{22} q_1^{11} q_1^{22} - a_1^{12} b^{11} b^{22} q_1^{11} q_1^{22} + a_1^{12} a_1^{21} b^{11} b^{22} q_1^{11} q_0^{22})$
a_8	$-(b^{11} b^{22} q_1^{11} q_1^{22} - a_1^{12} b^{11} b^{22} q_0^{11} q_1^{22} - a_1^{12} b^{11} b^{22} q_1^{11} q_0^{22} - a_1^{21} b^{11} b^{22} q_0^{11} q_1^{22} - a_1^{21} b^{11} b^{22} q_1^{11} q_0^{22} + a_1^{12} a_1^{21} b^{11} b^{22} q_0^{11} q_0^{22})$
a_9	$-(b^{11} b^{22} q_0^{11} q_1^{22} + b^{11} b^{22} q_1^{11} q_0^{22} - a_1^{12} b^{11} b^{22} q_0^{11} q_0^{22} - a_1^{21} b^{11} b^{22} q_0^{11} q_0^{22})$
a_{10}	$-(b^{11} b^{22} q_0^{11} q_0^{22})$
a_{11}	$-(a_1^{12} a_1^{21} a_1^{22} b^{11} q_1^{11})$
a_{19}	$-(a_1^{12} a_1^{21} a_1^{22} b^{11} q_0^{11} - a_1^{12} a_1^{22} b^{11} q_1^{11} - a_1^{21} a_1^{22} b^{11} q_1^{11} - a_1^{12} a_1^{21} b^{11} q_1^{11} - a_1^{12} a_1^{21} a_1^{22} b^{11} q_1^{11})$
a_{20}	$-(a_1^{12} b^{11} q_1^{11} + a_1^{21} b^{11} q_1^{11} + a_1^{22} b^{11} q_1^{11} - a_1^{12} a_1^{21} b^{11} q_0^{11} + a_1^{12} a_1^{21} b^{11} q_1^{11} - a_1^{12} a_1^{22} b^{11} q_0^{11} - a_1^{21} a_1^{22} b^{11} q_0^{11} + a_1^{12} a_1^{22} b^{11} q_1^{11} + a_1^{21} a_1^{22} b^{11} q_1^{11} - a_1^{12} a_1^{21} a_1^{22} b^{11} q_0^{11})$
a_{21}	$-(a_1^{12} b^{11} q_0^{11} - b^{11} q_1^{11} + a_1^{21} b^{11} q_0^{11} - a_1^{12} b^{11} q_1^{11} - a_1^{21} b^{11} q_1^{11} + a_1^{22} b^{11} q_0^{11} - a_1^{22} b^{11} q_1^{11} + a_1^{12} a_1^{21} b^{11} q_0^{11} + a_1^{12} a_1^{21} b^{11} q_1^{11} + a_1^{12} a_1^{22} b^{11} q_0^{11} + a_1^{21} a_1^{22} b^{11} q_0^{11} + a_1^{12} a_1^{22} b^{11} q_1^{11} + a_1^{21} a_1^{22} b^{11} q_1^{11})$
a_{22}	$-(b^{11} q_1^{11} - b^{11} q_0^{11} - a_1^{12} b^{11} q_0^{11} - a_1^{21} b^{11} q_0^{11} - a_1^{22} b^{11} q_0^{11})$
a_{23}	$-(b^{11} q_0^{11})$
a_{24}	$-(a_1^{11} a_1^{12} a_1^{21} b^{22} q_1^{22})$
a_{25}	$-(a_1^{11} a_1^{12} a_1^{21} b^{22} q_0^{22} - a_1^{11} a_1^{21} b^{22} q_1^{22} - a_1^{12} a_1^{21} b^{22} q_1^{22} - a_1^{11} a_1^{12} b^{22} q_1^{22} - a_1^{11} a_1^{12} a_1^{21} b^{22} q_1^{22})$
a_{26}	$-(a_1^{11} b^{22} q_1^{22} + a_1^{12} b^{22} q_1^{22} + a_1^{21} b^{22} q_1^{22} - a_1^{11} a_1^{12} b^{22} q_0^{22} - a_1^{11} a_1^{21} b^{22} q_0^{22} + a_1^{11} a_1^{12} b^{22} q_1^{22} + a_1^{11} a_1^{21} b^{22} q_1^{22} - a_1^{12} a_1^{21} b^{22} q_0^{22} + a_1^{12} a_1^{21} b^{22} q_1^{22} - a_1^{11} a_1^{12} a_1^{21} b^{22} q_0^{22})$
a_{27}	$-(a_1^{11} b^{22} q_0^{22} - b^{22} q_1^{22} - a_1^{11} b^{22} q_1^{22} + a_1^{12} b^{22} q_0^{22} + a_1^{21} b^{22} q_0^{22} - a_1^{12} b^{22} q_1^{22} - a_1^{21} b^{22} q_1^{22} + a_1^{11} a_1^{12} b^{22} q_0^{22} + a_1^{11} a_1^{21} b^{22} q_0^{22} + a_1^{12} a_1^{21} b^{22} q_0^{22} + a_1^{12} a_1^{21} b^{22} q_1^{22})$
a_{28}	$-(b^{22} q_1^{22} - b^{22} q_0^{22} - a_1^{11} b^{22} q_0^{22} - a_1^{12} b^{22} q_0^{22} - a_1^{21} b^{22} q_0^{22})$
a_{29}	$-(b^{22} q_0^{22} + a_1^{11} a_1^{12} a_1^{21} a_1^{22})$
a_{53}	$-(-a_1^{11} a_1^{12} a_1^{21} - a_1^{11} a_1^{12} a_1^{22} - a_1^{11} a_1^{21} a_1^{22} - a_1^{12} a_1^{21} a_1^{22} - 2a_1^{11} a_1^{12} a_1^{21} a_1^{22})$
a_{54}	$-(a_1^{11} a_1^{12} + a_1^{11} a_1^{21} + a_1^{11} a_1^{22} + a_1^{12} a_1^{21} + a_1^{12} a_1^{22} + a_1^{21} a_1^{22} + 2a_1^{11} a_1^{12} a_1^{21} + 2a_1^{11} a_1^{12} a_1^{22} + 2a_1^{11} a_1^{21} a_1^{22} + 2a_1^{12} a_1^{21} a_1^{22} + a_1^{11} a_1^{12} a_1^{21} a_1^{22})$
a_{55}	$-(a_1^{11} - a_1^{12} - a_1^{21} - a_1^{22} - 2a_1^{11} a_1^{12} - 2a_1^{11} a_1^{21} - 2a_1^{11} a_1^{22} - 2a_1^{12} a_1^{21} - 2a_1^{12} a_1^{22} - 2a_1^{21} a_1^{22} - a_1^{11} a_1^{12} a_1^{21} - a_1^{11} a_1^{12} a_1^{22} - a_1^{11} a_1^{21} a_1^{22} - a_1^{12} a_1^{21} a_1^{22})$
a_{56}	$-(2a_1^{11} + 2a_1^{12} + 2a_1^{21} + 2a_1^{22} + a_1^{11} a_1^{12} + a_1^{11} a_1^{21} + a_1^{11} a_1^{22} + a_1^{12} a_1^{21} + a_1^{12} a_1^{22} + a_1^{21} a_1^{22} + 1)$
a_{57}	$-(-a_1^{11} - a_1^{12} - a_1^{21} - a_1^{22} - 2)$

Представим знаменатель (4) в виде матрицы коэффициентов в переменных состояния:

$$A = \begin{bmatrix} 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & \dots & 1 & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & \dots & 0 & 1 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ \vdots & \dots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots & \vdots \\ 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 1 & 0 \\ 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & 1 \\ a_{57} & \dots & a_{53} & 0 & \dots & 0 & a_{11} & \dots & a_2 & a_1 \end{bmatrix}$$

Анализ структуры коэффициентов полинома знаменателя передаточной функции (таблица 2) и матрицы коэффициентов в переменных состояния позволяет сделать следующие выводы:

- численные значения коэффициентов характеристического полинома $A_c^{1,1}(z)$ определяются значениями параметров моделей всех каналов и регуляторов;

- при неизменных порядках моделей каналов, регуляторов и значениях транспортного запаздывания структура коэффициентов полинома и размерность матрицы в переменных состояния сохраняются, при этом собственные значения матрицы будут изменяться в условиях нестационарности;

- значительное влияние на структуру коэффициентов полинома оказывает изменение структуры моделей каналов и регуляторов, а также величины транспортного запаздывания по любому каналу объекта.

- Таким образом, в соответствии с предложенным алгоритмом для оценки устойчивости системы необходимо:

- вычислить коэффициенты характеристического полинома на основе численных значений параметров дискретных моделей каналов объекта и настроек цифровых регуляторов (таблица 1).

- определить собственные значения матрицы коэффициентов в пространстве состояния, которые являются корнями характеристического уравнения замкнутой системы.

Определив корни характеристического уравнения, покажем характер их расположения на комплексной плоскости:

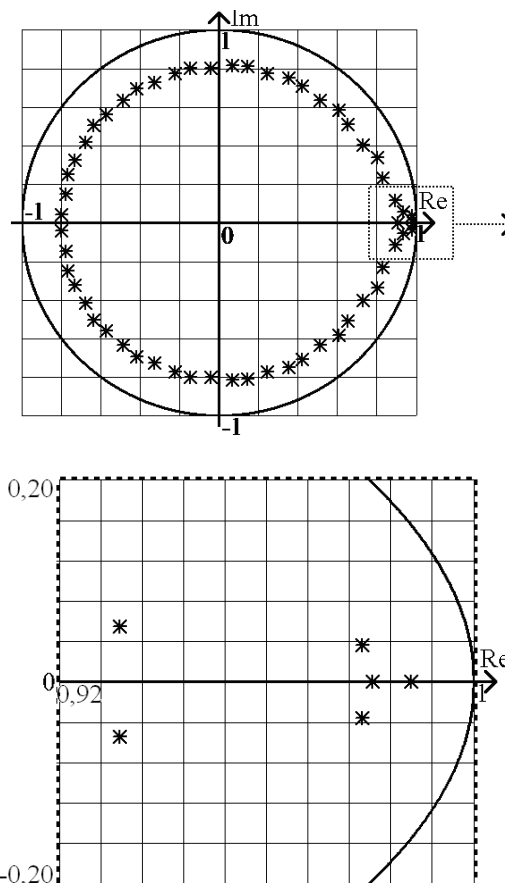


Рисунок 4. Расположение корней характеристического уравнения

Figure 4. Characteristic equation roots location

Анализ численных значений корней и характер их расположения на комплексной плоскости, позволяют сделать вывод, о том, что система устойчива. Для подтверждения полученных результатов проведено моделирование работы замкнутой системы. Динамические характеристики подтверждают полученную оценку корневого критерия.

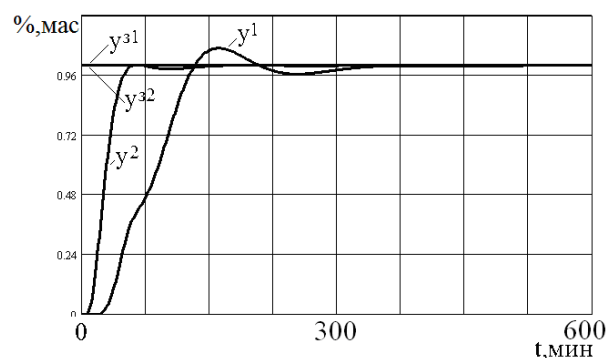


Рисунок 5. Динамические характеристики системы в приращениях при номинальном состоянии объекта

Figure 5. The dynamic characteristics of the system in increments at the object nominal state

Как указывалось выше с течением времени, возможно, изменение как параметров моделей каналов, так и транспортного запаздывания. Однако изменение транспортного запаздывания по любому из четырёх каналов объекта приводит к изменению структуры коэффициентов характеристического полинома и к изменению размерности матрицы в пространстве состояния.

Для доказательства работоспособности алгоритма рассмотрим случай увеличения транспортного запаздывания по всем каналам объекта одновременно. Такая ситуация может быть обусловлена образованием полимера и ухудшением теплообмена в кипятильниках, конденсаторах, забивкой микропримесями и полимером клапанов тарелок колонны и другими причинами [2, 3], что неизбежно приводит к увеличению транспортных запаздываний (таблица 1) по каналам объекта ($d^{1,1} = 56$, $d^{1,2} = 12$, $d^{2,1} = 41$, $d^{2,2} = 6$). В этом случае полиномы примут вид:

$$B_c^{1,1}(z) = b_{66}z^{-66} + b_{65}z^{-65} + b_{64}z^{-64} + b_{63}z^{-63} + b_{62}z^{-62} + b_{61}z^{-61} + b_{60}z^{-60} + b_{59}z^{-59} + b_{58}z^{-58} + b_{57}z^{-57} + b_{56}z^{-56} + b_{55}z^{-55} + b_{54}z^{-54} + b_{53}z^{-53},$$

$$A_c^{1,1}(z) = a_{66}z^{-66} + a_{65}z^{-65} + a_{64}z^{-64} + a_{63}z^{-63} + a_{62}z^{-62} + a_{61}z^{-61} + a_{60}z^{-60} + a_{59}z^{-59} + a_{58}z^{-58} + a_{57}z^{-57} + a_{56}z^{-56} + a_{55}z^{-55} + a_{54}z^{-54} + a_{53}z^{-53} + a_{11}z^{-11} + a_{10}z^{-10} + a_9z^{-9} + a_8z^{-8} + a_7z^{-7} + a_6z^{-6} + a_5z^{-5} + a_4z^{-4} + a_3z^{-3} + a_2z^{-2} + a_1z^{-1} - 1.$$

Изменение числа коэффициентов, повлечёт изменение как их структуры, так и размерности матрицы A . Вычисляя собственные значения, покажем корни на комплексной плоскости:

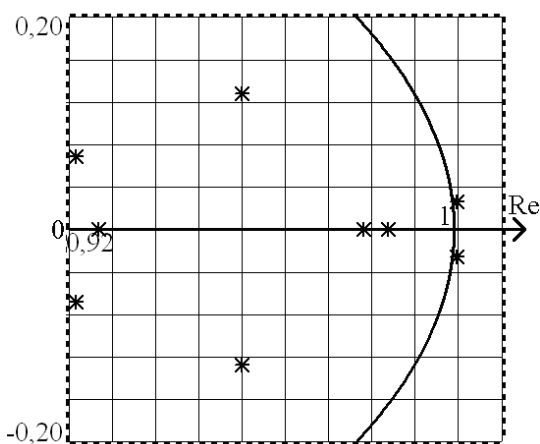
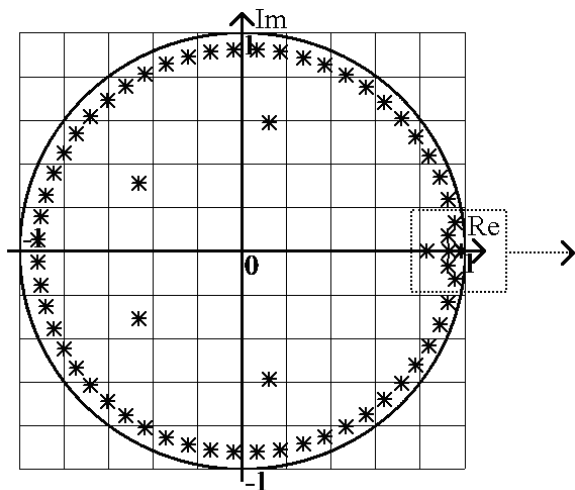


Рисунок 6. Расположение корней характеристического уравнения

Figure 6. Characteristic equation roots location

Увеличение инерционности по каналам объекта приводит к увеличению числа корней характеристического многочлена системы, росту их величин $|\lambda_{max}| = 1,00093 > 1$ и, как следствие, к неустойчивой работе системы, это подтверждается динамическими характеристиками, полученными при моделировании.

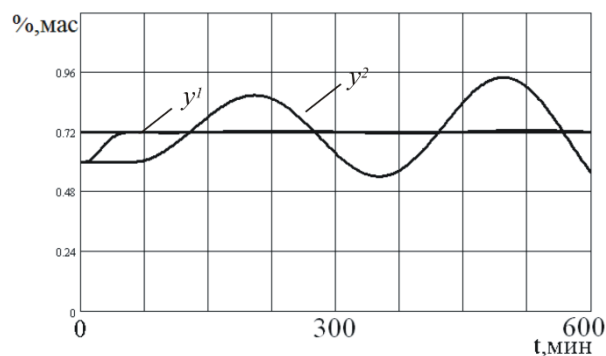


Рисунок 7. Динамические характеристики системы при увеличении транспортного запаздывания

Figure 7. The dynamic characteristics of the system in increments within increasing transport lag

Для оценки запаса устойчивости цифровой многосвязной системы в работе предложено использовать минимальное отклонение от границы устойчивости:

$$\eta = 1 - |\lambda_{max}|,$$

где η – запас устойчивости.

Заключение

Рассмотренный подход к оценке устойчивости многосвязной системы регулирования может быть эффективно использован в автоматизированном режиме при синтезе робастных систем управления многомерными технологическими объектами.

ЛИТЕРАТУРА

1 Улянов С. В. и др. Интеллектуальное робастное управление: технологии мягких вычислений. М.: ВНИИГеосистем, 2011. 406 с.

2 Цыкунов А. М. Робастное управление с компенсацией возмущений. М.: Физматлит, 2012. 304 с.

3 Цыкунов А. М. Робастное управление объектами с последствием. М.: Физматлит, 2014. 254 с.

4 Бобцов А. А., Пыркин А. А. Адаптивное и робастное управление с компенсацией неопределенностей: учеб. пособие. СПб.: НИУ ИТМО, 2013. 135 с.

5 Бобцов А. А. и др. Методы адаптивного и робастного управления нелинейными объектами в приборостроении: учеб. пособие для высших учебных заведений. СПб.: НИУ ИТМО, 2013. 277 с.

6 Лежнина Ю. А. Робастное управление многосвязными объектами с запаздывающим аргументом // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2011. №5. С. 12–16.

7 Кудряшов В. С., Иванов А. В., Гайдин А. А. Расчет и моделирование цифровой робастной системы регулирования связанного объекта // Математические методы в технике и технологиях: XXVI Международная науч. конф. ММТТ-26, Нижний Новгород: гос. техн. ун-т. 2013. Т. 1. С. 48–49.

8 Гайдин А. А. Синтез цифровой робастной системы управления многосвязным нестационарным объектом (на примере процессов химической технологии): дис. ... канд. техн. наук: 05.13.01, 05.13.06. Воронеж: ВГУИТ, 2013. 150 с.

REFERENCES

1 Ulyanov S. V. et al. *Intellectual'noe robastnoe upravlenie: tekhnologiya myagkikh vychislenii* [Intelligent robust control: based on soft computing technology]. Moscow, Vniigeosistem, 2011. 406 p. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Владимир С. Кудряшов д.т.н., профессор, кафедра информационных и управляющих систем, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, kudryashovvs@mail.ru

Евгений Д. Чертов д.т.н., профессор, кафедра технической механики, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Андрей В. Иванов к.т.н., доцент, кафедра информационных и управляющих систем, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, andrious@rambler.ru

Артур А. Гайдин к.т.н., Инженер I кат., кафедра информационных и управляющих систем, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, gaiart@mail.ru

2 Tsykunov A. M. *Robastnoe upravlenie ob"ekta-mi s poslrdstviem* [Robust control with disturbance compensation]. Moscow, Fizmatlit, 2012. 304 p. (in Russian).

3 Tsykunov A. M. *Robastnoe upravlenie ob"ektami s posledeistviem* [Robust control of objects with delay]. Moscow, Fizmatlit, 2014. 254 p. (in Russian).

4 Bobtsov A. A., Pyrkin A. A. *Adaptivnoe i robastnoe upravlenie s kompensatsiei* [Adaptive and robust control with compensation for uncertainty] Saint-Petersburg, ITMO, 2013. 135 p. (in Russian).

5 Bobtsov A. A. et al. *Metody adaptivnogo i robastnogo upravleniya nelineinymi ob"ektami* [Methods of adaptive and robust control of nonlinear objects in the instrumentation: proc. textbook for higher educational institutions] Saint-Petersburg, ITMO, 2013. 277 p. (in Russian).

6 Lezhnina Yu. A. *Robust control of multivariable objects with retarded argument. Pribory i sistemy. Upravlenie, kontrol', diagnostika* [Devices and systems. Management, control, diagnostics]. 2011, no. 5, pp. 12–16. (in Russian).

7 Kudryashov V. S., Ivanov A. V., Gaidin A. A. *Calculation and modeling of digital robust system of regulation related object. Matematicheskie metody v tekhnike i tekhnologiyakh: XXVI Mezhdunarodnaya nauchnaya konferentsiya* [Mathematical methods in technics and technologies: XXVI international scientific. conf. MMTT-26] Nizhni Novgorod, NNSTU, 2013, vol. 1, pp. 48 – 49. (in Russian).

8 Gaidin A. A. *Sintez tsifrovoy robastnoi sistemy upravleniya mnogovsyznym statsionarnym ob"ektom*. Diss. kand. tekhn. nauk [Synthesis of digital robust control system of multivariable non-stationary object (for example, chemical processes). Dis. cand. tech. sci.]. Voronezh, VGUIT, 2013, 150 p. (in Russian).

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Vladimir S. Kudryashov D. Sc., professor, information and control systems department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia, kudryashovvs@mail.ru

Evgeny D. Chertov D. Sc., professor, technical mechanics department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia

Andrey V. Ivanov Ph. D., Associate Professor, information and control systems department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia, andrious@rambler.ru

Arthur A. Gaidin Ph. D., Engineer I cat., information and control systems department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia, gaiart@mail.ru

Елена В. Глазкова менеджер по стратегическому планированию, управление анализа и стратегии развития университета, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, mihilenia@mail.ru

Elena V. Glazkova strategic planning manager, management analysis and development strategy of the University, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia, mihilenia@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Все авторы в равной степени принимали участие в подготовке материала для рукописи

Елена В. Глазкова несёт ответственность за плагиат

CONTRIBUTION

All authors equally participated in the preparation of the material for the manuscript

Elena V. Glazkova is responsible for plagiarism

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

ПОСТУПИЛА 14.03.2016

RECEIVED 3.14.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 12.04.2016

ACCEPTED 4.12.2016

Математическое моделирование электронных процессов и кинетика ионизации глубоких уровней

Александр В. Буданов, ¹	budanova9@gmail.com
Евгений А. Татохин, ¹	tea.vsueta@mail.ru
Геннадий И. Котов, ¹	giktv@mail.ru
Дмитрий С. Сайко ²	dmsajko@mail.ru

¹ кафедра физики, теплотехники и теплоэнергетики, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия

² кафедра высшей математики, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия

Реферат. Предложена математическая модель кинетики перезарядки глубоких уровней в запрещенной зоне полупроводника, учитывающая процессы обмена носителями заряда между глубокими уровнями и обеими разрешенными зонами, которая адекватно описывает неэкспоненциальный характер релаксации ёмкости. Разработан метод определения спектра глубоких электронных состояний, обладающий большей точностью и разрешающей способностью по сравнению с традиционными методами, использующими приближение времени релаксации. Представлены результаты численного эксперимента с использованием предлагаемой в работе модели кинетики перезарядки глубоких уровней в рамках предложенных приближений. Учёт генерационных и рекомбинационных составляющих процесса перезарядки всей совокупности глубоких уровней в запрещенной зоне полупроводника приводит к выводу о том, что кинетика ионизации этих центров, в общем случае, не подчиняется бальцовской статистике. Учёт процессов обмена зарядами между различными глубокими уровнями оказывает существенное влияние на кинетику их перезарядки. Результаты численного анализа показывают, что процесс ионизации глубоких уровней имеет более сложный характер, чем подразумевают стадийные кинетики. Сделан вывод о том, что в большинстве случаев все стадийные кинетики при релаксационной спектроскопии глубоководных центров будут приводить к значительной методологической погрешности в определении параметров. Из результатов численного анализа следует, что плотность поверхностных электронных состояний оказывает существенное влияние в целом на кинетику перезарядки всех глубоких уровней. Проведенный с использованием данной математической модели анализ перезарядки донорных глубоких уровней выявил не только особенности ионизации глубоких уровней в полупроводнике, но и позволил дать ответ на некоторые вопросы, характерные для всей релаксационной спектроскопии глубоких уровней в целом.

Ключевые слова: глубокие уровни, нестационарная спектроскопия глубоких уровней, кинетика ионизации глубоких уровней

Math modeling of electronic processes and deep level ionization kinetic

Aleksandr V. Budanov, ¹	budanova9@gmail.com
Evgenii A. Tatokchin, ¹	tea.vsueta@mail.ru
Gennadii I. Kotov, ¹	giktv@mail.ru
Dmitrii S. Sayko ²	dmsajko@mail.ru

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

² higher mathematics department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia

Summary. Mathematical model of kinetics of charge deep levels in the forbidden band of the semiconductor, which takes into account the processes of carriers charge exchange between deep levels and both allowed bands, which adequately describes the nature of the non-exponential relaxation capacity, is proposed. A method for determining the spectrum of deep level transient spectroscopy having greater accuracy and resolution in comparison with traditional methods using a relaxation time approximation. The results of numerical experiments using the kinetics charge deep levels model in the frameworks of proposed approximations are presented. Account of generational and recombination components of charge exchange processes of all deep levels in the forbidden band of the semiconductor leads to the conclusion that the kinetics of ionization of these centers, in general, does not obey the Boltzmann statistics. Account of charge exchange processes between the deep levels a significantly effects on their recharge kinetics. Numerical analysis results show that the processes of deep levels ionization are more complicated than the staged-type kinetics. It is shown that in most cases staged-type kinetics at deep level transient spectroscopy leads to significant methodological error in the parameters determination. From the results of numerical analysis follows, that the density of surface electronic states has a significant impact on the overall recharged kinetics of deep levels. Donor deep levels recharge analysis revealed not only the features of the deep levels ionization in semiconductors, but also allowed to answer some questions that are typical to all deep-level transient spectroscopy in general.

Keywords: deep level, deep level transient spectroscopy, kinetics for ionizing the deep levels

Для цитирования

Буданов А. В., Татохин Е. А., Котов Г. И., Сайко Д. С. Математическое моделирование электронных процессов и кинетика ионизации глубоких уровней // Вестник ВГУИТ. 2016. № 2. С 78–1. doi:10.20914/2310-1202-2016-2-78-86

For citation

Budanov A. V., Tatokchin E. A., Kotov G. I., Sayko D. S. Math modeling of electronic processes and deep level ionization kinetic. Vestnik VSUET [Proceedings of VSUET]. 2016. no 2 pp. 78–1 (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2016-2-78-86

Введение

Интерес к изучению спектра глубоких энергетических состояний в запрещённой зоне полупроводниковых материалов обусловлен тем, что они влияют на их параметры гораздо сильнее, чем мелкие центры локализации заряда [1]. Современная спектроскопия глубоких уровней (ГУ), в основном, сосредотачивает своё внимание только на определении параметров глубокоуровневых центров, таких как энергия ионизации, сечение захвата и концентрация. При этом вопрос об их состоянии в данный момент времени при конкретной температуре и напряжении остаётся не до конца изученным. Необходимость формирования таких представлений о кинетике перезарядки ГУ обусловлена двумя причинами. Во-первых, все методики спектроскопии ГУ являются релаксационными, то есть поведение каждого глубокоуровневого центра подчиняется закономерностям неравновесной статистики. Ввиду сложности этих закономерностей для анализа спектральных зависимостей используются упрощённые модели кинетики перезарядки ГУ [1–3].

Это влечёт за собой значительное увеличение методологической погрешности определения параметров этих центров [4]. Для снижения величины данной погрешности необходимо определить допустимые границы упрощения соответствующих математических моделей. Во-вторых, все полупроводниковые приборы, использующие принцип переключения, работают при неравновесных условиях, то есть поведение как свободных, так и связанных зарядов в них подчиняются тем же закономерностям неравновесной статистики.

Поскольку ГУ играют значительную роль в процессах термической генерации и рекомбинации неравновесных носителей заряда, то формирование чётких представлений о кинетике их ионизации позволит определить пути оптимизации функционирования таких приборов.

В настоящее время для анализа кинетики перезарядки дискретных ГУ используются стадийные модели [1–5]. Они предполагают, что каждый глубокоуровневый центр ионизируется в определённом узком интервале температур. Дальнейшее увеличение температуры не приводит к значительному изменению его состояния. Границы этого интервала определяются в первую очередь глубиной дискретного уровня. Величина же сечения захвата ГУ и его концентрация влияют, в большей степени, на скорость увеличения заряда на нём. Ионизированный ГУ при более высоких температурах уже не вносит

существенного вклада в изменение, например, ёмкости диода Шоттки или p - n -перехода.

Такими свойствами обладает в первую очередь «одноуровневые» модели, в которых учитывается либо только термическая генерация носителей заряда с уровня в одну из разрешённых зон [1–2], либо как в работе [3] для ГУ, находящихся в середине запрещённой зоны, термоэмиссия электронов в зону проводимости и перезхват электронов из валентной зоны на ионизированный донор. Достоинством «одноуровневых» моделей является относительная простота их использования при анализе спектров ГУ. К числу недостатков следует отнести тот факт, что в них не учитываются процессы обмена носителями заряда между уровнями, а также процессы рекомбинации заряда на ГУ.

Частично устранить эти недостатки позволили «двухуровневые» модели [4, 5]. В работе [4] предложена кинетика перезарядки двух ГУ с учётом процессов термоэмиссии электронов с ГУ в зону проводимости, а также процессов обмена носителями заряда между уровнями и обеими разрешёнными зонами. В свою очередь в работе [5], была рассмотрена «двухуровневая» модель на базе кинетики Шокли–Рида, учитывающая помимо вышеназванных ещё и процессы рекомбинации свободных носителей заряда через эти ГУ. Рассматриваемые модели являются более точными, чем «одноуровневые». Тем не менее они также не лишены стадийного характера.

Деление процесса перезарядки ГУ в запрещённой зоне полупроводника на стадии является искусственным приёмом с одной стороны, облегчающим определение параметров центров локализации заряда, с другой – искажающим реальную картину этого явления. Перезарядка ГУ представляет собой непрерывный динамический процесс, характер которого определяется не только временем, температурой и величиной напряжения, подаваемого на структуру, но и совокупностью параметров всех уровней в запрещённой зоне полупроводника.

В связи со сказанным, целью работы является: во-первых, создание адекватной модели кинетики перезарядки дискретных глубокоуровневых центров в запрещённой зоне полупроводника, учитывающей влияние каждого из них на процессы генерации и рекомбинации свободных носителей заряда, во-вторых, применение данной модели для анализа характера ионизации донорных уровней в запрещённой зоне арсенида галлия (GaAs) – полупроводника, широко используемого в современной электронике.

1.1 Кинетика перезарядки глубоких уровней

Кинетика перезарядки ГУ в работе рассматривается без учёта влияния на процесс внешнего электрического поля. Для полупроводника, у которого в запрещённой зоне имеется m дискретных глубоких донорных уровней, будем считать, что при каждом значении температуры T на гетероструктуру подаётся импульс прямого напряжения смещения, и переводит систему из состояния термодинамического равновесия в отсутствие внешнего кулоновского поля в состояние термодинамического равновесия при наличии такового. После снятия со структуры внешнего напряжения система зарядов самопроизвольно возвращается в исходное состояние.

Все процессы, приводящие к перезарядке каждого конкретного ГУ, сопровождаются либо поглощением, либо выделением энергии в той или иной форме в единице объёма полупроводника. Для любого i -го энергетического состояния можно определить мгновенное значение объёмной плотности тепловой мощности процесса перезарядки, которая равна

$$\omega(i, t, T) = A(i, t, T) [N_i - n(i, t, T)] - B(i, t, T) n(i, t, T), \quad (1)$$

где i -ое энергетическое состояние характеризуется четырьмя параметрами ($\sigma_p(i)$ – сечение захвата для дырок, $\sigma_n(i)$ – сечение захвата для электронов, N_i – концентрация и E_i – энергия), t – время, $A(i, t, T)$ – мгновенная мощность, поглощаемая при данной температуре T в процессе перезарядки i -го энергетического состояния, $n(i, t, T)$ – концентрация дырок на i -ом энергетическом состоянии, $B(i, t, T)$ – мгновенная мощность, выделяемая при данной температуре в процессе перезарядки i -го энергетического состояния. Следует отметить, что величины $\omega(i, t, T)$, $A(i, t, T)$ и $B(i, t, T)$ с одной стороны являются функциями непрерывных переменных t и T , с другой – функциями дискретной переменной i .

Очевидно, что для каждого значения T перераспределение энергии, путём перехода носителей заряда из одного энергетического состояния на другое, будет осуществляться в направлении $\omega(i, t, T) = \min_i$. Кроме того, для данной температуры при выполнении условия $\forall i \omega(i, t, T) = \text{const}$ в полупроводнике

достигается термодинамическое равновесное распределение зарядов. Исходя из этого, кинетику перезарядки ГУ, можно описать в виде следующего дифференциально-разностного уравнения

$$\frac{\partial n(i, t, T)}{\partial t} = \begin{cases} -\frac{\omega(i, t, T) - \omega(i+1, t, T)}{E_i - E_{i+1}} & \forall i \in [0, m] \\ \frac{\omega(i, t, T) - \omega(i-1, t, T)}{E_i - E_{i-1}} & i = m+1 \end{cases} \quad (2)$$

Граничные условия для системы уравнений (1–2) имеют вид:

$$\begin{cases} i=0, E_i = E_c, n(i, t, T) = [N_c(T) - n_e(t, T)], N_i = n_e(t, T) \\ i=m+1, E_i = E_v, n(i, t, T) = p(t, T), N_i = N_v(T) \end{cases}, \quad (3)$$

где E_c – нижний край зоны проводимости (ЗП), E_v – верхний край валентной зоны (ВЗ), $N_c(T)$ – эффективная плотность состояний в ЗП, $N_v(T)$ – эффективная плотность состояний в ВЗ, $n_e(t, T)$ – концентрация свободных электронов в ЗП, $p(t, T)$ – концентрация свободных дырок в ВЗ. Поскольку в зоне проводимости нет дырок, то величина $n(0, t, T)$ интерпретируется как концентрация свободных мест для электронов.

Помимо граничных условий, на систему уравнений (1–2) налагаются начальные условия

$$\begin{cases} n_e(0, T) = n_{e0}(T) \\ p(0, T) = p_0(T) \\ n(i, 0, T) = n_0(i, T), \forall i \in [0, m+1] \end{cases}, \quad (4)$$

где $n_{e0}(T)$ и $p_0(T)$ – соответственно концентрации свободных электронов и дырок в начальный момент времени, $n_0(i, T)$ – концентрация дырок на энергетических состояниях.

В уравнении (1) величина коэффициентов $A(i, t, T)$ и $B(i, t, T)$ определяется совокупностью процессов генерации и рекомбинации зарядов как в разрешённых зонах, так и на ГУ. Поэтому их можно представить в следующем виде

$$\begin{cases} A(i, t, T) = \alpha_n(i, t, T) + \alpha_p(i, t, T) \\ B(i, t, T) = \beta_p(i, t, T) + \beta_n(i, t, T) \end{cases}, \quad (5)$$

$$\alpha_n(i, t, T) = \sum_{j=0}^{i-1} [\sigma_n(i) V_n(T) n(j, t, T) \exp\left(\frac{E_i - E_j}{kT}\right) (E_j - E_i)] \quad (6)$$

поглощаемая мощность, обусловленная термоэмиссией электронов с i -го ГУ на дырки,

находящиеся на более высоких энергетических состояниях, k – постоянная Больцмана.

Для $i = m + 1$ выполняются условия:

$$\sigma_n(i) = \sigma_p(j), V_n(T) = V_p(T).$$

Здесь $V_p(T)$ и $V_n(T)$ – тепловые скорости дырок и электронов соответственно. Последнее условие соответствует рекомбинации дырок на j -ых уровнях, за счёт перехода на них электронов из валентной зоны.

$$\alpha_p(i, t, T) = \sum_{j=i+1}^{m+1} \left[\sigma_p(j) V_p(T) n(j, t, T) \exp\left(\frac{E_j - E_i}{kT}\right) (E_i - E_j) \right]. \quad (7)$$

Это соотношение описывает прирост энергии в единицу времени на i -ом энергетическом состоянии, обусловленный переходом с него электронов на дырки, расположенные на более низких уровнях, с последующей рекомбинацией этих зарядов. На это уравнение налагается граничное условие $\sigma_p(m+1) = \sigma_n(i)$, которое характеризует процесс рекомбинации электрона с ГУ и свободной дырки из валентной зоны.

Коэффициент

$$\beta_p(i, t, T) = \sum_{j=i+1}^{m+1} \left[\sigma_n(j) V_n(T) [N_j - n(j, t, T)] \exp\left(\frac{E_j - E_i}{kT}\right) (E_i - E_j) \right]. \quad (8)$$

есть мощность, выделяемая при переходе на дырки, находящиеся на i -ом ГУ, электронов с более низких энергетических состояний. Как и в предыдущем случае, для этого соотношения имеется граничное условие $\sigma_n(m+1) = \sigma_p(i)$, которое характеризует процесс перехода электронов из валентной зоны на ионизированный ГУ.

Аналогично

$$\beta_n(i, t, T) = \sum_{j=0}^{i-1} \left[\sigma_p(j) V_p(T) [N_j - n(j, t, T)] \exp\left(\frac{E_i - E_j}{kT}\right) (E_j - E_i) \right]. \quad (9)$$

есть энергия, выделяемая в единицу времени при переходе на дырки, находящиеся на i -ом энергетическом состоянии, электронов с более высоких уровней.

На это уравнение налагаются условия: при $i = m + 1$ $\sigma_p(i) = \sigma_n(j)$, $V_p(T) = V_n(T)$, которые соответствуют рекомбинации дырок в валентной зоне за счёт падения на них электронов с более высоких уровней.

1.2 Анализ характера ионизации дискретных глубоких донорных уровней в арсениде галлия.

С целью выявления особенностей ионизации ГУ в GaAs при различных температурах, было проведено численное моделирование этого процесса для совокупности шести центров локализации заряда. Для определённости рассмотрим диод Шоттки $Me - GaAs$. Параметры этих уровней (таблица 1) были взяты из работы [6]. В работе предполагалось, что $\forall i \in [1, m] \sigma_n(i) \approx \sigma_p(i)$. Значение $\sigma_p(0)$ и $\sigma_n(0)$, используемые при вычислении коэффициентов (6, 9), характеризующие прямые переходы зона-зона, оценивались из соотношения

$$\sigma = \left[\tau_{\text{экс}} V_p(T_0) [N_v(T_0) - p(T_0)] \times \right. \\ \left. \times [N_c(T_0) - n_e(T_0)] \exp\left(-\frac{E_g}{kT_0}\right) \right]^{-1}, \quad (10)$$

где $\tau_{\text{экс}} = 3,7 \cdot 10^{-7}$ с – экспериментальное значение времени жизни неравновесных носителей заряда при температуре $T_0 = 300$ К [7], $p(T_0)$ и $n_e(T_0)$ – равновесные концентрации свободных носителей в зонах при данной температуре, определяемые из решения уравнения электронейтральности для GaAs с уровнем легирования $\sim 10^{16}$ см⁻³, E_g – ширина запрещённой зоны арсенида галлия. При этом предполагалось, что $\sigma_n(0) = \sigma_p(0) = \sigma$.

Таблица 1

Параметры глубоких уровней

Table 1

Deep levels parameters

i	$E_c - E_i$, эВ	$\sigma_n(i)$, см ²
1	0,13	$3 \cdot 10^{-16}$
2	0,2	$9 \cdot 10^{-16}$
3	0,35	$1,6 \cdot 10^{-14}$
4	0,41	$1,5 \cdot 10^{-14}$
5	0,6	$1,4 \cdot 10^{-13}$
6	0,84	$6 \cdot 10^{-14}$

Будем считать, что импульс напряжения прямого смещения, подаваемого на диод Шоттки и, выводящий систему из термодинамического равновесия, имеет амплитуду и длительность, обеспечивающие для каждой температуры на момент времени $t = 0$ выполнение условий:

$$n_{e0}(T) = 0; p_0(T) = 0; n_0(i, T) = 0, \forall i \in [0, m + 1].$$

Результаты численного эксперимента с использованием предлагаемой в работе модели кинетики перезарядки ГУ в рамках описанных выше приближений представлены на рисунках 1–3. Из анализа этих зависимостей можно сделать следующие выводы.

Во-первых, рекомбинация заряда на энергетических состояниях оказывает существенное влияние на кинетику перезарядки ГУ. В частности, при релаксации системы в отсутствии внешнего электрического поля интенсивность процесса рекомбинации оказывается выше, чем если существует обратное смещение на диоде. Это приводит к смещению максимумов степеней ионизации ГУ в сторону более высоких температур (рисунки 1–2).

В частности, глубокие уровни $i=1$ и $i=2$ (рисунки 1–2, зависимости 1, 2) обычно не наблюдаются на реальных DLTS-спектрах при температурах выше 100 К. В этом случае эти центры локализации заряда регистрируются в температурном интервале от 100 до 200 К (рисунки 1а, 2а, зависимость D). Кроме того, ГУ $i=5$ и $i=6$ на реальных спектрах, измеренных при величине обратного смещения, наблюдаются в диапазоне температур (240–280) К и (320–380) К, соответственно. В этом случае ионизация ГУ начинается при температуре (рисунки 1–2, зависимости 5 и D). При этом существенной ионизации ГУ в диапазоне температур не происходит.

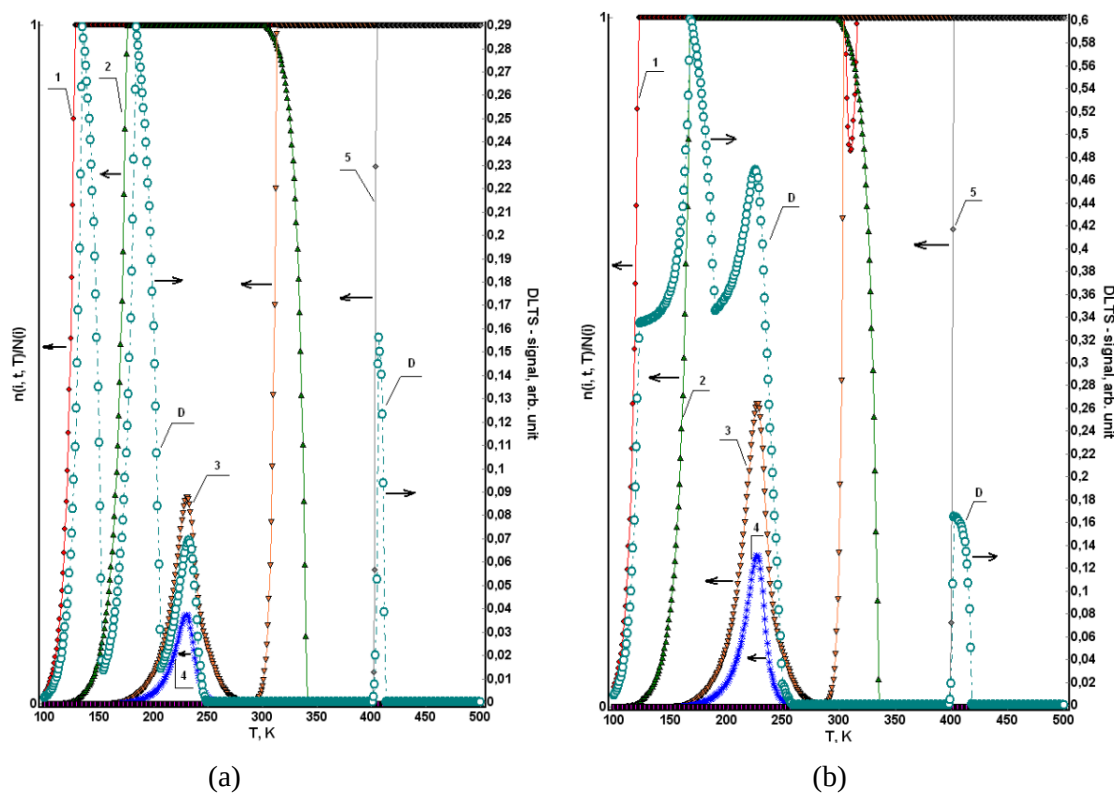


Рисунок 1. Температурные зависимости степени ионизации ГУ (1–5) и DLTS-спектр (D): (а) для момента времени $t=1$ с, спектр рассчитан при $t_1=0,1$ с, $t_2=0,5$ с (б) для момента времени $t=2$ с, спектр рассчитан при $t_1=0,01$ с, $t_2=1,9$ с ($N_i=10^{13} \forall i \in [1,6]$)

Figure 1. The temperature dependence of the degree of ionization DL (1–5) and DLTS-spectrum (D): (a) for points in time $t=1$ s, the spectrum calculated at $t_1=0,1$ s, $t_2=0,5$ s (b) for points in time $t=2$ s, the spectrum calculated at $t_1=0,01$ s, $t_2=1,9$ s ($N_i=10^{13} \forall i \in [1,6]$)

Во-вторых, учёт генерационных и рекомбинационных составляющих процесса перезарядки всей совокупности ГУ в запрещённой зоне полупроводника приводит к выводу о том, что кинетика ионизации этих центров в общем случае не подчиняется бoльцмановской статистике.

Об этом свидетельствуют в первую очередь аррениусовские зависимости (рисунок 3). Видно, что линейному закону подчиняются только четыре зависимости (рисунок 3, зависимости 1, 1а, 1б, 2). Значения энергий ионизации ГУ, рассчитанные на основании этих данных приведены в таблице 2.

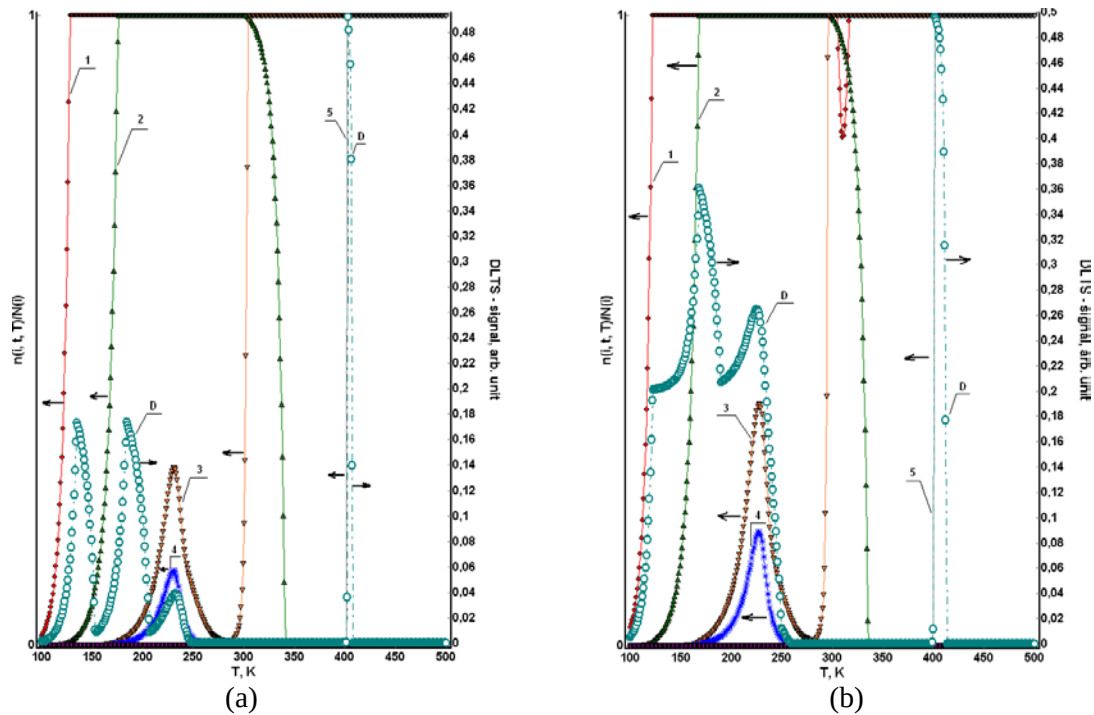


Рисунок 2. Температурные зависимости степени ионизации ГУ (1–5) и DLTS-спектр (D): (a) для момента времени $t=1$ с, спектр рассчитан при $t_1=0,1$ с, $t_2=0,5$ с (b) для момента времени $t=2$ с, спектр рассчитан при $t_1=0,01$ с, $t_2=1,9$ с ($N_1 i = 10^{13} \forall i \in [1, 4] \wedge i = 6$; $N_5 \cdot 10^{13} \text{ см}^{-3}$)

Figure 2. The temperature dependence of the degree of ionization DL (1–5) and DLTS-spectrum (D): (a) for points in time $t=1$ s, the spectrum calculated at $t_1=0,1$ s, $t_2=0,5$ s (b) for points in time $t=2$ s, the spectrum calculated at $t_1=0,01$ s, $t_2=1,9$ s ($N_1 i = 10^{13} \forall i \in [1, 4] \wedge i = 6$; $N_5 \cdot 10^{13} \text{ см}^{-3}$)

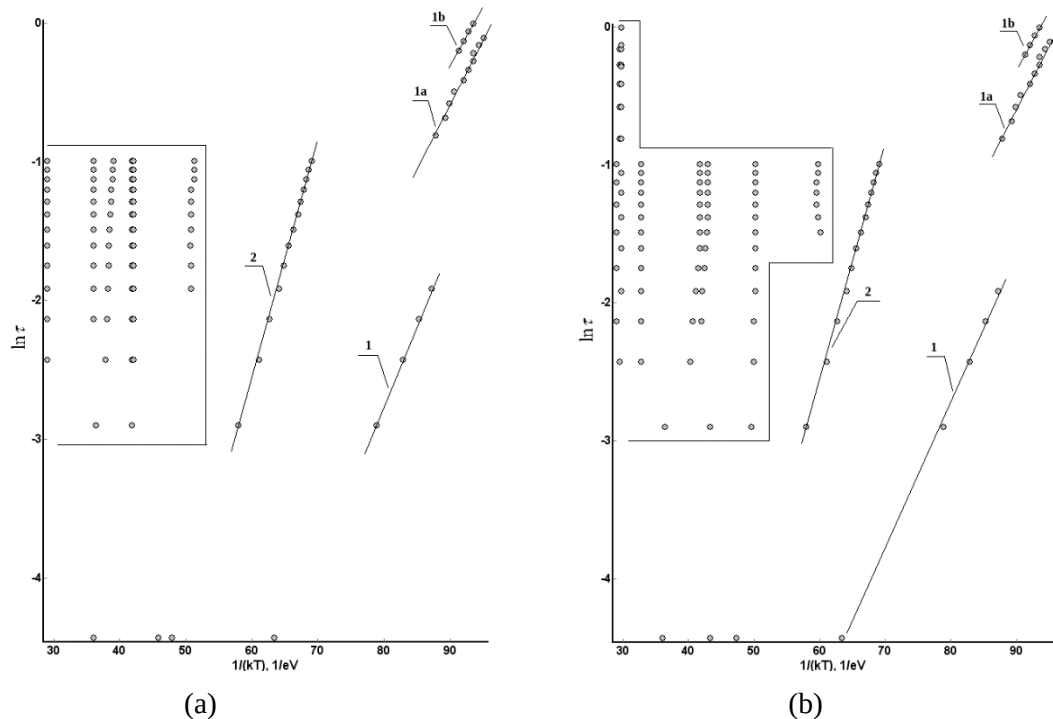


Рисунок 3. Аррениусовские зависимости для ГУ в GaAs, рассчитанные с использованием уравнений (1–2): (a) $N_1 i = 10^{13} \forall i \in [1, 6]$; (b) $N_1 i = 10^{13} \forall i \in [1, 4] \wedge i = 6$; $N_5 \cdot 10^{13} \text{ см}^{-3}$

Figure 3. Arrhenius dependence for DL in GaAs, calculated using the equations (1–2): (a) $N_1 i = 10^{13} \forall i \in [1, 6]$; (b) $N_1 i = 10^{13} \forall i \in [1, 4] \wedge i = 6$; $N_5 \cdot 10^{13} \text{ см}^{-3}$

Таблица 2
Рассчитанные значения энергии ионизации
глубоких уровней

Table 2
Simulated values of deep levels ionization energies

Рисунок	Зависимость	$E_c - E_i$ эВ
3-а	1	0,116
3-а	1а	0,095
3-а	1b	0,085
3-а	2	0,189
3-б	1	0,107
3-б	1а	0,096
3-б	1b	0,096
3-б	2	0,177

Как видно из таблицы 2, больцмановскому закону подчиняются кинетики перезарядки только низкотемпературных центров $i = 1$ и $i = 2$, причём только в определённых временных интервалах (рисунок 3, зависимости 1 и 2). В то же время зависимости 1-а и 1-б на рисунок 3 можно считать проявлением ГУ $i = 1$. При этом наблюдается значительная погрешность в определении энергии ионизации, что свидетельствует о незначительном отклонении кинетики перезарядки этого центра от закономерностей больцмановской статистики. В тоже время для других ГУ (рисунок 3, выделенные области) это отклонение является более существенным. Если же исходить из предположения, что это не так, тогда следует вывод о бесконечно большой энергии ионизации ГУ с $i > 2$ (зависимости в выделенных областях на рисунке 3 представляют собой практически вертикальные линии).

Очевидно, что электрическое поле, в зависимости от его направления, смещает динамическое равновесие между генерационными и рекомбинационными составляющими процесса перезарядки ГУ. Поэтому при подборе определённой величины напряжения обратного смещения, подаваемого на диод, можно снизить влияние процесса рекомбинации заряда на кинетику перезарядки ГУ, и добиться линеаризации соответствующих аррениусовских зависимостей (это и происходит при измерении реальных DLTS-спектров). Но, при этом оказывается, что получаемые значения энергий ионизации ГУ являются функционально зависимыми от величины напряжения обратного смещения.

В-третьих, процессы обмена зарядами между различными ГУ также оказывают существенное влияние на кинетику их перезарядки. Это приводит к тому, что ГУ, отвечающие условию $E_i - E_{i+1} < 4kT$, оказываются принципиально

неразличимыми при DLTS-спектроскопии по методу [2]. Этот факт следует из анализа зависимостей 3, 4 и D (рисунок 1-а, 2-а). Глубокие уровни $i = 3$ и $i = 4$ имеют характерные максимумы ионизации ($T \approx 235$ K) и при этом формируют единственный пик на DLTS-зависимости. В случае построения DLTS-спектра при больших интервалах стробности (рисунок 1-б, 2-б; кривая D), в температурном интервале (100–275) K образуется DLTS-зависимость сложной конфигурации, представляющая собой суперпозицию сигналов от четырёх низкотемпературных ГУ ($i = 1, 2, 3, 4$). При этом главный максимум DLTS-спектра на этом участке совпадает с температурой максимальной ионизации ГУ $i = 2$, а побочный – с температурой характерных максимумов ионизации уровней $i = 3$ и $i = 4$. Изложенные факты косвенным образом подтверждаются и экспериментальными результатами. Оценки, проведённые по реальным DLTS-спектрам, показывают, что в температурном диапазоне ионизации ГУ $i = 3$ и $i = 4$ регистрируется один центр с энергией $E = [E_c(0, 486 \pm 0, 307)]$ эВ. Величина абсолютной погрешности оказывается соизмеримой с энергией ионизации глубокогоуровневого центра $i = 3$.

В-четвёртых, из результатов численного анализа (рисунки 1, 2) следует, что процесс ионизации ГУ имеет более сложный характер, чем подразумевают стадийные кинетики, упомянутые выше. Например, кинетики, предлагаемые в работах [1–6, 8–10], не в состоянии объяснить существование экстремумов на температурных зависимостях степени ионизации для центров: $i = 3$ и $i = 4$ в диапазоне температур (175–275) K (рисунки 1, 2, зависимости 3, 4); $i = 1$ в диапазоне температур (300–325) K (рисунки 1а, 2b, зависимости 1). Помимо этого, не объясняют они и того факта, что на ГУ $i = 4$ и $i = 2$ (рисунки 1–2, зависимости 4 и 2) при температурах 250 и 350 K соответственно, происходит полная рекомбинация дырок. В то же время, для других ГУ степень ионизации остаётся практически неизменной. Из всего этого следует вывод о том, что в большинстве случаев все стадийные кинетики [1–6] при релаксационной спектроскопии глубокогоуровневых центров будут приводить к значительной методологической погрешности в определении параметров этих ГУ. Максимальная же методологическая погрешность будет достигаться при определении концентраций центров, в случае использования кинетики перезарядки ГУ, предложенной в работах [1, 2].

В-пятых, как отмечалось в работе [3], глубоководные центры, лежащие ближе к середине запрещённой зоны полупроводника, из-за эффективного обмена зарядами с обеими разрешёнными зонами, оказывают существенное влияние на характер релаксации ёмкости. В случае арсенида галлия такими центрами являются поверхностные электронные состояния (ПЭС) ($i = 5$). Из результатов численного анализа следует, что плотность поверхностных электронных состояний (ПЭС) оказывает существенное влияние в целом на кинетику перезарядки всех ГУ в GaAs. Сравнительный анализ DLTS-зависимостей (D) представленных на рисунках 1а – 2а и 1а – 2б, показывает, что увеличение концентрации ПЭС всего лишь на полпорядка приводит к существенному перераспределению амплитуд всех DLTS-пигов. Поскольку, согласно [1, 2], амплитуда DLTS-пика определяется концентрацией глубоководных центров, незначительное увеличение концентрации ПЭС приводит к значительной погрешности в определении концентрации других ГУ. Увеличение же концентрации ПЭС на два порядка приводит к тому, что область «нелинейности» на арсенидовских зависимостях, представленных на рисунке 3б (выделенная область), становится существенно шире, чем такая же область на рисунке 3а.

Кроме того, из сравнительного анализа данных, приведённых в таблице 2, следует, что концентрация ПЭС оказывает влияние и на точность определения энергий ионизации ГУ. Из всего сказанного можно сделать вывод, что

ПЭС выступают в качестве мостика, обеспечивающего рекомбинацию дырок на ГУ за счёт электронов из валентной зоны. Кроме того, по всей видимости, именно ПЭС ответственны за отмеченную выше рекомбинацию дырок на ГУ $i = 4$ и $i = 2$. Тот факт, что плотность ПЭС является, вообще говоря, слабо контролируемым параметром, может служить объяснением существенного различия экспериментальных DLTS-спектров, получаемых на образцах из арсенида галлия одной и той же марки.

Заключение

Рассмотрение модели кинетики перезарядки ГУ как динамического процесса энергообмена, обусловленного переходами зарядов в полупроводнике из одного энергетического состояния в другое, позволяет однозначно исследовать характер ионизации всей совокупности дискретных глубоких уровней, существующих в этом материале, с учётом процессов генерации и рекомбинации зарядов. Проведённый с использованием данной математической модели анализ перезарядки донорных глубоких уровней в арсениде галлия выявил не только особенности ионизации ГУ в этом полупроводнике, но и позволил дать ответ на некоторые вопросы, характерные для всей релаксационной спектроскопии глубоких уровней в целом. Предложенная в работе модель перезарядки ГУ, несмотря на её относительную сложность, на наш взгляд, может служить базой для разработки новых более точных методик спектроскопии ГУ.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Берман Л. С., А. А. Лебедев Ёмкостная спектроскопия глубоких центров в полупроводниках. Л.: «Наука», 1981. 176 с.
- 2 Lang D. V. Deep level transient spectroscopy: A new method to characterize traps in semiconductors // J. Appl. Physics. 1974. V. 45. № 7. P. 3023–3033. DOI: 10.1063/1.1663719
- 3 Лебедев А. А. Ёмкостная спектроскопия глубоких уровней при обмене носителями тока с обеими разрешёнными зонами // Физика и техника полупроводников. 1997. Т. 31. № 4. С. 437–440.
- 4 Татохин Е. А., Буданов А. В., Бутусов И. Ю. и др. Ёмкостная спектроскопия глубоких уровней при обмене носителями заряда между уровнями и обеими разрешёнными зонами // Вестник ВГУ. 2008. № 2. С. 60–70.
- 5 Mandelis A., Xia J. Deep level photothermal spectroscopy: Physical principles and applications to semi-insulating GaAs band-gap multiple trap states // J. Appl. Phys. 2008. № 103. P. 043704–1 – 043704–17. DOI:10.1063/1.2842401

- 6 Денисов А. А., Лактюшин В. Н., Садофьев Ю. Г. Релаксационная спектроскопия глубоких уровней. // Обзоры по электронной технике. 1985. № 7. С. 54.
- 7 Шалимова К. В. Физика полупроводников. учеб. пособие для студентов. М.: «Энергоатомиздат», 1985. 392 с.
- 8 Гудзев В. В., Зубков М. В., Юлкин А. В. Программно-аналитическая база данных релаксационной спектроскопии глубоких уровней // Вестник РГРТУ. 2011. № 36. С. 75–81.
- 9 Khan A., Masafumi Y. Deep Level Transient Spectroscopy: A Powerful Experimental Technique for Understanding the Physics and Engineering of Photo-Carrier Generation, Escape, Loss and Collection Processes in Photovoltaic Materials // Solar Cells – New Approaches and Reviews. 2015. DOI: 10.5772/59419
- 10 Безрядин Н. Н., Котов Г. И., Каданцев А. В. и др. Методика регистрации и анализа изотермической релаксации ёмкости полупроводниковых гетероструктур // Приборы и техника эксперимента. 2010. № 3. С. 119–122.

REFERENCES

1 Berman L. S. Emkostnaya spektroskopiya glubokich centrov v poluprovodnikach [Capacitive spectroscopy of deep centers in semiconductors] Leningrad, Nauka, 1981 (in Russian).

2 Lang D. V. Deep level transient spectroscopy: A new method to characterize traps in semiconductors. J. Appl. Physics. 1974, vol. 45, no 7, pp. 3023–3033. DOI: 10.1063/1.1663719

3 Lebedev A. A. Capacitive spectroscopy of deep levels in the exchange of carriers with both allowed zones. *Fizika i tekhnika poluprovodnikov* [Physics and Technology of Semiconductor] 1997, vol. 31, no 4, pp. 437–441. (in Russian).

4 Tatokchin E. A. Capacitive spectroscopy of deep levels at carriers exchange between the two levels and allowed bands. *Vestnik VGU*. [Proceedings of VSU], 2008, no. 2, pp. 60–70. (in Russian).

5 Mandelis A., Xia J. Deep level photothermal spectroscopy: Physical principles and applications to semi-insulating GaAs band-gap multiple trap states. J. Appl. Phys. 2008, no. 103, pp. 043704–1 – 043704–17. DOI:10.1063/1.2842401

6 Denisov A.A., Laktyushin V.N., Sadof'ev Yu.G. Relaxation spectroscopy of deep levels. *Obzory po elektronnoi tekhnike* [Reviews in electronic engineering] 1985, no. 7, pp. 54 (in Russian).

7 Shalimova K.V. *Fizika poluprovodnikov* [Semiconductor physics]. Moscow, Energoatomizdat, 1985, 392 p. (in Russian).

8 Gudzev V.V., Zubkov M.V., Yulkin A.V. Software and analytical database relaxation spectroscopy of deep levels. *Vestnik RGRTU* [Proceedings of RSREU] 2011, vol. 36, pp. 75–81. (in Russian).

9 Khan A., Masafumi Y. Deep Level Transient Spectroscopy: A Powerful Experimental Technique for Understanding the Physics and Engineering of Photo-Carrier Generation, Escape, Loss and Collection Processes in Photovoltaic Materials. *Solar Cells – New Approaches and Reviews*, 2015. DOI: 10.5772/59419

10 Bezryadin N.N., Kotov G.I., Kadantsev A.V. Method of recording and analysis of isothermal capacitance relaxation semiconductor heterostructures. *Pribori i tekhnika experimenta* [Instruments and Experimental Techniques] 2010, vol. 3, pp. 119–122. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Александр В. Буданов д.ф.-м.н., доцент, зав. каф., кафедры физики, теплотехники и теплоэнергетики, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, budanova9@mail.ru

Евгений А. Татокчин к.ф.-м.н., доцент, доцент, кафедра физики, теплотехники и теплоэнергетики, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, tia.vsu@mail.ru

Геннадий И. Котов д.ф.-м.н., доцент, профессор, кафедра физики, теплотехники и теплоэнергетики, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, giktv@mail.ru

Дмитрий С. Сайко д.ф.-м.н., профессор, зав. каф., кафедра высшей математики, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, dmsajko@mail.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Aleksandr V. Budanov Dr. Sci. (Phys.–Math.), associate professor, chief of department, physic, heat engineering and power engineering department, budanova9@mail.ru

Evgenii A. Tatokchin Cand. Sci. (Phys.–Math.), associate professor, associate professor of physic, heat engineering and power engineering department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, Russia, tia.vsu@mail.ru

Gennadii I. Kotov Dr. Sci. (Phys.–Math.), associate professor, professor of physic, heat engineering and power engineering department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, Russia, giktv@mail.ru

Dmitrii S. Sayko Dr. Sci. (Phys.–Math.), professor, chief of department, higher mathematics department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, Russia, dmsajko@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Дмитрий С. Сайко предложил методику проведения эксперимента и организовал производственные испытания

Геннадий И. Котов обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провёл эксперимент, выполнил расчёты

Александр В. Буданов консультация в ходе исследования

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

CONTRIBUTION

Dmitrii S. Sayko proposed a scheme of the experiment and organized production trials

Gennadii I. Kotov review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

Aleksandr V. Budanov consultation during the study

Evgenii A. Tatokchin 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 14.04.2016

RECEIVED 4.14.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 18.05.2016

ACCEPTED 5.18.2016

Программная реализация математической модели кинематического расчета плоских рычажных механизмов

Максим А. Васечкин,	¹	vmax77@mail.ru
Андрей И. Потапов,	²	a.i.potapov@rambler.ru
Александр С. Сидоренко,	³	sas1.vrn@mail.ru
Евгений Д. Чертов	¹	ched@vsuet.ru

¹ кафедра технической механики, Воронеж. гос. ун-т. инж. технол., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

² кафедра машин и аппаратов пищевых производств, Воронеж. гос. ун-т. инж. технол., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

³ кафедра общепрофессиональных дисциплин, Военный учебно-научный центр военно-воздушных сил «Военная воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», ул. Старых Большевиков, 54а, г. Воронеж, 394064, Россия

Реферат. Кинематический расчёт механизмов является очень трудоёмкой работой. Благодаря содержанию большого количества однотипных операций, его можно автоматизировать с помощью ЭВМ. Для этого необходимо осуществить программную реализацию математической модели кинематического расчёта механизмов второго класса. В статье на языке Turbo Pascal представлен текст модуля с библиотечными процедурами кинематического исследования всех плоских рычажных механизмов второго класса. Определение кинематических характеристик механизма и построение его положений, планов скоростей и ускорений проведено на примере шестизвенного механизма. Начало неподвижной координатной системы совпадает с осью вращения кривошипа АВ. Предполагается, что известны длины всех звеньев, координаты всех дополнительных точек звеньев и координаты всех кинематических пар стойки механизма, т. е. данному этапу работы по определению кинематики механизма должен предшествовать этап синтеза механизма (определение недостающих размеров звеньев). Задаём координаты точки С и учитывая, что аналоги скоростей и ускорений данной точки равны 0 (точка неподвижна), обращаемся к процедуре, вычисляющей кинематику группы Ассура (ГА) третьего вида. Указываем кинематические характеристики точки D, принимая начало направляющей ползуна Е в точке С, угол наклона, аналог угловой скорости и аналог углового ускорения направляющей равными нулю, зная длину шатуна DE и длину звена 5, обращаемся к процедуре для ГА второго вида. Использование библиотечных процедур модуля кинематического расчёта, позволяет сравнительно просто организовать имитацию движения механизма, рассчитать проекции аналогов скоростей и ускорений всех звеньев механизма, построить планы скоростей и ускорений в каждом положении механизма.

Ключевые слова: программа, математическая модель, кинематический расчёт, группы Ассура

Program realization of mathematical model of kinematic calculation of flat lever mechanisms

Maxim A. Vasechkin,	¹	vmax77@mail.ru
Andrey I. Potapov,	²	a.i.potapov@rambler.ru
Alexandr S. Sidorenko,	³	sas1.vrn@mail.ru
Yevgeny D. Chertov	¹	ched@vsuet.ru

¹ technical mechanics department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394066, Russia

² machine and devices of food productions department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh

³ Chair of All-Professional Disciplines Russian Air Force Military Educational and Scientific Center "Air Force Academy named after Professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin", Starykh Bolshevikov St., 54a, Voronezh, 394064, Russia

Summary. Calculation of kinematic mechanisms is very time-consuming work. Due to the content of a large number of similar operations can be automated using computers. For this purpose, it is necessary to implement a software implementation of the mathematical model of calculation of kinematic mechanisms of the second class. In the article on Turbo Pascal presents the text module to library procedures all kinematic studies of planar lever mechanisms of the second class. The determination of the kinematic characteristics of the mechanism and the construction of its provisions, plans, plans, speeds and accelerations carried out on the example of the six-link mechanism. The beginning of the motionless coordinate system coincides with the axis of rotation of the crank AB. It is assumed that the known length of all links, the positions of all additional points of links and the coordinates of all kinematic pairs rack mechanism, i.e. this stage of work to determine the kinematics of the mechanism must be preceded by a stage of synthesis of mechanism (determining missing dimensions of links). Denote the coordinates of point C and considering that the analogues of velocities and accelerations of this point is 0 (stationary point), appeal to the procedure that computes the kinematics group the Assyrians (GA) third. Specify kinematic parameters of point D, taking the beginning of the guide slide E at point C, the angle, the analogue of the angular velocity and the analogue of the angular acceleration of the guide is zero, knowing the length of the connecting rod DE and the length of link 5, refer to the procedure for the GA of the second kind. The use of library routines module of the kinematic calculation, makes it relatively simple to organize a simulation of the mechanism motion, to calculate the projection analogues of velocities and accelerations of all links of the mechanism, to build plans of the velocities and accelerations at each position of the mechanism.

Keywords: program, mathematical model, kinematic calculation, groups of Assur

Для цитирования

Васечкин М. А., Потапов А. И., Сидоренко А. С., Чертов Е. Д. Программная реализация математической модели кинематического расчета плоских рычажных механизмов // Вестник ВГУИТ. 2016. № 2. С 87–94. doi:10.20914/2310-1202-2016-2-87-94

For citation

Vasechkin M. A., Potapov A. I., Sidorenko A. S., Chertov Y. D. Program realization of mathematical model of kinematic calculation of flat lever mechanisms. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 2. pp. 87–94 (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2016-2-87-94

Введение

Проектирование механизма представляет собой сложную инженерную задачу, решая которую приходится определять оптимальную кинематическую схему механизма на основе технического задания. Решение задачи анализа облегчается при визуализации кинематики рассматриваемого механизма. Поэтому программная реализация математической модели кинематического расчёта плоских рычажных механизмов представляет интерес [1–6].

В качестве языка программирования был выбран Turbo Pascal фирмы Borland – базовый язык программирования в учебных заведениях.

По результатам работ [1–2] разработаны компьютерные процедуры, вычисляющие кинематические характеристики любых плоских рычажных механизмов, имеющих в своём составе, кроме начального звена, хотя бы одну двухповодковую группу Ассура. Расчётные схемы показаны на рисунке 1.

На рисунке 1 приняты следующие обозначения: l_2, l_3 – размеры второго и третьего звеньев; l_4, l_5 – вспомогательные размеры; φ_2, φ_3 – углы наклона к оси абсцисс второго и третьего звеньев; α, γ – вспомогательные углы.

На языке Turbo Pascal составлен модуль DIADA. В этот модуль входят библиотечные процедуры, определяющие кинематические характеристики каждой двухповодковой группы Ассура.

Листинг модуля DIADA

Unit Diada;

Interface

Var

al1, al2, a21, a22, calpha, salpha: real;

bl, b2, alpha, znam : real;

bx, by : real;

ch : char;

Procedure Diad-

alv(sb, ax, ay, vax, vay, aax, aay,

cx, cy, vex, vcy, acx, acy, 12, 13: real;

Var

fi2, omega2, epsi2, fi3, omega3, epsi3: real);

Procedure Di-

ada2v(ax, ay, vax, vay, aax, aay, cx, cy,

vcx, vcy, acx, acy, fi3, omega3, epsi3, 12, 13: real;

Var fi2, omega2, epsi2, 14, v4, a4: real);

Procedure Di-

ada3v(ax, ay, vax, vay, aax, aay,

cx, cy, vcx, vcy, acx, acy, 12: real;

Var fi3, omega3, epsi3, 13, v3, a3: real);

Procedure Di-

ada4v(ax, ay, vax, vay, aax, aay, fi2,

omega2, epsi2, cx, cy, vcx, vcy, acx, acy, fi3, omega3,

epsi3, 12, 13: real; **Var** ll, vl, al, 14, v4, a4: real);

Procedure Di-

ada5v(ax, ay, vax, vay, aax, aay, cx,

cy, vcx, vcy, acx, acy, 12, fi3, omega3, epsi3, alpha: real;

Var Ax2, Vax2, Aax2, Bx3, Vbx3, Abx3: real);

Function Atan2(x, y: real): real;

Implementation

Function Atan2;

Begin

if (x > 0) and (y >= 0) then

Atan2:=ArcTan(y/x);

if (x > 0) and (y <= 0) then Atan2:=2*pi-ArcTan(abs(y)/x);

if (x < 0) and (y >= 0) then Atan2:=pi-ArcTan(y/abs(x));

if (x < 0) and (y <= 0) then Atan2:=pi+ArcTan(y/x);

if (x = 0) and (y > 0) then Atan2 := pi/2;

if (x = 0) and (y < 0) then Atan2 := 3*pi/2

End;

Procedure Diadalv;

Var

ac, bxl, byl, bx, by : real;

Begin {Diadalv}

ac:= sqrt(sqr(cx - ax) + sqr(cy - ay));

alpha:= Atan2(cx - ax, cy - ay);

salpha:= sin(alpha); calpha:= cos(alpha);

bxl:= (sqr(12) + sqr(ac) -

sqr(13))/(2*ac);

byl:= sqrt(sqr(12) - sqr(bxl));

ifsb = 2*thcnbyl := -byl;

bx:= ax + bxl*calpha - byl*salpha;

by:= ay + bxl*salpha + byl*calpha;

fi2 := Atan2(bx - ax, by - ay); if fi2 > 2*pi then fi2 := fi2 - 2*pi;

fi3 := Atan2(bx - cx, by - cy); if fi3 > 2*pi then fi3 := fi3 - 2*pi;

if fi2 < 0 then fi2 := fi2 + 2*pi;

if fi3 < 0 then fi3 := fi3 + 2*pi;

all := -12*sin(fi2); al2 := 13*sin(fi3);

a21 := 12*cos(fi2); a22 := -

13*cos(fi3);

znam := all*a22 - a21*al2;

bl := vcx - vax; b2 := vcy - vay;

omega2 := (b1*a22 - b2*a12)/znam;

omega3 := (a11*b2 - a21*b1)/znam;

bl := acx - aax + a21*sqr(omega2) + a22*sqr(omega3);

b2 := acy - aay - al1*sqr(omega2) -

al2*sqr(omega3); epsi2 := (b1*a22 -

b2*a12)/znam; epsi3 := (a11*b2 -

a21*b1)/znam;

End; {Diadalv}

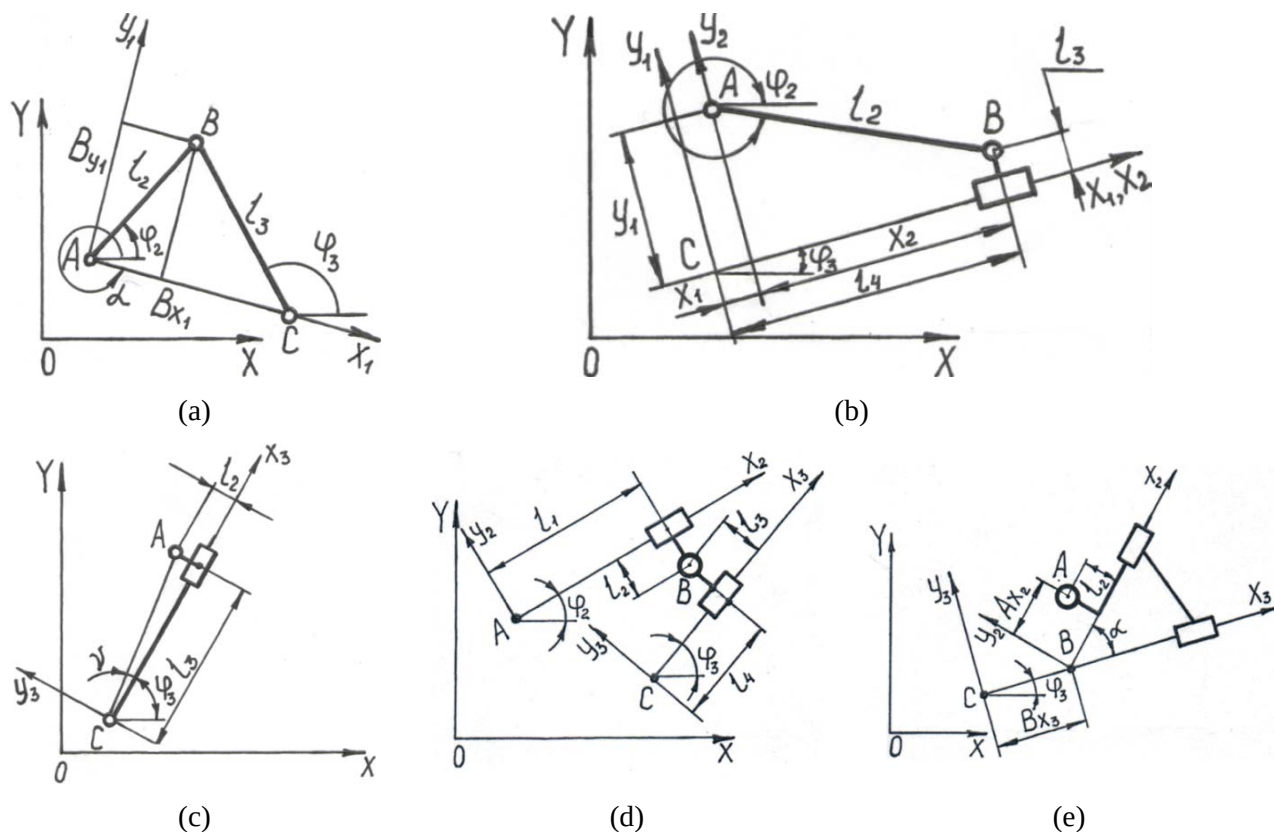


Рисунок 1. Расчётные схемы двух поводковых групп Ассур: а – первого вида; б – второго вида; с – третьего вида; д – четвёртого вида; е – пятого вида

Figure 1. Settlement schemes of two flood groups of Assur: a – first look; b – second look; c – third look; d – fourth look; e – fifth look

Procedure Diada2v;

Var

x1,y1,x2,bx,by: real;

Begin {Diada2v}

b1:= ax-cx; b2:=ay-cy;

x1 :=b1*cos(fi3) +b2*sin(fi3);

y1 :=b2*cos(fi3)-b1*sin(fi3);

x2:=sqrt(sqr(12)-sqr(y1-l3));

l4:=x1+x2;

bx := cx +l4*cos(fi3) - l3*sin(fi3);

by := cy + l4*sin(fi3)+l3*cos(fi3);

fi2 := Atan2(bx - ax,by - ay);

a11:= -12*sin(fi2); a12 := - cos(fi3);

a21:= 12*cos(fi2); a22 := - sin(fi3);

znam :=all*a22-a21*a12;

b1 := vcx - vax + omega3*(14*a22 + 13*a12);

b2 := vcy - vay - omega3*(14*a12 - 13*a22);

omega2 := (b1*a22 - b2*a12)/znam;

v4:=(all*b2-a21*b1)/znam;

b1:=acx -aax - (14*cos(fi3) - 13*sin(fi3))*sqr(omega3);

b1:=b1 +12*cos(fi2)*sqr(omega2);

b1:= b1 - 2*v4*sin(fi3)*omega3 - epsi3*(l4*sin(fi3) +13*cos(fi3));

b2:= acy - aay - (14*sin(fi3) +13*cos(fi3))*sqr(omega3);

b2:= b2 + 12*sin(fi2)*sqr(omega2);

b2:= b2 + 2*v4*cos(fi3)*omega3

+epsi3*(14*cos(fi3)-13*sin(fi3));

epsi2:= (b1*a22 - b2*a12)/znam;

a4:= (a11*b2 - a21*b1)/ znam;

End; {Diada2v}

Procedure Diada3v;

Begin {Diada3v }

l3 := sqrt(sqr(ax - cx) + sqr(ay - cy) - sqr(12));

fi3 := Alan2(ax - cx,ay - cy) - ArcTan(12/l3);

a11:= cos(fi3); a12 := - (13*sin(fi3) + 12*cos(fi3));

a21 := sin(fi3); a22 :=13*cos(fi3) - 12*sin(fi3);

znam:=all*a22-a21*a12;

b1:= vax - vcx; b2 := vay - vcy;

v3 := (b1*a22 - b2*a12)/znam;

omega3 := (a11*b2 - a21*b1)/znam;

b1:= aax - acx + 2*v3*a21*omega3 + a22*sqr(omega3);

b2:= aay - acy - 2*v3*a11*omega3 - a12*sqr(omega3);

```

a3:=(b1*a22-b2*a12)/znam;
epsi3 := (a11*b2 - a21*b1 )/znam;
End; {Diada3v }
Procedure Diada4v;
Begin {Diada4v }
  a11:= cos(fi2);  a12:= - cos(fi3);
  a21:= sin(fi2);  a22:= - sin(fi3);
  znam := a11*a22 - a21*a12;
  b1:= cx - ax+12*a21 + 13*a22;
  b2:=cy-ay-12*a11 -13*a12;
  l1:=(b*a22-b2*a12)/znam;
  l4:= (a11*b2 -a21*b1 )/znam;
  bl:=vcx-
vax+omega2*(l1*a21+12*a11)+omega3*(14*a22
+13*a12);
  b2:=vcy-vay-omega2*(l1*a11-12*a21) -
omega3*(14*a12 -13*a22);
  vl :=(b1*a22-b2*a12)/znam;
  v4:=(a11*b2-a21*b1)/znam;
  bl:= acx - aax
+2*v1*a21*omega2+sqr(omega2)*(l1*a11-
12*a21)+
  epsi2*(l1*a21 -12*a11);
  bl:=bl + 2*v4*a22*omega3 +
sqr(omega3)*(14*a12-13*a22)+
  epsi3*(14*a22 + 13*a12);
  b2:= acy- aay-2*vl*a11*omega2 +
sqr(omega2)*(l1*a21 + 12*a11)-
  epsi2*(l1*a11 -12*a21);
  b2:= b2-2*v4*a12*omega3+
sqr(omega3)*(14*a22 + 13*a12)-
  epsi3*(14*a12-13*a22);
  al :=(b1*a22-b2*a12)/znam;
  a4:= (a11*b2-a21*b1 )/znam;
End; {Diada4v }
Procedure Diada5v;
Begin {Diada5v }

a11:= cos(fi3);  a12:= cos(fi3 + alpha);
  a21:= sin(fi3);  a22:= sin(fi3 + al-
pha);
  znam:=a11*a22-a21*a12;
  bl:= ax-cx+12*a22;
  b2:=ay-cy-12*a12;
  Bx3:=(b1*a22-b2*a12)/znam;
  Ax2:=(a11*b2-a21*bl)/znam;
  bl:= vax-vex+omega3*(Bx3*a21 + Ax2*a22 +
12*a12);
  b2:=vay-vcy- omega3*(Bx3*a11 + Ax2*a12
- 12*a22);
  Vbx3 :=(b1*a22 - b2*a12)/znam;
  Vax2 := (a11*b2 - a21 *bl)/znam;
  bl := aax - acx + 2*omega3*(Vbx3*a21 +
Vax2*a22) +
  sqr(omega3)*(Bx3*a11 + Ax2*a12 - 12*a22)
+
  epsi3*(Bx3*a21 + Ax2*a22 + 12*a12);
  b2:= aay - acy - 2*omega3*(Vbx3*a11 +
Vax2*a12)+

```

```

sqr(omega3)*(Bx3*a21 + Ax2*a22 + 12*a12)
-
  epsi3*(Bx3*a11 + Ax2*a12 -
12*a22);
  Abx3 :=(b1*a22 - b2*a12)/znam;
  Aax2 := (a11*b2 - a21*bl)/znam;
End; {Diada5v}
End. { UnitDiada }

```

Определение кинематических характеристик механизма и построение его положений, планов скоростей и планов ускорений проведем на примере шестизвенного механизма (рисунк 2). Начало неподвижной координатной системы совпадает с осью вращения кривошипа АВ (звено 1). Предполагается, что известны длины всех звеньев, координаты всех дополнительных точек звеньев и координаты всех кинематических пар стойки механизма (звено 0), т. е. данному этапу работы по определению кинематики механизма должен предшествовать этап синтеза механизма (определение недостающих размеров звеньев).

Задаём координаты точки С и учитывая, что аналоги скоростей и ускорений этой точки равны 0 (точка неподвижна), обращаемся к процедуре, вычисляющей кинематику группы Ассур третьего вида diada3v.

Указываем кинематические характеристики точки D, принимая начало направляющей ползуна Е в точке С, угол наклона, аналог угловой скорости и аналог углового ускорения направляющей равными нулю, зная длину шатуна DE (звено 4) и длину звена 5, обращаемся к процедуре для группы Ассур второго вида diada2v.

Таким образом, для положения начального звена определены все кинематические характеристики механизма. Как уже отмечалось, вывод полученных результатов кинематического анализа нагляднее всего представить графически.

Листинг программы анализа кинематики шестизвенного механизма приведён далее.

Program Example;

```

Uses diada,crt,graph;
Label start;
Const
  nc = 360;
Var
  ij,d,r,ox,oy,pvx,pvy,pax,pay,
  xl,yl,x2,y2,kl,kv,
  ka:integer;
  Il,130,14,lcd,cx,cy,fil,fi3,fi4,oml,om3,om4,
  epsi3,epsi4 :real;
  15,v5,a5,bx,by,dx,dy,cx,vbx,vby,abx,aby,v
  dx,vdy,adx,ady : real;
  13,v3,a3,lcb : real;
  ch : char;

```

```

st1,st2,st3,st4 : string;
Procedure Postpara(x,y: integer; fi:
real);
Var
z1,z2,z3,z4,z5,z6 : integer;
w1,w2,w3,w4,w5,w6 : integer;
sfi,cfi: real;
begin
sfi := sin(fi); cfi:= cos(fi);
z1 := x + round(10*cfi - 5*sfi);w1:= y -
round(10*sfi+5*cfi);
z2 := x+round(-10*cfi-5*sfi); w2:= y -
round(-10*sfi+5*cfi);
z3:= x + round(-10*cfi + 5*sfi);w3:=y-
round(-10*sfi-5*cfi);
z4 := x + round(10*cfi + 5*sfi); w4:=y-
round(10*sfi - 5*cfi);
z5:= x - round(10*cfi); w5 := y +
round(10*sfi);
z6:= x + round(10*cfi); w6 := y -
round(10*sfi);
SetColor(lightgray);
Setlinestyle(0,0,3); Line(z5,w5,z6,w6);
SetColor(white); Setlinestyle(0,0,1);
Line(z1,w1,z2,w2); line(z2,w2,z3,w3);
line(z3,w3,z4,w4); line(z4,w4,z1,w1);
circle(x,y,3);
end; {Postpara}
Procedure Opora(x,y: integer);
Begin
circle(x,y,3);
Lineto(x - 7,y + 7); Lineto(x - 9,y + 7);
lineto(x + 9,y + 7); lineto(x + 7,y + 7);
lineto(x,y);
SetFillStyle(1,GetColor);
Bar(x - 9,y + 7,x + 9,y + 10);
End;
ProcedureCoordXY(x,y: integer);
Begin
SetColor(magenta);
line(x - 10,y,x + 100,y); line(x +
100,y,x + 90,y - 5);
line(x + 100,y,x + 90,y + 5);
OutTextXY(x + 105,y - 7,'X'); line(x,y +
10,x,y - 100);
line(x,y - 100,x - 5,y - 90);
line(x,y - 100,x + 5,y - 90);
OutTextXY(x + 5,y - 107,'Y');
SetColor(white);
End;
Begin
clrscr;
11 := 0.3; 130 := 1.4; lcd := 0.5; 14 :=
1.25;
cx :=0.0; cy := - 1.0;ox := 100; oy :=
200;
kl :=150;kv :=350; ka := 350;

```

```

pvx := 450; pvy := 125; pax := 450; pay
:= 275;
d := Detect;InitGraph(d,r, '...\bgi');
SetBkColor(lightgray);
start:
for i := 0 to nc do
begin
setfillstyle(9,green);
bar(20,380,620,455);
fi1 := 2*pi/nc*i;
bx :=ll*cos(fil);
by :=ll*sin(fil);
vbx:=-by; {-ll*sin(fil);}
vby :=bx; {11*cos(fil);}
abx:=-bx; {-11*cos(fil);}
aby:=-by; {-ll*sin(fil);}
diada3
v(bx,by,vbx,vby,abx,aby,cx,cy,0,0,0,0,0,f
i3,om3,epsi3,
lcb,v3 ,a3);
dx := lcd*cos(fi3); dy := cy +
lcd*sin(fi3);
vdx:=lcd*sin(fi3)*om3;
vdy:=lcd*cos(fi3)*om3;
adx := - lcd*(cos(fi3)*sqr(om3) +
sin(fi3)*epsi3);
ady := lcd*(cos(fi3)*epsi3 -
sin(fi3)*sqr(om3));
di-
ada2v(dx,dy,vdx,vdy,adx,ady,cx,cy,0,0,0,0
,0,0,0,14,0,fi4,om4,
epsi4,l5,v5,a5);
CoordXY( 100,200);
xl := ox + round(kl*bx); yl := oy -
round(kl*by);
OutTextXY(100,10,'Схема механизма');

OutTextXY(30,440, 'Esc - конец работы
программы');

str(fil *180/pi:6:2,st1);
str(fi3*180/pi:6:2,st2);str(fi4*180/pi:6:
2,st3);
str(15:6:4,st4);
OutTextXY(30,395, 'Fi1='+ st1 + 'град.'+
' Fi3= ' + st2+ ' град. ');
OutTextXY(310,395, 'Fi4= ' + st3 + '
град.' + ' L5=1 + st4 + ' м. ');
circle(ox,oy,3);
Opora(ox,oy);
OutTextXY(ox + 10,oy + 10,'A');
MoveTo(ox,oy);
LineTo(xl,yl);
OutTextXY(xl + 10,yl -10, 'B'); cir-
cle(xl,yl,3);
MoveTo(ox,oy - round(kl*cy));
circle(ox,oy - round(kl*cy),3);
OutTextXY(ox - 10,oy - round(kl*cy) - 10,
'C');

```

```

Opora(ox,oy - round(kl*cy));
xl := ox + round(kl*130*cos(fi3));
yl := oy - round(kl*cy) -
round(kl*130*sin(fi3));
lineto(xl,yl);
xl := ox + round(kl*lcb*cos(fi3));
yl := oy - round(kl*cy) -
round(kl*lcb*sin(fi3));
Postpara(ox + round(kl*bx),oy -
round(kl*by),fi3);
xl := ox + round(kl*dx); yl := oy -
round(kl*dy);
OutTextXY(xl - 10,yl - 10,'D'); circle(xl,yl,3);
moveto(xl,yl);
x2 := xl + round(kl*14*cos(fi4));
y2 := yl - round(kl*14*sin(fi4));
lineto(x2,y2);
line(ox + 50, y2, ox + 250, y2); Post-
para(x2,y2,0);
circle(x2,y2,3);
OutTextXY(x2,y2 - 15, 'E');
{План скоростей}
SetColor(red); OutTextXY(400,10, 'План
скоростей');
str(om3:6:2,st2);
str(om4:6:2,st3); str(v5:6:4,st4);
OutTextXY(30,410, 'Om1= 1.00' + ' Om3'+
st2);
OutTextXY(310,410,'Om4=' + st3 +'V5=' +
st4);
OutTextXY(pvx+5,pvy + 5,'Pv');
xl := pvx + round(kv*vbх);
yl := pvy - round(kv*vby);
line(pvx, pvy, xl, yl); {Скорость Vb1,2}
OutTextXY(xl + 5,yl + 5, 'b');
x2 := xl - round(kv*v3*cos(fi3));
y2 := yl + round(kv*v3*sin(fi3));
line(xl,yl,x2,y2); {Скорость Vb32}
line(pvx,pvy,x2,y2);
OutTextXY(x2 - 10,y2 + 5,'b3');
xl := pvx + round(kv*v5); yl := pvy;
line(pvx,pvy,xl,yl);
OutTextXY(xl,yl +5,'e');
x2 := pvx + round(kv*vdх);
y2 := pvy - round(kv*vdy);
line(pvx, pvy, x2, y2);
OutTextXY(x2,y2 - 10,'d');
line(xl,yl,x2,y2);
xl := pvx - round(kv*lcb*sin(fi3)*om3);
yl := pvy - round(kv*lcb*cos(fi3)*om3);
line(pvx,pvy,xl,yl);
{План ускорений}
SetColor(blue);
OutTextXY(400,360, 'План ускорений');
str(eps1:6:2,st2);str(eps4:6:2,st3);
str(a5:6:4,st4);
OutTextXY(30,425,'Epsi1=0.00 ' +
'Epsi3='+st2);
OutTextXY(294,425,'Epsi4=' + st3 + '
A5='st4);
OutTextXY(pax + 5,pay + 5,'Pa');
xl := pax + round(ka*abx);
yl := pay - round(ka*aby);
line(pax,pay,xl,yl);
OutTextXY(xl - 10,yl + 5,'b');
x2 := xl + round(ka*2*v3*om3*sin(fi3));
y2 := yl + round(ka*2*v3*om3*cos(fi3));
line(xl,yl,x2,y2);
OutTextXY(x2 - 10,y2 + 5,'k');
xl := x2 - round(ka*a3*cos(fi3));
yl := y2 + round(ka*a3*sin(fi3));
line(x2,y2,xl,yl);
OutTextXY(xl -10,yl, 'r');
xl :=pax;yl:=pay;
x2 := xl -
round(ka*lcb*sqr(om3)*cos(fi3));
y2 := yl +
round(ka*lcb*sqr(om3)*sin(fi3));
line(xl,yl,x2,y2);
OutTextXY(x2 + 10,y2 + 5,'n');
xl := x2 - round(ka*lcb*eps13*sin(fi3));
yl := y2 - round(ka*lcb*eps13*cos(fi3));
line(x2,y2,xl,yl);
OutTextXY(xl + 10,yl + 5,'t');
line(pax,pay,xl,yl);
OutTextXY(xl + 10,yl - 10, 'b3');
xl := pax + round(ka*adx); yl := pay -
round(ka*ady);
OutTextXY(xl - 10,yl - 10,'d');
x2 := xl -
round(ka*14*cos(fi4)*sqr(om4));
y2 :=yl + round(ka*14*sin(fi4)*sqr(om4));
line(xl,yl,x2,y2);
xl := x2 - round(ka*14*sin(fi4)*eps14);
yl := y2 - round(ka*14*cos(fi4)*eps14);
line(x2,y2,xl,yl);
x2 := pax + round(ka*a5); y2 := pay;
line(pax,pay,x2,y2);
OutTextXY(x2,y2 + 5,'e');
rectangle(20,380,620,455);
rectangle(18,378,622,457);
ch := readkey; if ch = #27 then exit;
if i <>nc then cleardevice;
end;
ch := readkey;
if ch = #27 then exit else goto
start;
End.

```

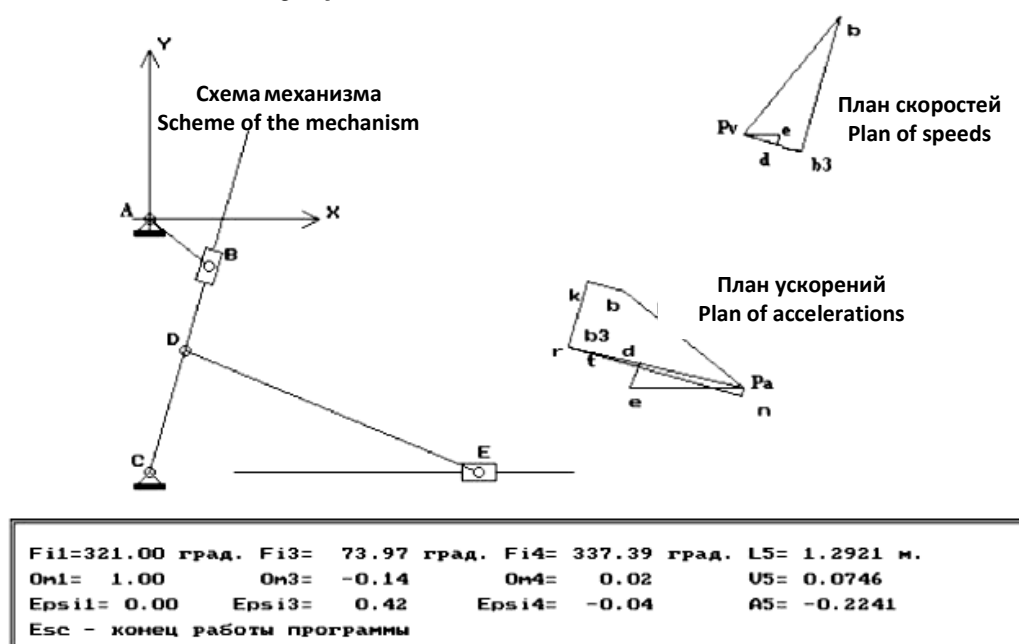



Рисунок 2. Пример работы программы.

Figure 2. Example of work of the program.

Использование библиотечных процедур модуля DIADA, позволяет сравнительно просто организовать имитацию движения механизма, рассчитать проекции аналогов скоростей и ускорений всех звеньев механизма, построить планы скоростей и ускорений в каждом положении механизма. Если необходимы значения кинематических характеристик, их можно вывести на дисплей. Такой подход обеспечивает эффективность при определении оптимальной кинематической схемы механизма на основе технического задания.

ЛИТЕРАТУРА

1 Сидоренко А.С. Кинематический анализ плоских рычажных механизмов на базе Turbo Pascal: учеб. пособие. Воронеж: ВУНЦ ВВС «ВВА», 2015. 39 с.

2 Сидоренко А.С., Дубец С.В., Дубец А.В. Компьютерное моделирование и анализ кинематики механизмов второго класса // Сборник статей по материалам Межвузовской НПК курсантов и слушателей «Молодежные чтения памяти Ю.А. Гагарина 20 мая 2014 г.» Воронеж: ВУНЦ ВВС «ВВА», 2014. Ч. 2. С. 154-157.

3 Мкртычев О.В. Компьютерное моделирование при кинематическом анализе плоских механизмов // Теория Механизмов и Машин. 2012. №1. Т. 10. С. 46-52.

4 Бабичев Д.Т. Компьютерное моделирование работы плоских механизмов и многовариантное конструирование одноступенчатых цилиндрических редукторов // Теория Механизмов и Машин. 2011. №2. Т. 9. С. 38-47.

Заклучение

Разработанное программное обеспечение математической модели кинематического расчёта плоских рычажных механизмов может быть рекомендовано к использованию при подготовке бакалавров по направлению 15.03.03 – «Прикладная механика» при изучении «Теории механизмов и основ робототехники» и «Вычислительной механики».

5 Доронин Ф.А., Доев В.С. Исследование движения плоского механизма с помощью пакета Mathcad // Теория Механизмов и Машин. 2011. №1. Т. 9. С. 77-87.

6 Simas H. et al. A new method to solve robot inverse kinematics using Assur virtual chains // Robotica. 2009. V. 27. №. 7. P. 1017-1026. DOI: <http://dx.doi.org/10.1017/S0263574709005426>

REFERENCES

1 Sidorenko A.S. Kinematicheskij analiz ploskikh ryuchazhnyh mekhanizmov na baze Turbo Pascal [Kinematic analysis of plane lever mechanisms on the basis of Turbo Pascal] Voronezh, VUNTs VVS "VVA", 2015, pp. 39 (in Russian)

2 Sidorenko A.S., Dubets S.V., Dubets A.V. Computer simulation and analysis of the kinematics of the second class of mechanisms. Molodezhnye chtenia pamyati Y.A. Gagarina: mat. Mezhvuzovsk. nauch.- prakt. konf. [Collected articles on materials Interuniversity NPK cadets and students "Youth read memory Y.A. Gagarin May 20, 2014"] 2014, part 2, pp. 154-157. (in Russian)

3 Mkrtichev O.V. Computer modeling of the kinematic analysis of planar mechanisms. *Teoriya mekhanizmov i mashin* [Theory of mechanisms and machines] 2012, no. 1, vol. 10, pp. 46-52 (in Russian)

4 Babichev D.T. Computer simulation of planar mechanisms and contingency construction of single-stage helical gear units *Teoriya mekhanizmov i mashin* [Theory of mechanisms and machines] 2011, no. 2, vol. 9., pp. 38-47 (in Russian)

5 Doronin F.A., Doev V.S. Investigation of the mechanism of movement of the flat with the help of Mathcad *Teoriya mekhanizmov i mashin* [Theory of mechanisms and machines]. 2011, no. 1, vol. 9, pp. 77-87 (in Russian).

6 Simas H., Guenther R., Da Cruz D. F. M. et al. A new method to solve robot inverse kinematics using Assur virtual chains. *Robotica*, 2009, vol. 27, no. 7, pp. 1017-1026. DOI: <http://dx.doi.org/10.1017/S0263574709005426>

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Максим А. Васечкин к.т.н., доцент, кафедра технической механики, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, vmax77@mail.ru

Андрей И. Потапов к.т.н., доцент, кафедра машин и аппаратов пищевых производств, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, a.i.potapov@rambler.ru

Александр С. Сидоренко к.т.н., старший преподаватель, кафедра общепрофессиональных дисциплин, Военный учебно-научный центр военно-воздушных сил «Военная воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», ул. Старых Большевиков, 54а, г. Воронеж, 394064, Россия, sas1.vrn@mail.ru

Евгений Д. Чертов д.т.н., профессор, кафедра технической механики, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, ched@vsuet.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Maxim A. Vasechkin Ph. D., associate professor, department of technical mechanics, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, Russia, vmax77@mail.ru

Andrey I. Potapov Ph. D., associate professor, machine and devices of food productions department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, Russia, a.i.potapov@rambler.ru

Alexandr S. Sidorenko Ph. D., senior lecturer, department of all-professional disciplines, Russian Air Force Military Educational and Scientific Center "Air Force Academy named after Professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin", Starykh Bolshevikov St., 54a, Voronezh, Russia, sas1.vrn@mail.ru

Yevgeny D. Chertov D. t. sc., professor, department of technical mechanics, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, Russia, ched@vsuet.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Максим А. Васечкин провёл аналитический обзор информационных источников по исследуемой проблеме, предложил алгоритм программной реализации математической модели кинематики плоского рычажного механизма, выполнил корректировку и подачу рукописи в редакцию

Андрей И. Потапов выполнил отладку программы для анализа кинематики примера шестизвенного механизма, провёл сравнительный анализ результата компьютерного расчёта с результатом расчётов, полученных графоаналитическим методом

Александр С. Сидоренко составил описание математической модели кинематики плоского рычажного механизма, разработал программное обеспечение по реализации математической модели кинематики плоского рычажного механизма, написал рукопись, несёт ответственность за плагиат

Евгений Д. Чертов предложил тематику исследований, осуществлял консультацию и руководство коллективом авторов

CONTRIBUTION

Maxim A. Vasechkin has carried out the state-of-the-art review of information sources on the studied problem, has offered algorithm of program realization of mathematical model of kinematics of the flat lever mechanism, has executed adjustment and submission of the manuscript in edition.

Andrey I. Potapov has executed debugging of the program for the analysis of kinematics of an example of the six-unit mechanism, has carried out the comparative analysis of result of computer calculation with result of the calculations received by a graphic-analytical method.

Alexandr S. Sidorenko has made the description of mathematical model of kinematics of the flat lever mechanism, has developed the software on realization of mathematical model of kinematics of the flat lever mechanism, has written the manuscript, bears responsibility for plagiarism.

Yevgeny D. Chertov has offered scope of researches, carried out consultation and the management of group of authors

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

ПОСТУПИЛА 29.03.2016

RECEIVED 3.29.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 26.04.2016

ACCEPTED 4.26.2016

Виртуальный образовательный комплекс по курсу «Методы планирования эксперимента» в среде дистанционного обучения Moodle

Елена В. Гусева,¹ eguseva@rally-online.ru
Диана Р. Батыргазиева¹ diana.b1994@mail.ru

¹ кафедра кибернетики химико-технологических процессов, Российский хим.-тех. ун-т им. Д.И. Менделеева, Миусская пл., 20, Москва, 125047, Россия

Реферат. В настоящее время информационные технологии проникли во все сферы деятельности человека, к числу которых относится и сфера образования. Основная задача статьи – показать преимущества разработанного комплекса, а также ознакомиться с его структурой. В статье приведены аргументы того, что использование дистанционных средств обучения оказывает заметное влияние на Российское образование. Этот подход обеспечивает условия для развития инновационных методов обучения. Также описаны возможности, которые предлагает виртуальный образовательный комплекс дистанционного обучения Moodle. Он привлекателен своей открытостью, содержит большой набор библиотек, классов и функций на языке программирования PHP, что делает его удобным инструментом для разработки различных информационных интернет-систем. Показано, что эффективность дистанционного обучения зависит от организации учебного материала. Выделены основные модули курса. Это разделение обеспечивает комплексное восприятие материала. Для проверки и контроля знаний обучающихся разработана система тестирования, также создан учебный пакет, в котором содержится материал, помогающий оценивать уровень знаний студента. Система тестирования включает перечень тестов, разделённых по разделам и состоящих из набора вопросов, различных по сложности. Вопросы сохраняются в единой базе данных («банк вопросов») и могут быть использованы повторно в одном или нескольких курсах или разделах. После прохождения студенту могут быть доступны правильные ответы на вопросы теста. Кроме того, в этот модуль входят инструменты для выставления оценок преподавателем. В статье сделан вывод о том, что виртуальный образовательный комплекс позволяет полноценно обучить студентов, обладает дружелюбным интерфейсом, стимулирующим учащихся к продолжению работы и успешному её завершению.

Ключевые слова: виртуальный образовательный комплекс, дистанционное обучение, тестирование, глоссарий

Virtual educational complex of the course “Methods of design of experiments” in distance learning environment of Moodle

Elena V. Guseva,¹ eguseva@rally-online.ru
Diana R. Batyrgazieva¹ diana.b1994@mail.ru

¹ cybernetics of chemical-technological processes department, D.I. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Miusskaya Sq., 9, Moscow, 125047, Russia

Summary. Currently the information technologies have penetrated to all spheres of human activity, including education. The main objective of the article is to show the advantages of the developed complex and to familiarize with its structure too. The article presents the arguments that the use of the distance learning tools has a significant impact on Russian education. This approach provides the conditions for the development of innovative teaching methods. The approach describes the capabilities offered by the virtual education center of distance learning Moodle too. It is attractive not only openness but because it contains a large set of libraries, classes and functions in the programming language PHP too, which makes it a convenient tool for developing various online information systems. It is shown that the effectiveness of distance learning depends on the organization of educational material. The basic modules of the course were underlined. This section provides a comprehensive understanding of material. For the verification and control of students knowledge the testing system was developed. In addition, the training package has been developed which contains the information, helping to assess the level of students knowledge. The testing system includes a list of tests divided into sections and consists of a set of questions of different complexity. The questions are stored in the single database (“The bank of questions”) and can be reused in one or more courses or sections. After passing the correct answers to the test questions can be available for the student. In addition, this module includes tools for grading by the teacher. The article concludes that the virtual educational complex enables to teach students, has a friendly interface that stimulate the students to continue the work and its successful completion.

Keywords: virtual learning system, distance learning, tests, glossary

Для цитирования

Гусева, Е. В., Батыргазиева Д. Р. Виртуальный образовательный комплекс по курсу «Методы планирования эксперимента» в среде дистанционного обучения Moodle // Вестник ВГУИТ. 2016. № 2. С 95–102. doi:10.20914/2310-1202-2016-2-95-101

For citation

Guseva, E. V., Batyrgazieva D. R. Virtual educational complex of the course “Methods of design of experiments” in distance learning environment of Moodle. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no 2 pp. 95–201 (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2016-2-95-101

Введение

Информационный прогресс диктует новые требования к содержанию и организации образовательного процесса. Появляются новые технологии и программные средства на базе интернет, внедрение которых позволяет существенно повысить эффективность непрерывного образования и самообразования. Одним из таких программных средств является дистанционное обучение. Такой способ обучения постепенно становится универсальной формой профессионального образования, ориентированного на индивидуальные запросы обучаемых и их специализацию. Дистанционные образовательные технологии применяются как для освоения отдельных курсов повышения квалификации пользователей, так и для получения высшего образования. В настоящее время есть прекрасная возможность получить образование в ведущих вузах и учебных центрах через интернет.

Этот вид обучения обладает рядом существенных преимуществ [1]:

- гибкость – студенты могут получать образование в подходящем им режиме и в удобном месте;
- дальное действие – обучающиеся неограничены расстоянием и могут учиться в независимости от места проживания;

- экономичность – значительно сокращаются расходы на дальние поездки к месту обучения.

Дистанционное обучение строится на использовании следующих основных элементов [1]:

- среда передачи информации (почта, информационные коммуникационные сети);
- методы, зависящие от технической среды обмена информацией.

Широкий спектр возможностей дистанционного обучения позволяет выбирать метод с учётом индивидуальных требований и предпочтений слушателя и ещё не исключает общение с преподавателем лицом к лицу.

В рамках проведённого обзора дистанционных образовательных комплексов по рассматриваемой тематике был сделан вывод о недостаточности имеющихся систем дистанционного обучения в области планирования эксперимента. Было принято решение о разработке и создании виртуального образовательного комплекса, который будет использоваться при обучении студентов инженерной специальности.

1.1 Модульная объектно-ориентированная среда дистанционного обучения Moodle

Для создания обучающего комплекса была выбрана платформа Moodle, так как она удобна в эксплуатации и обладает широкими функциональными возможностями [2].

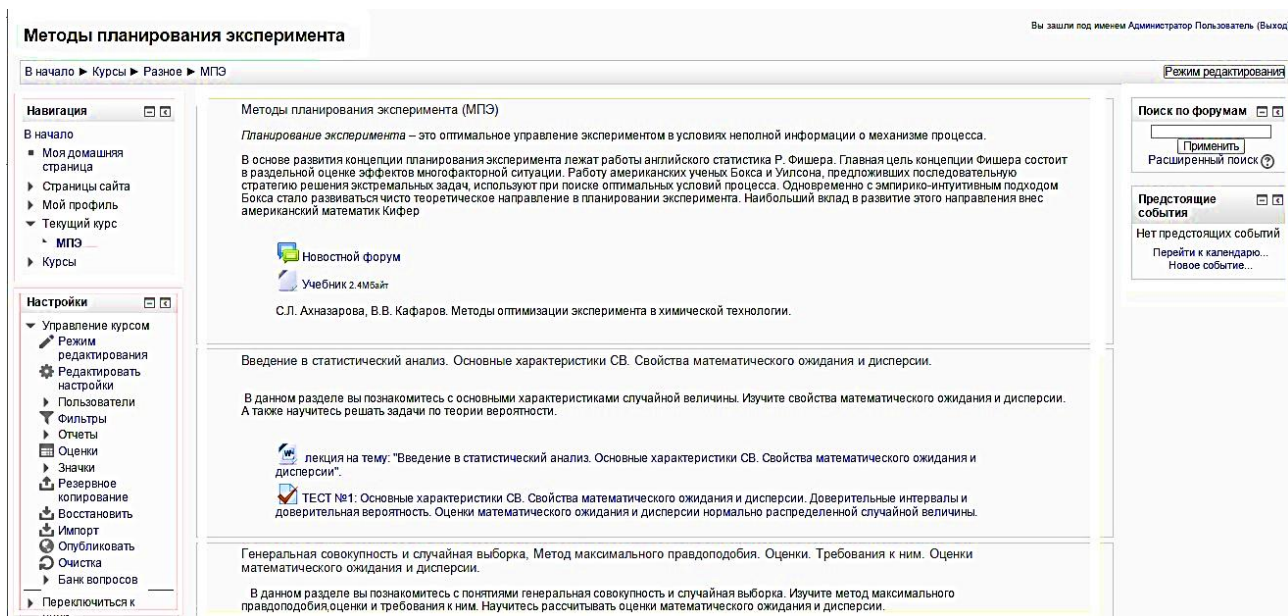


Рисунок 1. Главная страница виртуального образовательного комплекса

Figure 1. Main page of virtual education complex

Успешность дистанционного обучения во многом зависит от организации учебного материала [3]. Разработанный интерфейс обучающего комплекса представлен на рисунке 1 и содержит: развитую гипертекстовую структуру (определения, теоремы), удобную для пользователя систему навигации, позволяющую легко перемещаться по курсу и отправлять электронные письма преподавателю, лекционный материал и подсистему контроля знаний, глоссарий и ссылки.

Для эффективного изучения предмета информационно – образовательный ресурс разделён по модульному принципу. Предлагаемая структура обучающего курса включает три модуля (рисунок 2) содержит блоки: информационный (система информационного наполнения ресурса), практический и контрольный (механизм тестирования и оценки) [3].

«Методы планирования эксперимента» является одним из курсов при подготовке специалистов в области химической технологии, кибернетики, моделирования и вычислительной техники. В процессе изучения теоретического материала (лекций) и при проведении семинарских занятий студенты приобретают теоретические знания и практические навыки, позволяющие уменьшить число необходимых опытов и быстро выявить оптимальный вариант осуществления процесса. Студенты осваивают математико-статистические основы планирования и обработки эксперимента, алгоритмы дисперсионного, корреляционного и регрессионного анализов и планирования экстремального эксперимента.

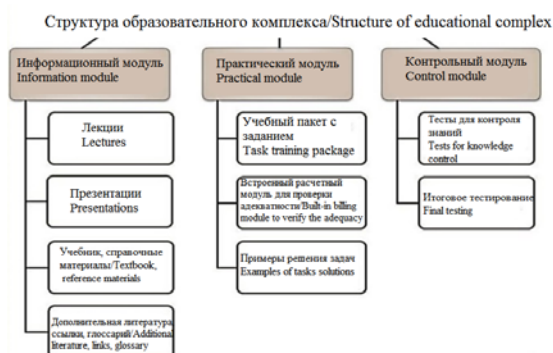


Рисунок 2. Модульная структура образовательного комплекса

Figure 2. The modular structure of education complex

1.2 Структура курса «Методы планирования эксперимента»

Информационно-образовательный ресурс, изображённый на рисунке 3, содержит: электронные учебные пособия, компьютерные конспекты лекций и семинаров, внешние информационные ресурсы, организованные в виде гиперссылок на ресурсы интернета.



Рисунок 3. Структура курса «Методы планирования эксперимента»

Figure 3. The structure of course of "Methods planning of experiments"

Структура является открытой, гибкой, модульной. Предусмотрена возможность расширения как функциональных возможностей, так и информационного наполнения. Такие качества системы позволяют быстро и эффективно реализовать гибкую перенастройку и адаптацию реализованных в ней информационно-образовательных ресурсов в зависимости от требований подготовки специалистов по различным направлениям, специальностям и программам. Электронные методические пособия содержат подробную характеристику рациональных приёмов описанных видов деятельности, критериев правильности решений, рекомендации по эффективному использованию методов планирования [4].

Доступ к информационно-образовательному ресурсу осуществляется из компьютерных классов и персональных компьютеров пользователей, объединённых в локальную вычислительную сеть вуза либо удалённо через интернет.

1.3 Контроль знаний в модульной объектно-ориентированной среде Moodle

Для контроля знаний после каждого раздела лекций предлагается пройти тестирование.

Все тестовые вопросы содержатся в Банке вопросов и могут быть использованы

в любом модуле курса. В таблице 1 представлены темы, которые вошли в Банк вопросов [5].

Таблица 1

Темы тестов промежуточной аттестации

Table 1.

Interim assessment tests threads

№	Тема
1	Введение в статистический анализ. Основные характеристики СВ. Свойства математического ожидания и дисперсии. Доверительные интервалы и доверительная вероятность. Оценки математического ожидания и дисперсии нормально распределённой случайной величины / Introduction to Statistical Analysis. Key Features ST. Properties of the expectation and variance. Confidence intervals and confidence level. Estimates for the expectation and variance of normally distributed random variable.
2	Генеральная совокупность и случайная выборка. Метод максимального правдоподобия. Оценки и требования к ним. Классификация ошибок измерения. Закон сложения ошибок. Сравнение нескольких дисперсий. Проверка однородности результатов измерений. Ошибки косвенных измерений. Определение дисперсии по текущим измерениям. Подбор плотности распределения вероятности / General population and random sample. maximum likelihood method. Ratings and requirements. Classification of measurement errors. Error adding the law. Comparison of multiple dispersions. Check the uniformity of measurements. Errors of indirect measurements. Determination of the dispersion of current measurements. Selection of the probability density.
3	Методы корреляционного и регрессионного анализов. Выборочный коэффициент корреляции. Коэффициенты частной корреляции. Приближенная регрессия. Метод наименьших квадратов. Линейная регрессия от одного параметра. Метод множественной корреляции. Регрессионный анализ в матричной форме. / Methods of correlation and regression analysis. Selective correlation coefficient. The coefficients of partial correlation. Approximate regression. Least square method. Linear regression of a single parameter. The method of multiple correlation. Regression analysis in a matrix form.
4	Основные понятия и определения планирования эксперимента (уровни, факторы, факторное пространство, параметры оптимизации) / Basic concepts and definitions of design of experiments (levels, factors, factor space, optimization of parameters)
5	Полный факторный эксперимент. Дробный факторный эксперимент / A full factorial experiment. Fractional factorial experiment
6	Оптимизация методом крутого восхождения по поверхности отклик / Optimization method of steep ascent on the response surface
7	Описание области, близкой к экстремуму. Композиционные планы 2-го порядка Бокса–Уилсона. Ортогональные планы второго порядка / Description of the area close to the extreme. Composite plans 2 order Box-Wilson. The orthogonal second-order plans
8	Ротatable планы второго порядка Бокса-Хантера / Rotatable plans for a second-order Box-Hunter

В тестах используются вопросы разных типов – «множественный выбор», «короткий ответ», «числовой ответ», «вопросы на соответствие», «эссе» и «вложенные ответы» (рисунок 4) содержит примеры разных типов вопросов, перечисленных ниже [1]:

- *вопрос в закрытой форме (множественный выбор)* предлагает обучаемому выбрать из нескольких вариантов ответа один или несколько правильных;
- *вопрос типа «На установление соответствия»* предлагает сопоставить несколько вопросов с предлагаемыми ответами, причём число ответов может быть больше числа вопросов;
- *вопрос «Верно/Неверно»* предлагает две альтернативы Да/Нет, Истина/Ложь;

- *вопрос «Короткий ответ»* предлагает обучаемому в качестве ответа ввести слово или фразу;
- *вопрос типа «Вложенные ответы»* предоставляет возможность «вкладывать» в один вопрос несколько элементов для ответа. Например, создать гибриды типов вопросов: «В закрытой форме», «Короткий ответ», и «Вопрос на соответствие» в одном экземпляре вопроса;
- *вопрос «Эссе»*. Этот тип вопроса позволяет получить от студента развернутый ответ на вопрос или небольшой рассказ. В отличие от других типов вопросов, «Эссе» оценивается преподавателем «вручную».

Каждый вопрос теста оценивается в зависимости от степени сложности. Использование разных форм вопроса способствует повышению мотивации и интереса учащихся.

Типы вопросов:

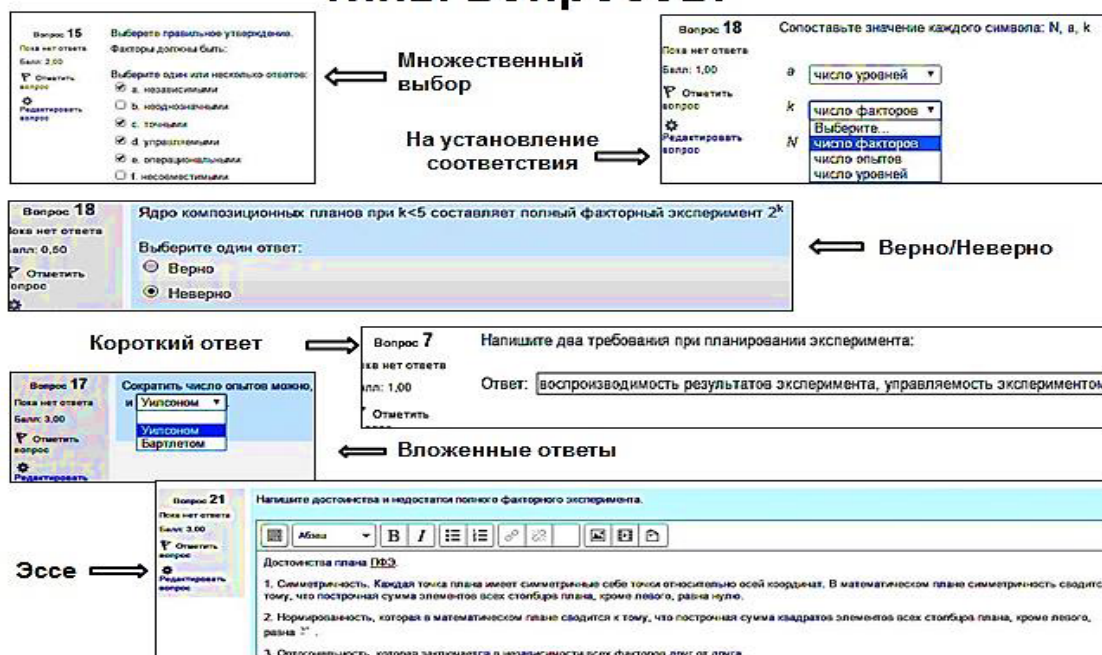


Рисунок 4. Типы тестовых вопросов

Figure 4. Type of test questions

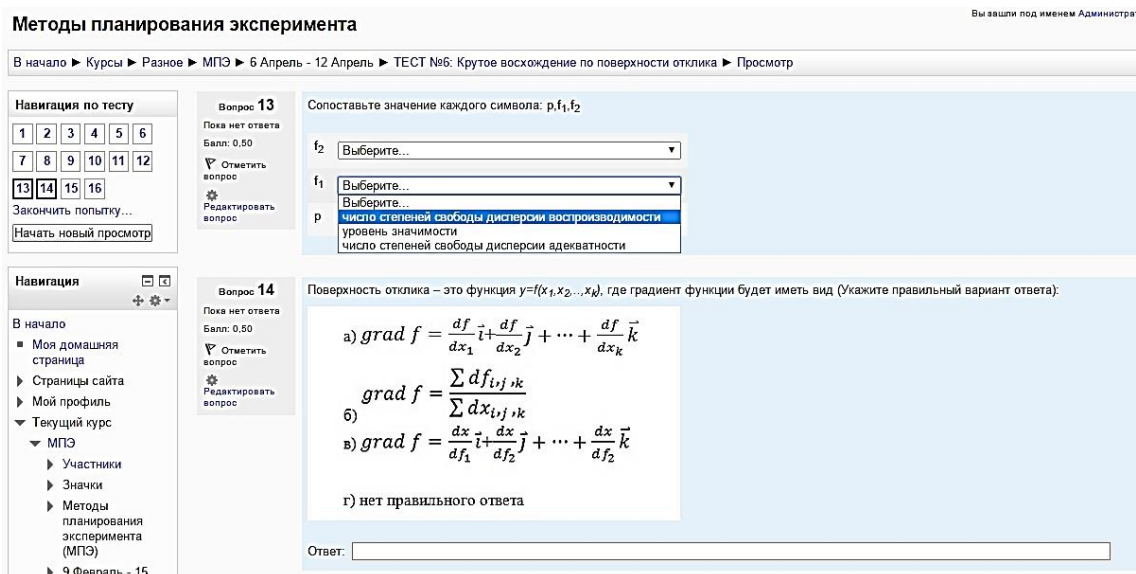


Рисунок 5. Режим итогового тестирования

Figure 5. The mode of final testing

На рисунке 5 представлен пример итогового тестирования, состоящий из 5–7 вопросов каждого теста различной степени сложности и охватывающий все разделы курса. В каждом тесте разобраны все темы курса и реализованы все типы вопросов, кроме того, предусмотрено соотношение сложных и лёгких вопросов. Курс прошёл экспериментальную апробацию. Студенты, в количестве пяти человек, успешно

прошли промежуточные и итоговые тестовые задания. На рисунке 6 представлен отчёт о прохождении теста. Помимо элемента тестирования, разработан учебный пакет с заданиями (рисунк 7), который содержит практические, контрольные и лабораторные работы, необходимые для качественного усвоения курса, творческие задания (курсовые работы, задания, ситуации и т. д.).

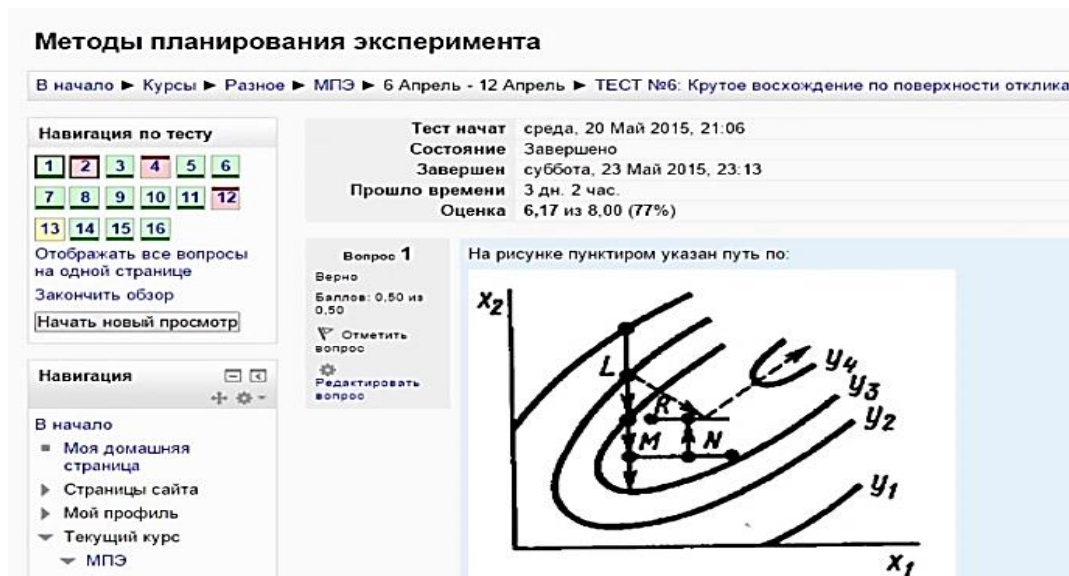


Рисунок 6. Отчёт о прохождении теста

Figure 6. Report of passing the test

Они направлены на самостоятельное применение усвоенных знаний, умений, навыков, выполнение проектов индивидуально и в группах сотрудничества.

Для контроля успеваемости студента предусмотрена жёсткая отчётность за каждый раздел курса. Работа каждого учащегося

по освоению курса регламентирована сроками прохождения курса. Для этого разработаны: график прохождения тем и разделов по данной дисциплине, формы и время отчётности, график прохождения практических и семинарских занятий, также описана система штрафов за просроченные задания.

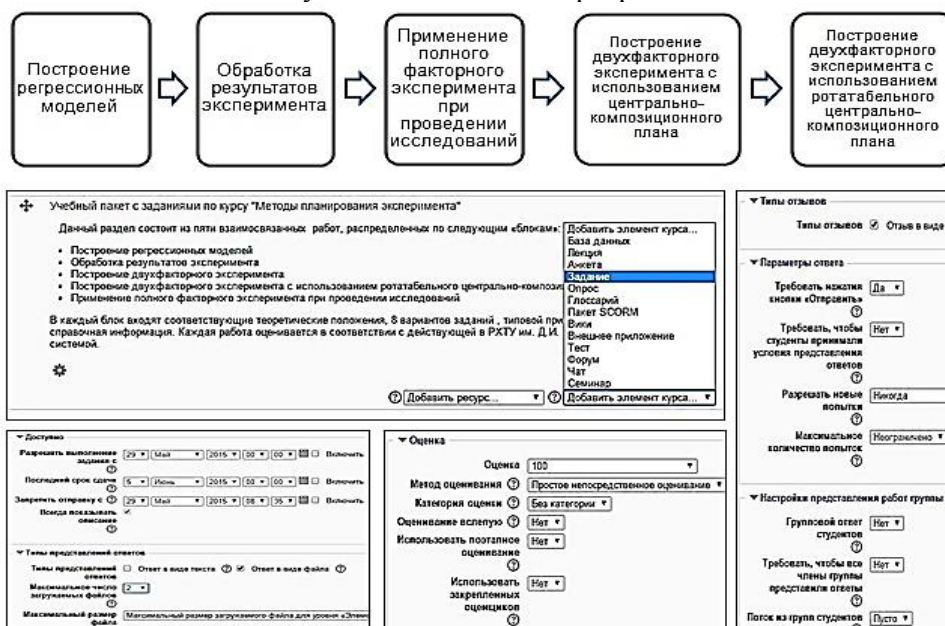


Рисунок 7. Учебный пакет с заданиями

Figure 7. Training package with job

Закключение

Таким образом, разработанный виртуальный образовательный комплекс по курсу «Методы планирования эксперимента» может

не только служить вспомогательным элементом обучения, но и позволяет в дальнейшем использоваться для полноценного обучения студентов.

ЛИТЕРАТУРА

1 Смирнов С.А. Применение Moodle 2.3 для организации дистанционной поддержки образовательного процесса: учебное пособие. М.: «Школа Будущего», 2012. 182 с.

2 Велединская С.Б., Дорофеева М.Ю. Смешанное обучение: технология проектирования учебного процесса // Открытое и дистанционное образование. 2015. № 2. С. 12–19.

3 Oproiu G.C. A study about using e-learning platform (Moodle) in university teaching process // Procedia – Social and Behavioral Sciences. 2015. V. 180. P. 426–432.

4 Caputia V., Garridob A. Student-oriented planning of e-learning contents for Moodle // Journal of Network and Computer Applications. 2015. V. 53. P. 115–127. DOI:10.1016/j.jnca.2015.04.001

5 Ахназарова С.Л., Кафаров В.В. Методы оптимизации эксперимента в химической технологии: учеб. пособие. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Высшая школа, 1985. 327 с.

6 Despotović-Zrakić M. et al. Providing adaptivity in Moodle LMS courses // Educational Technology & Society. 2012. V. 15. №. 1. P. 326–338.

1 Smirnov S.A. Primenenie Moodle 2.3 dlya organizatsii distantsionnoi podderzhki obrazovatel'nogo protsessa [The Use of Moodle 2.3 for the remote support of the educational process]. Moscow, Shkola Budushchego, 2012. p. 182. (in Russian).

2 Veleinskaya S.B., Dorofeeva M.Yu. Blended learning: design technology of the educational process. *Otkrytoe i distantsionnoe obrazovanie* [Open and distance education], 2015. no. 2, pp. 12–19. (in Russian).

3 Oproiu G.C. A Study about Using E-learning Platform (Moodle) in University Teaching Process. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 2015, vol.180, pp. 426–432.

4 Caputia V., Garridob A. Student-oriented planning of e-learning contents for Moodle. *Journal of Network and Computer Applications*, 2015, vol. 53, pp. 115–127. DOI:10.1016/j.jnca.2015.04.001

5 Akhnazarova S.L., Kafarov V.V. Metody optimizatsii eksperimenta v khimicheskoi tekhnologii [Methods of experiment optimization in chemical technology]. Moscow, Vysshaya shkola, 1985, 327 p. (in Russian).

6 Despotović-Zrakić M., Marković A., Bogdanović Z., Barać D. et al. Providing adaptivity in Moodle LMS courses. *Educational Technology & Society*, 2012, vol. 15, no. 1, pp. 326–338.

REFERENCES

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Елена В. Гусева к.т.н., доцент, кафедра кибернетики химико-технологических процессов, Российский хим.-тех. ун-т им. Д.И. Менделеева, Миусская пл, 9, г. Москва, 125047, Россия, eguseva@rally-online.ru

Диана Р. Батыргазиева магистрант, кафедра кибернетики химико-технологических процессов, Российский хим.-тех. ун-т им. Д.И. Менделеева, Миусская пл, 9, г. Москва, 125047, Россия, diana.b1994@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Елена В. Гусева предложила методику разработки обучающего комплекса и организовала доступ в систему дистанционного обучения

Диана Р. Батыргазиева обзор литературных источников по исследуемой проблеме, разработала обучающий комплекс по курсу «Методы планирования эксперимента», выполнила расчёты, написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 18.04.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 25.05.2016

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Elena V. Guseva Ph. D., Associate Professor, Department of Cybernetics of chemical-technological processes, D.I. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Miusskaya Sq., 9, Moscow, 125047, Russia, eguseva@rally-online.ru

Diana R. Batyrgazieva graduate student, Department of Cybernetics of chemical-technological processes, D.I. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Miusskaya Sq., 9, Moscow, 125047, Russia, diana.b1994@mail.ru

CONTRIBUTION

Elena V. Guseva proposed a methodology for development of education complex and organized access to the system of distance learning

Diana R. Batyrgazieva review of the literature on an investigated problem, developed of education complex on course of “Methods of design of experiments”, 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 4.18.2016

ACCEPTED 5.25.2016

Математическое моделирование оптимизации и управления транспортным потоком посредством применения датчиков регистрации проходящих автомобилей и информационных устройств

Алексей В. Скрыпников,¹ skrypnikovvsafe@mail.ru
Дмитрий В. Бурмистров,¹
Вячеслав Г. Козлов,¹
Елена В. Чернышова¹ elenabok@mail.ru

¹ кафедра информационной безопасности, Воронеж. гос. ун-т инж. технол., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Реферат. В статье рассмотрено, что наиболее эффективным мероприятием для уменьшения числа дорожно-транспортных происшествий при обгонах на участках с ограниченной видимостью является своевременная информация водителей о режимах движения и об отсутствии встречного автомобиля в пределах опасного участка. Более надёжные результаты дают световые табло, включаемые автоматически при прохождении автомобилем соответствующего датчика. При этом выдаваемая световыми табло информация должна быть получена водителем на таком расстоянии от мест концентрации дорожных происшествий, при котором водитель, получив её, смог бы беспрепятственно совершить тот или иной манёвр. Для определения этого расстояния использован метод расчёта пути обгона. Анализ различных вариантов дорожной ситуации, имеющих место на участках дорог с необеспеченной видимостью, показывает, что наиболее неблагоприятными будут следующие: по одной из полос первым движется тихоходный автомобиль, за ним с временным интервалом 3 с – быстроходный, водитель которого намерен совершить обгон; по встречной полосе по истечении 3 с от момента прохода тихоходным автомобилем датчика движется быстроходный. Разработана схема организации и регулирования движения на участках дорог с необеспеченной видимостью с помощью информационных устройств. Информационные устройства, предупреждающие водителей о режимах движения на участках дорог с ограниченной видимостью, устанавливаются на подходах к опасному участку с обоих направлений при расстоянии видимости не менее 400 м и интенсивности движения, не превышающей 400 авт/ч на одну полосу. Экономический эффект от внедрения информационных устройств достигается за счёт снижения количества дорожно-транспортных происшествий на участках дорог с ограниченной видимостью в плане и профиле, а также – повышения производительности работы автомобильного транспорта.

Ключевые слова: моделирование, скорость, автомобильная дорога, информационное устройство, путь обгона, режим движения, необеспеченная видимость.

Mathematical modeling and optimization of traffic control through the use of sensors detect the passing cars and information devices

Aleksei V. Skrypnikov,¹ skrypnikovvsafe@mail.ru
Dmitri V. Burmistrov,¹
Vyacheslav G. Kozlov,¹
Elena V. Chernyshova¹ elenabok@mail.ru

¹ information security department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia

Summary. The paper considers that the most effective measure to reduce the number of road accidents when overtaking in areas with limited visibility is timely information about drivers driving conditions and the lack of an oncoming car within the danger zone. More reliable results give light boards included automatically when the car passes the corresponding sensor. In this light boards issued information must be obtained by the driver at such a distance from the places of concentration of traffic accidents in which the driver received it, would be able to freely make a particular maneuver. To determine this distance, we used the method of calculating the path of overtaking. Analysis of the various options the traffic situation, taking place on the road with an unsecured appearance, shows that the most disadvantaged will be the following: one of the first bands moving slow-moving car, followed by a time interval of 3 - speedboat driver who wishes to overtake; in the opposite lane at the expiration of 3 from the moment of the passage of low-speed vehicle-speed sensor moves. A scheme for the organization and regulation of traffic on road sections with unsecured visibility with in the power of information devices. Information that warn drivers about traffic conditions on the road with limited visibility, set on the way to a dangerous site from both directions at a distance of visibility is not less than 400 m, and traffic does not exceed 400 authors / h per lane. The economic effect of the introduction of information devices is achieved by reducing the number of traffic accidents on the road with limited visibility in plan and profile, as well as by increasing the Flow rate of road traffic.

Keywords: simulation, speed, road, information device, path overtaking driving mode, unsecured visibility

Для цитирования

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 ВГУИТ. 2016. № 2. С 102–109. doi:10.20914/2310-1202-2016-2-102-109

For citation

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 VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no 2 pp. 102–109 (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2016-2-102-109

Введение

Видимость является одним из важнейших факторов, определяющих безопасность движения по дорогам. С её недостаточной величиной чаще всего связаны дорожные происшествия при обгонах, совершаемых при высоких скоростях на вертикальных и горизонтальных кривых. Основной причиной дорожных происшествий на участках с ограниченной видимостью чаще всего бывают столкновения автомобилей. При этом характерным местом сосредоточения дорожно-транспортных происшествий являются зоны отсутствия видимости.

Наиболее эффективным мероприятием для уменьшения числа дорожно-транспортных происшествий при обгонах на участках с ограниченной видимостью является своевременная информация водителей о режимах движения и об отсутствии встречного автомобиля в пределах опасного участка. Такая информация позволяет водителям более полно оценивать дорожную обстановку и уменьшает вероятность ошибки в принятии того или иного решения.

Информация, необходимая водителю в процессе движения, может быть подана различными методами. Более надёжные результаты дают световые табло, включаемые автоматически при прохождении автомобилем соответствующего датчика. При этом выдаваемая световыми табло информация (рекомендуемая скорость движения, наличие или отсутствие автомобилей на встречной полосе и др.) должна быть получена водителем на таком расстоянии от мест концентрации дорожных происшествий (вершины вертикальной или горизонтальной кривой), при котором водитель, получив её, смог бы беспрепятственно совершить тот или иной манёвр. Для определения этого расстояния использован метод расчёта пути обгона [1].

При скоростях движения обгоняемого автомобиля V_m и обгоняющего $V_m + \Delta V$ путь обгона определяется по формуле

$$S_{\text{обг}} = 2S_{\text{инт}} \left(\frac{V_m}{\Delta V} + 1 \right), \quad (1)$$

где $S_{\text{инт}}$ – расстояние между обгоняемым и обгоняющим автомобилями в начале и в конце обгона, м; V_m – скорость обгоняемого автомобиля, км/ч; ΔV – приращение скоростей обгоняющего и обгоняемого автомобилей, км/ч.

Для облегчения расчёта пути обгона построена номограмма (рисунок 1). В первом квадрате построено уравнение $X = \frac{V_m + \Delta V}{\Delta V}$.

Приняв переменное ΔV за параметр и строя на оси ординат шкалу V_m , а на оси абсцисс – шкалу 1, получим зависимость скорости V_m от X . Параметр ΔV принят равным 5, 10, 20 и 40 км/ч. Переменное ΔV при этом изменяли от 10 до 100 км/ч с интервалом 10 км/ч.

Во втором квадрате построено, по данным таблицы 1, уравнение

$$S_{\text{обг}} = 2S_{\text{инт}} X.$$

Приняв расстояние от обгоняющего до обгоняемого автомобиля в начале и конце обгона $S_{\text{инт}}$ за параметр уравнения, и используя ранее построенную горизонтальную шкалу для X , построим на оси ординат шкалу искомой переменной $S_{\text{обг}}$. Параметр $S_{\text{инт}}$, принимали при этом равным 5, 10, 15, 20 и 40 м.

Пример использования номограммы. Дано: $S_{\text{инт}} = 20$ м, $V_m = 70$ км/ч, $\Delta V = 20$ км/ч. По номограмме (рисунок 1) получаем $S_{\text{обг}} = 185$ м. Вычислением находим

$$S_{\text{обг}} = 2S_{\text{инт}} \left(\frac{V_m}{\Delta V} + 1 \right) = 220 \left(\frac{70}{20} + 1 \right) = 180 \text{ м.}$$

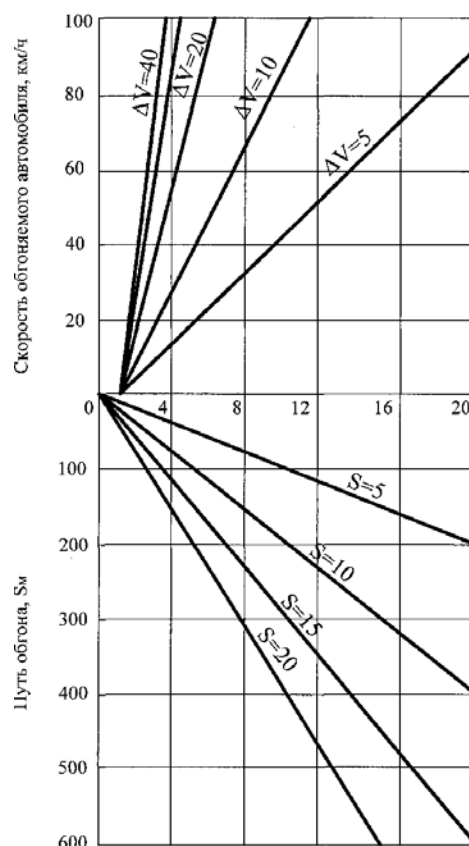


Рисунок 1. Номограмма для определения пути обгона при $V_m = \text{const}$ и $\Delta V = \text{const}$

Figure 1. The nomogram for determining the way of overtaking $V_m = \text{const}$ and when $\Delta V = \text{const}$

Часто сближение и последующий обгон выполнить сразу нельзя. Обгоняющий автомобиль должен снизить скорость до скорости обгоняемого автомобиля и некоторое время двигаться за ним на небольшом расстоянии.

Когда дорога освободится, то обгоняющему автомобилю надо набрать нужную скорость, совершить обгон и в зависимости от обстоятельств снова занять место в колонне автомобилей, двигающихся со скоростью обгоняемого автомобиля. В этом случае путь обгона определяется по формуле:

$$S_{\text{обг}} = 2S_{\text{инт}} + 2V_m \sqrt{S_{\text{инт}}} \sqrt{\frac{j_2 - j_1}{j_1 j_2}} \quad (2)$$

При этом предполагается, что ускорение разгона j_1 и ускорение замедления j_2 в процессе обгона величина постоянная.

В формуле (2) пять переменных и, следовательно, для её построения потребуется четыре квадранта.

Разделив формулу (2) посредством вспомогательных переменных на четыре уравнения, получим:

$$X = \sqrt{\frac{j_2 - j_1}{j_1 j_2}}, \quad Y = X \sqrt{S_{\text{инт}}}, \quad Z = 2YV_m,$$

$$S_{\text{обг}} = 2S_{\text{инт}} + z.$$

Таблица 1

Данные расчёта переменной

Table 1

The data for calculating the variable

V_m	Значение Value $X = \frac{V_m + \Delta V}{\Delta V}$			
	Параметр Parameter ΔV			
	5	10	20	40
1	2	3	4	5
10	3	2	1,5	1,25
20	5	3	2	1,5
30	7	4	2,5	1,75
40	9	5	3	2
50	11	6	3,5	2,25
60	13	7	4	2,5
70	15	8	4,5	2,75
80	17	9	5	3
90	19	10	5,5	3,25
100	21	11	6	3,5

По мере возрастания интенсивности движения по дороге водителям наиболее быстроходных автомобилей приходится, приблизившись к обгоняемому автомобилю, снижать скорость до равной с ним и осуществлять обгон.

Эти четыре уравнения построены в четырёх квадрантах номограммы на рисунке 2.

В квадранте 1 получены кривые $X = \sqrt{\frac{j_2 - j_1}{j_1 j_2}}$, а в остальных квадрантах –

пучки прямых, проходящих через начало координат. Во всех уравнениях за параметры приняты переменные: $j_2, S_{\text{инт}}, V_m$. Параметр принят равным $-1, -2, -3, -4, -5$ м/с, параметр $S_{\text{инт}}$ $-5, 10, 15, 20, 30$ и 40 м, параметр V_m $-20, 40, 60$ и 80 км/ч. На номограмме дан ход решения следующего примера: $j_1 = 0,4$ м/с², $j_2 = -2$ м/с², $S_{\text{инт}} = 720$ м; вычислением находим $S_{\text{обг}} = 729$ м.

Режим движения автомобилей определяется как дорожными условиями (планом и профилем дороги), так и обстановкой движения (наличием на дороге автомобилей, тракторов автопоездов и других транспортных средств) [1, 4]. При интенсивности движения до 100 авт/ч в одном направлении режим движения по дороге принято называть свободным. Такой режим характерен для периодов спада движения на дорогах в ночные и предутренние часы. Обгоны медленно едущих автомобилей более быстроходными в этих случаях производятся обычно беспрепятственно [4, 5].

Таблица 2

Данные расчёта пути обгона

Table 2.

The data for calculating the path of overtaking

X	Значение Value $S_{\text{обг}} = 2S_{\text{инт}}X$				
	Параметр Parameter $S_{\text{инт}}$				
	5	10	15	20	40
1	10	20	30	40	80
2	20	40	60	80	160
3	30	60	90	120	240
4	40	80	120	160	320
5	50	100	150	200	400
6	60	120	180	240	480
7	70	140	210	280	560
8	80	160	240	320	640
9	90	180	270	360	720
10	100	200	300	400	800
11	110	220	330	440	880
12	120	240	360	480	960
13	130	260	390	520	1040
14	140	280	420	560	1120
15	150	300	450	600	1200
16	160	320	480	640	1280
17	170	340	510	680	1360
18	180	360	540	720	1440
19	190	380	570	760	1520
20	200	400	600	800	1600

Таблица 3
Данные расчёта переменной X

Table 3
The data for calculating the variable X

j_1	Значение Value $X = \sqrt{\frac{j_2 - j_1}{j_1 j_2}}$				
	Параметр Parameter $j_2, \text{м/с}^2$				
	-1	-2	-3	-4	-5
0,1	3,32	3,24	3,22	3,20	3,19
0,2	2,45	2,35	2,31	2,29	2,28
0,3	2,08	1,96	1,92	1,89	1,88
0,4	1,87	1,73	1,68	1,66	1,64
0,5	1,73	1,58	1,53	1,50	1,48
0,6	1,63	1,47	1,41	1,38	1,37
0,7	1,56	1,39	1,33	1,30	1,28
0,8	1,50	1,32	1,26	1,23	1,20
0,9	1,45	1,27	1,20	1,17	1,15
1	1,41	1,23	1,16	1,12	1,10

Таблица 4
Данные расчёта переменной Y

Table 4
The data for calculating the variable Y

X	Значение Value $Y = X \sqrt{S_{\text{инт}}}$						
	Параметр Parameter $S_{\text{инт}}, \text{м}$						
	5	10	15	20	30	40	60
1,4	3,1	4,42	5,4	6,3	7,7	8,9	10,8
1,7	3,8	5,47	6,8	7,65	9,3	10,8	13,2
2,0	4,48	6,32	7,8	9,0	10,96	12,7	15,5
2,23	4,99	7,05	8,7	10,0	12,2	14,1	17,3
2,44	5,46	7,71	9,5	11,0	13,4	15,4	18,9
2,64	5,9	8,34	10,3	11,9	14,5	16,7	20,5
2,83	6,3	8,94	11,0	12,7	15,5	17,9	21,9
3,0	6,7	9,48	11,7	13,5	16,4	18,98	23,2
3,16	7,1	9,98	12,3	14,2	17,3	20,0	24,5
3,32	7,4	10,49	12,95	14,9	18,2	21,0	29,1
3,46	7,7	10,93	13,5	15,6	18,95	21,9	26,8

Авторы [2, 3] показывают, что интервал между автомобилями в «пачке» на прямом горизонтальном участке, независимо от состава и интенсивности движения (до 500 авт./сут. на одной полосе), равен примерно 3 с (рисунок 3).

Распределение числа автомобилей по полосам в течение суток, как показывают наблюдения за интенсивностью движения, имеет определённую закономерность. Как правило, в определённые часы суток загрузка одной полосы значительно превышает загрузку другой, то есть интенсивность движения в одном каком-то направлении больше, чем в другом.

Таблица 5
Данные расчёта переменной Z

Table 5
The data for calculating the variable Z

Y	Значение Value $Z = 2YV_m$			
	Параметр Parameter $V_m, \text{с}$			
	5,6	11,1	16,7	22,2
2	22,2	44,4	66,6	88,8
4	44,4	88,8	133,2	177,6
6	66,6	133,2	199,8	266,4
8	88,8	177,6	266,4	355,2
10	111,0	222,0	333,0	444,0
12	133,2	266,4	399,6	532,8
14	155,4	310,8	466,2	621,6
16	177,6	355,2	499,8	710,4

Таблица 6
Данные расчёта пути обгона

Table 6
The data for calculating the path of overtaking

Z	Значение Value $S_{\text{обг}} = 2S_{\text{инт}} + z$					
	Параметр Parameter $S_{\text{инт}}, \text{м}$					
	5	10	15	20	30	40
1	2	3	4	5	6	7
20	30	40	50	60	80	100
80	90	100	110	120	140	160
140	150	160	170	180	200	220
200	210	220	230	240	260	280
260	270	280	290	300	320	340
320	330	340	350	360	380	400
380	390	400	410	420	440	460
440	450	460	470	480	500	520

Неравномерность распределения автомобилей по длине дороги и полосам движения, колебания интенсивности в течение суток – все это предъявляет определённые требования к схеме расположения датчиков и информационных устройств на участках с необеспеченной видимостью. Анализ различных вариантов дорожной ситуации, имеющих место на участках дорог с необеспеченной видимостью, показывает, что наиболее неблагоприятным будет следующий (рисунок 4): 1) по одной из полос первым движется тихоходный автомобиль, за ним с временным интервалом 3 с – быстроходный, водитель которого намерен совершить обгон; 2) по встречной полосе по истечении 3 с от момента прохода тихоходным автомобилем датчика А движется быстроходный [5].

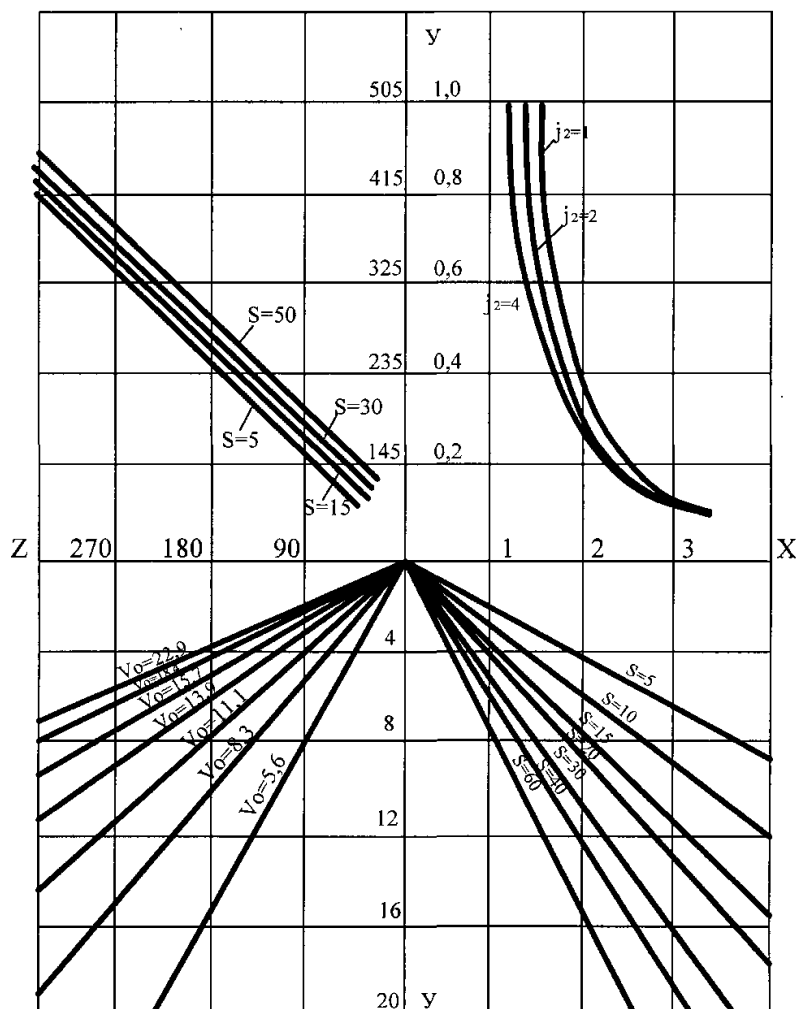


Рисунок 2. Номограмма для определения пути обгона при постоянных ускорении и замедлении

Figure 2. A nomogram for determining the path of overtaking with constant acceleration and deceleration

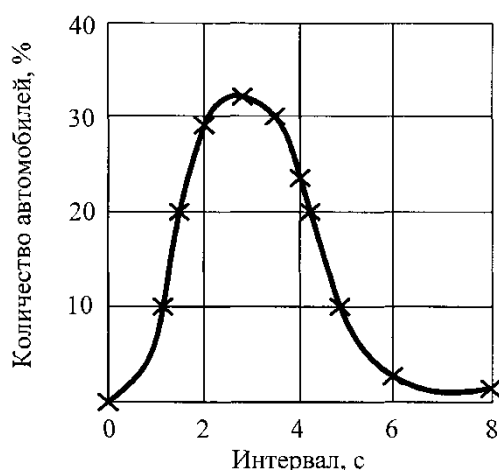


Рисунок 3. Кривая распределения интервалов между автомобилями

Figure 3. Distribution curve intervals between cars

В этом случае расстояние между датчиками регистрации проходящих автомобилей и информационными устройствами определится следующим образом [6]. Предположим, что

автомобиль 1 проходит датчик А в момент времени t_0 , а автомобиль 2 датчик В в момент времени t_1 . Тогда $t_1 - t_0 > 3$.

$$L_d = 2t_{\text{инт}} V'_6 + t_2 V_m + (2t_{\text{инт}} + t_2 + t_1) V''_6, \quad (3)$$

где $t_{\text{инт}}$ – временной интервал между обгоняющими и обгоняемым автомобилями в момент начала обгона; V'_6 – допускаемая скорость движения обгоняющего автомобиля; t_2 – время движения быстроходного автомобиля на участке L_d ; V_m – скорость движения тихоходного автомобиля; t_1 – момент прохождения автомобиля 2 датчика В; V''_6 – допускаемая скорость движения встречного автомобиля.

Так как $2t_{\text{инт}} V'_6 + t_2 V_m = S_{\text{обг}}$, то:

$$L_d = S_{\text{обг}} + (2t_{\text{инт}} + t_2 - t_1) V''_6. \quad (4)$$

Время движения быстроходного автомобиля на участке СД равно

$$t_2 \frac{S_{\text{обг}}}{V_6'} - 2t_{\text{инт}}.$$

Тогда

$$L_d = S_{\text{обг}} \left(1 + \frac{V_6''}{V_6'} \right) - t_1 V_6''. \quad (5)$$

При $V_6' = V_6''$ будем иметь

$$L_d = 2S_{\text{обг}} - t_1 V_6''. \quad (6)$$

Если учесть ещё длину обгоняющего и встречного автомобилей l_o и l_b соответственно, а также некоторый запас пути на интервал безопасности S_6 , то окончательно получим

$$L_d = 2S_{\text{обг}} + l_o + l_b + S_6 - t_1 V_6'' \quad (7)$$

Расстояние между информационными устройствами будет:

$$L_y = 2S_{\text{обг}} + l_o + l_b + S_6 - t_1 V_6'' - 2t_{\text{инт}} V_6. \quad (8)$$

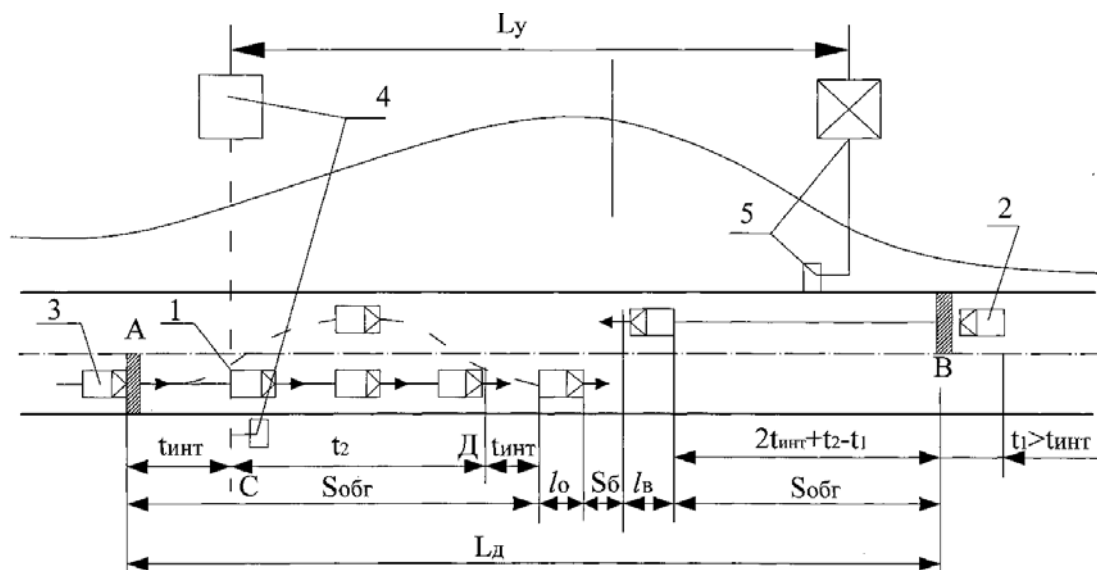


Рисунок 4. Схема расположения датчиков регистрации проходящих автомобилей и информационных устройств на участке дороги с ограниченной видимостью: А и В – датчики регистрации проходящих автомобилей; 1,2,3 – тихоходный, встречный и обгоняющий автомобили соответственно; 4,5 – информационные устройства

Figure 4. Sensor arrangement of registration of passing vehicles and information devices on the stretch of road with limited visibility : А and В – Sensors detect the passing vehicles; 1,2,3 – low-speed, overtaking and oncoming cars, mobiles, respectively; 4,5 – information devices

Заключение

В статье рассмотрено, что наиболее эффективным мероприятием для уменьшения числа дорожно-транспортных происшествий при обгонах на участках с ограниченной видимостью является своевременная информация водителей о режимах движения и об отсутствии встречного автомобиля в пределах опасного участка. Анализ различных вариантов дорожной ситуации, имеющих место на участках дорог с необеспеченной видимостью, показывает, что наиболее неблагоприятными будут следующие: по одной из полос первым движется тихоходный автомобиль, за ним с временным интервалом 3 с – быстроходный, водитель которого намерен совершить обгон; по встречной полосе по истечении 3 с от момента прохода тихоходным автомобилем датчика движется быстроходный.

Разработана схема организации и регулирования движения на участках дорог с необеспеченной видимостью с помощью информационных устройств. Информационные устройства, предупреждающие водителей о режимах движения на участках дорог с ограниченной видимостью, устанавливаются на подходах к опасному участку с обоих направлений при расстоянии видимости не менее 400 м и интенсивности движения, не превышающей 400 авт./ч на одну полосу.

Экономический эффект от внедрения информационных устройств достигается за счёт снижения количества дорожно-транспортных происшествий, а также за счёт повышения производительности работы автомобильного транспорта.

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. Воронеж, 2014. Т. 2. № 5–4. С. 17–21.

2 Burmistrova O.N., Sushkov S.I., Sushkov A.S., Burmistrov V.A. Development of theoretical foundations of rational distribution of industrial facilities Forest Complex / Materiály X mezinárodní vědecko – praktická Konference «Efektivní nástroje Moderních věd – 2014» 27 dubna – 05 května 2014 roku Díl 33 Technické vědy Praha. Publishing house «education and science» s.r.o. P. 3–10.

3 Скрыпников А.В., Сковцова Т.В., Кондрашова Е.В. Пропускная способность регулируемого перекрёстка // Перспективные технологии, транспортные средства и оборудование при производстве, эксплуатации, сервисе и ремонте. Межвузовский сборник науч. тр. 2007. № 2. С. 201–204.

4 Gradinescu V. et al. Adaptive traffic lights using car-to-car communication // Vehicular Technology Conference, 2007. VTC2007-Spring. IEEE 65th. 2007. P. 21–25. DOI: 10.1109/VETECS.2007.17

5 Pollatsek A. et al. Driving simulators as training and evaluation tools: novice drivers // Handbook of Driving Simulation for Engineering, Medicine, and Psychology. 2011. P. 334–337.

6 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

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Алексей В. Скрыпников д.т.н., профессор, кафедра информационной безопасности, Воронеж. гос. ун-т инж. технол., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, skrypnikovvsafe@mail.ru

Дмитрий В. Бурмистров докторант кафедра информационной безопасности, Воронеж. гос. ун-т инж. технол., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия,

Вячеслав Г. Козлов докторант, кафедра информационной безопасности, Воронеж. гос. ун-т инж. технол., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия,

Елена В. Чернышова аспирант, кафедра информационной безопасности, Воронеж. гос. ун-т инж. технол., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, elenabok@mail.ru

REFERENCES

1 Arutyunyan A.Yu. Analysis of quality management of road surfaces. Aktual'nye napravleniye nauchnykh issledovaniy [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 Burmistrova O.N., Sushkov S.I., Sushkov A.S., Burmistrov V.A. Development of theoretical foundations of rational distribution of industrial facilities Forest Complex [Materials X international scientific - practical Conference «Effective tools of modern science» 2014, pp. 3–10.

3 Skrypnikov A.V., Skvortsova T.V., Kondrashova E.V. The capacity of the controlled junction. Perspektivnye tekhnologii, transportnye sredstva i oborudovanie pri proizvodstve, ekspluatatsii, servise i remonte [Advanced technologies, vehicles and equipment in the production, operation, service and repair] 2007, vol. 2, pp. 201–204. (in Russian).

4 Gradinescu V. et al. Adaptive traffic lights using car-to-car communication. Vehicular Technology Conference, 2007. VTC2007-Spring. IEEE 65th, 2007, pp. 21–25. DOI: 10.1109 / VETECS.2007.17

5 Pollatsek A. et al. Driving simulators as training and evaluation tools: novice drivers. Handbook of Driving Simulation for Engineering, Medicine, and Psychology, 2011, pp. 334–337.

6 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).

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Aleksei V. Skrypnikov Doc. of sci., professor, information security department, Voronezh state university of engineering technology, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia, skrypnikovvsafe@mail.ru

Dmitri V. Burmistrov doctoral, information security department, Voronezh state university of engineering technology, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia

Vyacheslav G. Kozlov doctoral, information security department, Voronezh state university of engineering technology, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia

Elena V. Chernyshova graduate student, information security department, Voronezh state university of engineering technology, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia elenabok@mail.ru,

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Алексей В. Скрыпников предложил модель оптимизации и управления транспортным потоком, консультация в ходе исследования

Дмитрий В. Бурмистров обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провел эксперимент, выполнил расчёты

Вячеслав Г. Козлов предложил для определения расстояния от мест концентрации дорожных происшествий использовать метод расчёта пути обгона

Елена В. Чернышова написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 05.04.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 17.05.2016

CONTRIBUTION

Aleksei V. Skrypnikov proposed model optimization and traffic control, consultation in the course of the study

Dmitri V. Burmistrov review of the literature on the researched topic, conducted an experiment, performed calculations

Vyacheslav G. Kozlov proposed to determine the distance from the places of concentration of traffic accidents to use the method of calculating the overtaking path

Elena V. Chernyshova wrote the manuscript, correct it before filing in the office and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 4.5.2016

ACCEPTED 5.17.2016

Алгоритм действия по определению и снижению рисков при производстве молочно-растительных продуктов

Людмила Э. Глаголева,¹

Ирина В. Коротких¹ irina_korotkikh89@mail.ru

¹кафедра туризма и гостиничного дела, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, Россия

Реферат. Пищевые продукты нового поколения с функциональными и улучшенными потребительскими свойствами, соответствует современным представлениям науки о питании и запросам потребителей. Производство функциональных продуктов питания является основной мировой тенденцией пищевой науки и объектом инновационных разработок. Одним из актуальных направлений, является применение растительных комплексов (РК) и растительных пищевых систем (РПС). Использование РК и РПС даёт ряд преимуществ: улучшаются потребительские свойства продукции, не требуется изменение технологического процесса, обеспечивается возможность направленного регулирования реологических свойств и консистенции готовых продуктов, сокращается количество точек риска в производственном цикле. В работе описана разработка алгоритма действия по определению и снижению рисков при производстве молочно-растительных продуктов. Также проведён анализ рисков, определены и оценены риски во время процесса производства, установлена способность имеющихся средств снизить этот уровень. Установлены и представлены критические контрольные точки (ККТ) в технологических процессах, а также критические пределы для каждой ККТ, и порядок корректирующих действий в случае нарушения последних. Во время исследования определяли изменения количественного и качественного состава микрофлоры полуфабрикатов и количественное содержание мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ). Для определения КМАФАнМ были взяты образцы: 1 – сырники (контроль), 2 – сырники с РПС. Микробиологические исследования анализируемых быстрозамороженных полуфабрикатов определяли на протяжении 90 суток. Из полученных данных видно, что творожные полуфабрикаты с РПС имеют меньшую обсеменённость на 11,7%. Анализируя полученные данные, можно сделать вывод о соответствии физико-химических, органолептических и микробиологических показателей разработанных продуктов установленным нормам на творожные полуфабрикаты. На основе проведённых исследований была разработана и представлена многоуровневая структура, характеризующая качественные показатели. Разработанный алгоритм мониторинга критических контрольных точек по комплексным и единичным показателям позволит повысить качество и безопасность оценки новых пищевых продуктов.

Ключевые слова: молочно-растительные продукты, растительные комплексы, растительные пищевые системы, творожные полуфабрикаты, риски, критические контрольные точки.

Algorithm of actions to identify and reduce risks in the production of milk and plant products

Lyudmila E. Glagoleva,¹

Irina V. Korotkikh¹ irina_korotkikh89@mail.ru

¹department of tourism and hotel management, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, Russia

Summary. Foods with a new generation of functional and improved consumer properties, corresponds to the modern concepts of nutrition science and consumer needs. functional food production is a major global trend in food science and the subject of innovation. One of the important trends is the use of plant complexes and plant food systems. Using the plant complexes (PC) and plant food systems (PFS) provides a number of benefits: improved consumer properties of the product, do not need to change the process, it is possible to control directional rheological properties and consistency of the finished products, reduced the number of risk points in the production cycle. This paper describes the development of an algorithm of action to identify and mitigate risks in the production of milk and plant products. Also conducted a risk analysis, identified and assessed the risks in the process of production, installed capacity of available resources to reduce the level of risk. Established and submitted to the critical control points in production processes, as well as the critical limits for each critical control points, and the procedure for corrective action in case of violations of the past. During the study, measured changes in the quantitative and qualitative composition of microflora of semi-finished and Quantity of Mesophilic Aerobic and Facultative Anaerobic Microorganisms (QMAFAnM). To determine QMAFAnM samples were taken: 1 – cheesecakes (control), 2 – cheesecakes with RPS. Microbiological studies analyzed frozen-conjugated semi-finished products was determined within 90 days. It is clear from the data that the cottage cheese with semi-finished products have a lower RPM 11.7%. Analyzing the data, it is possible to conclude that the physico-chemical, organoleptic and microbiological indicators of products was developed to set standards on cheese semi-finished products. multilevel structure that characterizes the quality indicators has been developed and is presented on the basis of the survey. The developed algorithm for monitoring critical control points on the complex and the individual indicators will improve the quality and safety evaluations of new food products.

Keywords: milk and plant products, plant complexes, plant food systems, semi-finished cottage cheese, risks, critical control points

Для цитирования

Глаголева Л. Э., Коротких И. В. Алгоритм действия по определению и снижению рисков при производстве молочно-растительных продуктов // Вестник ВГУИТ. 2016. № 2. С. 110–117. doi:10.20914/2310-1202-2016-2-110-117

For citation

Glagoleva L. E., Korotkikh I. V. Algorithm of actions to identify and reduce risks in the production of milk and plant products. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no.2. pp. 110–117 (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2016-2-110-117

Введение

Совершенствование ассортимента пищевой продукции определяет поиск и развитие новых направлений производства продуктов питания, которые отвечают задачам улучшения традиционных и создания инновационных технологий, более эффективному использованию сырья, повышению качества полуфабрикатов и готовой продукции, ресурсосбережению. Одним из актуальных направлений, является применение растительных комплексов (РК) и растительных пищевых систем (РПС) на их основе, обладающих спектром функционально-технологических свойств, для производства пищевых продуктов с улучшенными потребительскими и функциональными свойствами, а также с увеличенными сроками хранения. Использование РК и РПС даёт ряд преимуществ: улучшаются потребительские свойства продукции; не требуется изменение технологического процесса; обеспечивается возможность направленного регулирования реологических свойств и консистенции готовых продуктов, сокращается количество точек риска в производственном цикле.

При моделировании рецептур продуктов функционального назначения принципиальным является гарантия её безопасности и достижение заданных качественных показателей при оптимальных параметрах технологического процесса.

Одним из важнейших аспектов обеспечения безопасности пищевых продуктов является система Анализа рисков и критических контрольных точек (НАССР), предназначенная для идентификации опасных факторов (т. е. биологических, физических или химических свойств пищевой продукции, которые могут повлиять на её безопасность) и установления мер, необходимых для их контроля. Система основана на семи принципах [1].

1.1 Материалы и методы

Цель работы – разработка алгоритма действия по определению и снижению рисков при производстве молочно-растительных продуктов.

Для выполнения поставленной цели были выпалены следующие задачи:

- проведён анализ рисков, определены и оценены риски во время процесса производства, установлена способность имеющихся средств снизить этот уровень;
- установлены критические контрольные точки (ККТ) в технологических процессах, а также критические пределы для каждой ККТ, и порядок корректирующих действий в случае нарушения последних.

1.2 Результаты и обсуждение

Анализ рисков осуществлялся в 2 этапа. На первом этапе был составлен перечень всех потенциально опасных факторов (физических, химических, микробиологических). Затем проведён анализ опасных факторов в соответствии со схемами технологических процессов. Во время проведения работы были проанализированы возможные риски технологического процесса при производстве полуфабрикатов на основе творога и кисломолочных напитков.

Технологический процесс полуфабрикатов на основе творога (сырники) состоит из следующих операций: приёмка сырья, подготовка компонентов, приготовление смеси, формование, замораживание (охлаждение), упаковывание и хранение. Аппаратурно-технологическая схема производства приведена на рисунке 1 (подсистема В).

Творог, для придания ему однородной консистенции, пропускают через вальцовочную машину. Муку и сахар просеивают, необходимое количество растительных комплексов различного функционального назначения [2] выдерживают в растворе фермента или воды, в зависимости от функциональных свойств продукта при температуре 40 °С, времени обработки 40 мин.

Все подготовленные компоненты взвешивают на весах согласно рецептуре (таблица 1). В соответствии с рецептурой, все подготовленные виды сырья отвешивают и приступают к приготовлению замеса. В месильную машину (фаршемешалку) закладывают творог, частично перемешивают, вносят предварительно перемешанные сухие компоненты, подготовленную растительную пищевую систему и тщательно перемешивают полученную смесь.

Для выработки творожных полуфабрикатов используют творог подпрессованный до влажности: 54–56% и 58–61% (массовая доля жира 18%), что требует дополнительных технологических операций и расчётов. Использование РПС за счёт высокой влагоудерживающей способности позволяет сократить время технологического процесса. Перемешивание проводят до тех пор, пока смесь не достигнет однородной пластичной консистенции и равномерного распределения в ней всех составных частей. Затем проводят формование и сразу же направляют аппарат для шоковой заморозки.

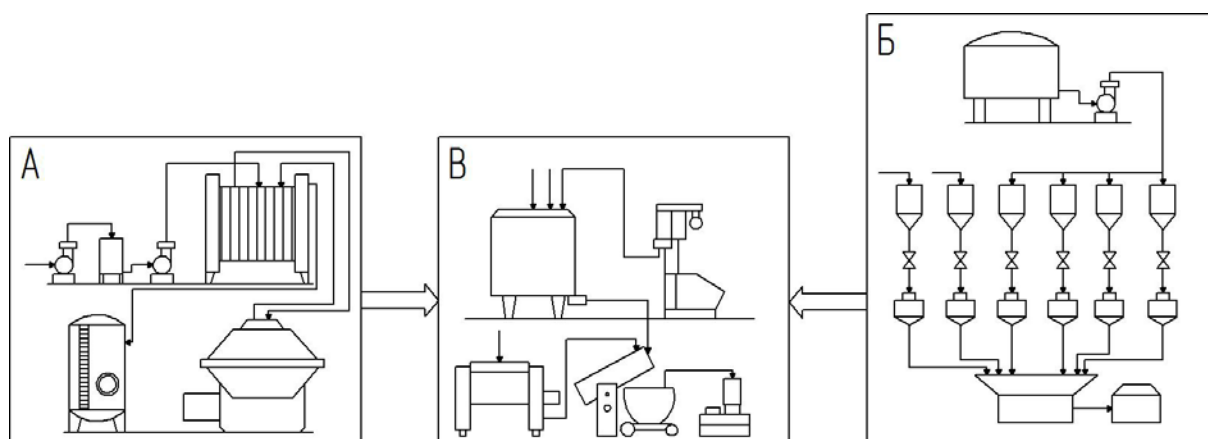


Рисунок 1. Аппаратурно-технологическая схема производства молочно-растительных продуктов: А – первичная обработка молока; Б – подсистема подготовки РК и производства РПС; В – подсистема производства полуфабрикатов на основе творога

Figure 1. Apparatus-technological scheme of milk and plant products production: A – primary processing of milk; C – subsystem preparation and production of the RK RPM; B – subsystem of semi-finished products based on cottage cheese

Таблица 1

Рецептура на сырники (в кг на 1000 г продукта без учёта потерь)

Table 1.

Cheese pancakes recipe (kg per 1000 g of the product without losses)

Наименование сырья Name of raw materials	Рецептура Recipe					
	м. д. ж. 13,5% сладкое f. m. f. 13.5% sweet	м. д. ж. 7% сладкое f. m. f. 7% sweet	нежирное сладкое low-fat sweet	м. д. ж. 15,5% солёные f. m. f. 15.5% salty	м. д. ж. 7,5% солёные f. m. f. 7.5% salty	Нежирное солёные low-fat salty
Творог м. д. ж. 18% Cottage cheese f. m. f. 18%	787	–	–	829	–	–
Творог м. д. ж. 9% Cottage cheese f. m. f. 9%		787	–	–	829	–
Творог нежирный Low-fat cottage cheese	–		787	–	–	829
РПС PFS	125	125	125	129	129	129
Сахар-песок Sugar	61	61	61	10	10	10
Мука пшеничная для подсыпки Wheat flour for bedding	22	22	22	22	22	22
Соль поваренная Salt	5	5	5	10	10	10
Итого Total	1000	1000	1000	1000	1000	1000

* м. д. ж. – массовая доля жира

* f. m. f. – fat mass fraction

Технология шоковой заморозки состоит в том, что температура продукта снижается на один градус за одну минуту. Продукт охлаждается до температуры от (-30) до (-40) °С. При быстром снижении температуры воды, содержащейся в клетках пищевой системы, она не успевает

превратиться в большие кристаллы льда, разрушающие клеточные оболочки. Благодаря этому сохраняется форма, цвет и аромат. Органолептические показатели теста для сырников представлены

в таблице 2. Физико-химические показатели полуфабрикатов на основе творога (сырников) представлены в таблице 3.

Микробиологические исследования являются важной составной частью технологического процесса производства пищевых продуктов. Во время исследования определяли изменения количественного и качественного состава микрофлоры полуфабрикатов и количественное содержание мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ).

Таблица 2

Органолептические показатели сырников

Table 2

Cheese cakes organoleptic indices

Внешний вид Appearance	Консистенция Consistence	Вкус и запах Taste and smell	Цвет Colour
Готовые сырники из творога имеют форму кружочков, диаметром 50–60 мм, высотой 10–15 см массой 30–40 г., с вкраплением творога и едва видимых частиц РПС Ready-made cakes from cottage cheese are in the form of dots, diameter 50–60 mm, a height of 10–15 cm, the weight of 30–40 g, interspersed with cottage cheese and barely visible particles PFS	Мягкая, нежная, неоднородная по всей массе, в меру плотная, допускается наличие ощутимых частиц творога и мелких вкраплений РПС Soft, gentle, non-uniform throughout the mass, moderately dense, tolerance of tangible curd particles and small inclusions PFS	Чистый, творожный, без посторонних привкусов и запахов, в меру сладкий, со слабым, приятным и привкусом ощущением РПС Clean, cottage cheese, without foreign tastes and odors, moderately sweet, with a mild, pleasant taste and sensation of PFS	На изломе молочный, с желтоватым оттенком, белыми вкраплениями творога и РПС At the turn of the milk, with a yellowish tint, white patches of cottage cheese and PFS

Таблица 3

Физико-химические показатели сырников

Table 3

Cheese cakes physical and chemical indices

Наименование полуфабрикатов на основе творога Name of semi-finished products based on cottage cheese	Кислотность, °Т, не более Acidity, °T max	Массовая доля жира, %, не менее Fat content, %, min	Массовая доля влаги, % Moisture content, %	Сахарозы, % Sucrose, %	Соли, не более Salts, max	Температура при выпуске, °С Temperature at output, °C
Тесто для сырников м. д. ж. 13,5% Dough for cheesecakes f. m. f. 13,5%	190	13,5	54,0	8,0	0,5	8
Тесто для сырников м. д. ж. 7% Dough for cheesecakes f. m. f. 7%	200	7,0	60,0	8,0	0,5	8
Тесто для сырников нежирных Dough for low-fat cheesecakes	220	–	66,0	8,0	0,5	8
Тесто для сырников м. д. ж. 15% Dough for cheesecakes f. m. f. 15%	200	15,0	59,0	–	1,0	8
Тесто для сырников м. д. ж. 7,5% Dough for cheesecakes f. m. f. 7,5%	220	7,5	66,0	–	1,0	8
Тесто для сырников нежирных Dough for low-fat cheesecakes	240	–	72,0	–	1,0	8

Для определения КМАФАнМ были взяты образцы: 1 – сырники (контроль), 2 – сырники с РПС. Микробиологические исследования анализируемых быстрозамороженных полуфабрикатов определяли на протяжении 90 суток.

Состав микрофлоры сырников, выработанных по традиционной рецептуре и с добавлением РПС представлены в таблицах 4–5.

Таблица 4

Состав микрофлоры полуфабрикатов, приготовленных по традиционной рецептуре, на 90 сут хранения

Table 4

Microflora of the semi-finished products composition, prepared according to traditional recipes, with 90 days storage

Продукт Product	Сырники Cheesecakes	
Разведение Dilution	1:10	1:100
Обнаруженный тип: Discovered Type: маленькие колонии / small colonies большие колонии / large colonies	6,7·10 ³	7,0·10 ³
	4,5·10 ³	5,2·10 ³
	2,2·10 ³	1,8·10 ³
Общее число / Total number	6,7·10 ³	7·10 ³
Среднее значение / Average value	6,85·10 ³	

На основе проведённых исследований с учётом нормируемых органолептических, физико-химических свойств и микробиологических показателей полуфабрикатов на основе творога была разработана многоуровневая структура, характеризующая качественные показатели (рисунок 2). Где P_0 – комплексный показатель, который характеризуется единичными показателями: P_1 – пищевая ценность, P_2 – органолептические показатели, P_3 – физико-химические показатели, P_4 – микробиологические показатели, P_5 – условия хранения.

Пищевая ценность (P_1) оценивается на основании химического состава, а именно массовой доли жиров, белков, углеводов, минеральных веществ, витаминов. Органолептические показатели P_2 – внешний вид, консистенция, вкус, запах, цвет. Физико-химические P_3 – массовая доля белков, жиров и углеводов. Также необходима оценка показателей, оказывающих влияние на кислотность, активность

Из полученных данных видно, что творожные полуфабрикаты с РПС имеют меньшую обсеменённость на 11,7%. Анализируя полученные данные, можно сделать вывод о соответствии физико-химических, органолептических и микробиологических показателей разработанных продуктов установленным нормам на творожные полуфабрикаты [3].

Таблица 5

Состав микрофлоры полуфабрикатов, приготовленных с добавлением РПС, на 90 сут хранения

Table 5

Microflora of the semi-finished products composition, prepared with the addition of RPS, with 90 days storage

Продукт Product	Сырники с добавкой Cheesecakes with the additive	
Разведение Dilution	1:10	1:100
Обнаруженный тип: Discovered Type: маленькие колонии / small colonies большие колонии / large colonies	5,9·10 ³	7,0·10 ³
	5,1·10 ³	5,9·10 ³
	0,8·10 ³	1,1·10 ³
Общее число / Total number	5,9·10 ³	7·10 ³
Среднее значение / Average value	6,0·10 ³	

воды, массовую долю влаги и микробиологические показатели (P_4) и оценка режимов хранения и сроков годности (P_5).

Блок-схема производства полуфабрикатов основе творога с учётом вышеперечисленных показателей приведена на рисунке 2. Результаты анализа риска и перечень учитываемых опасных факторов при производстве полуфабрикатов на основе творога с учётом вышеперечисленных показателей представлены в таблице 6. Для рисков, которые определены как значимые, на каждом технологическом этапе оценка продолжается с использованием алгоритма действия с целью определения и исправления возникших рисков (рисунок 3).

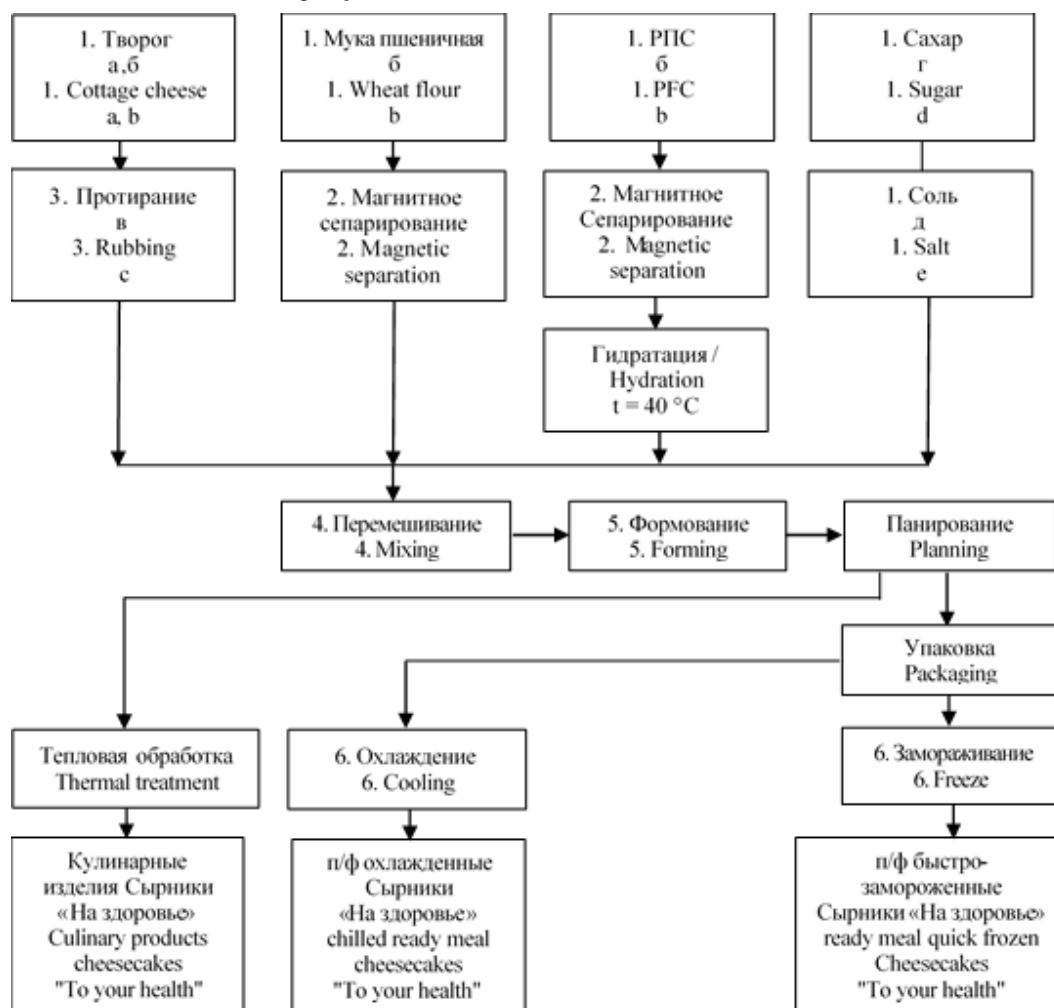


Рисунок 2. Блок-схема производства полуфабрикатов основе творога: а – физико-химический контроль; б – микробиологический контроль; в – органолептический контроль

Figure 2. A block diagram of the production of Semifinished based on of cottage cheese a – physical and chemical control; b – microbiological control; c – organoleptic control

Таблица 6

Критические контрольные точки производства полуфабрикатов на творожной основе

Table 6.

Critical control points in the semi-finished products based on cottage cheese production

КТТ / ССР	Наименование операции / The name of the operation	Наименование контрольных параметров / The name benchmarks
КТТ 1 / ССР 1	Операция 1, 2, 3, 4, 5: а, б Operation 1, 2, 3, 4, 5: а, б	Влажность, зольность, крупность помола; количество и качество сырой клейковины; содержание металомангнитных примесей; заражённость и загрязнённость вредителями хлебных запасов; допустимый уровень токсичных элементов (свинец, кадмий, мышьяк, ртуть, медь, цинк), микотоксинов (афлатоксин В1, зеараленон и др.), радионуклидов и пестицидов / Moisture, ash content, fineness of grinding; the quantity and quality of crude gluten; metalomagnitnyh impurities content; and pollution of the infestation by pests of grain stocks; permissible level of toxic elements (lead, cadmium, arsenic, mercury, copper, zinc), mycotoxins (aflatoxin B1, zearalenone, etc.), radionuclides and pesticides
	в / с	Массовая доля жира, белка и влаги; кислотность; количество молочнокислых микроорганизмов / Mass fraction of fat, protein, and moisture; acidity; the amount of lactic acid microorganisms
	г / д	Количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов, КОЕ в 1 г; плесневые грибы; дрожжи; бактерии группы кишечных палочек; патогенные микроорганизмы; содержание тяжёлых металлов и мышьяка; содержание пестицидов /

		Number mesophilic aerobic and facultative anaerobic bacteria, CFU in 1 g; molds; yeast; coliform bacteria; pathogens; the content of heavy metals and arsenic; pesticide content
	д / е	Массовая доля хлористого натрия, %, не менее 97,7; Mass fraction of sodium chloride, %, no less 97.7; Массовая доля кальций-иона, %, не более 0,50; Mass fraction of calcium ion, %, max 0.50; Массовая доля магний-иона, %, не более 0,10; Mass fraction of magnesium-ion, %, not more than 0.10; Массовая доля калий-иона, %, не более 0,10; Mass fraction of potassium ion, %, not more than 0.10; Массовая доля сульфат-иона, %, не более 1,20; Mass portion of sulphate-ion, %, max 1.20; Массовая доля оксида железа (III), %, не более 0,010; Mass fraction of iron oxide (III), %, max 0.010; Массовая доля влаги, %, не более 0,35 (каменная соль); Moisture content, %, max 0.35 (rock salt); Массовая доля нерастворимого в воде остатка, %. Mass share of insoluble in water residue, %.
КТТ 2 / ССР 2	Операция 5 / Step 5	БГКП, дрожжи, плесневые грибы, патогенные микроорганизмы, Staphylococcus aureus; массовая доля влаги, жира; титруемая кислотность / Coliform bacteria, yeast, fungi, pathogens, Staphylococcus aureus; the mass fraction of moisture, fat; titratable acidity
КТТ 3 / ССР 3	Операция 6 / Step 6	Температура заморозки, время процесса / Freezing temperature, process time
КТТ 4 / ССР 4	Операция 7 / Step 7	Массовая доля влаги, жира; титруемая кислотность; БГКП, дрожжи, плесневые грибы, патогенные микроорганизмы, Staphylococcus aureus / Mass fraction of moisture, fat; titratable acidity; Coliform bacteria, yeast, fungi, pathogenic microorganisms, Staphylococcus aureus

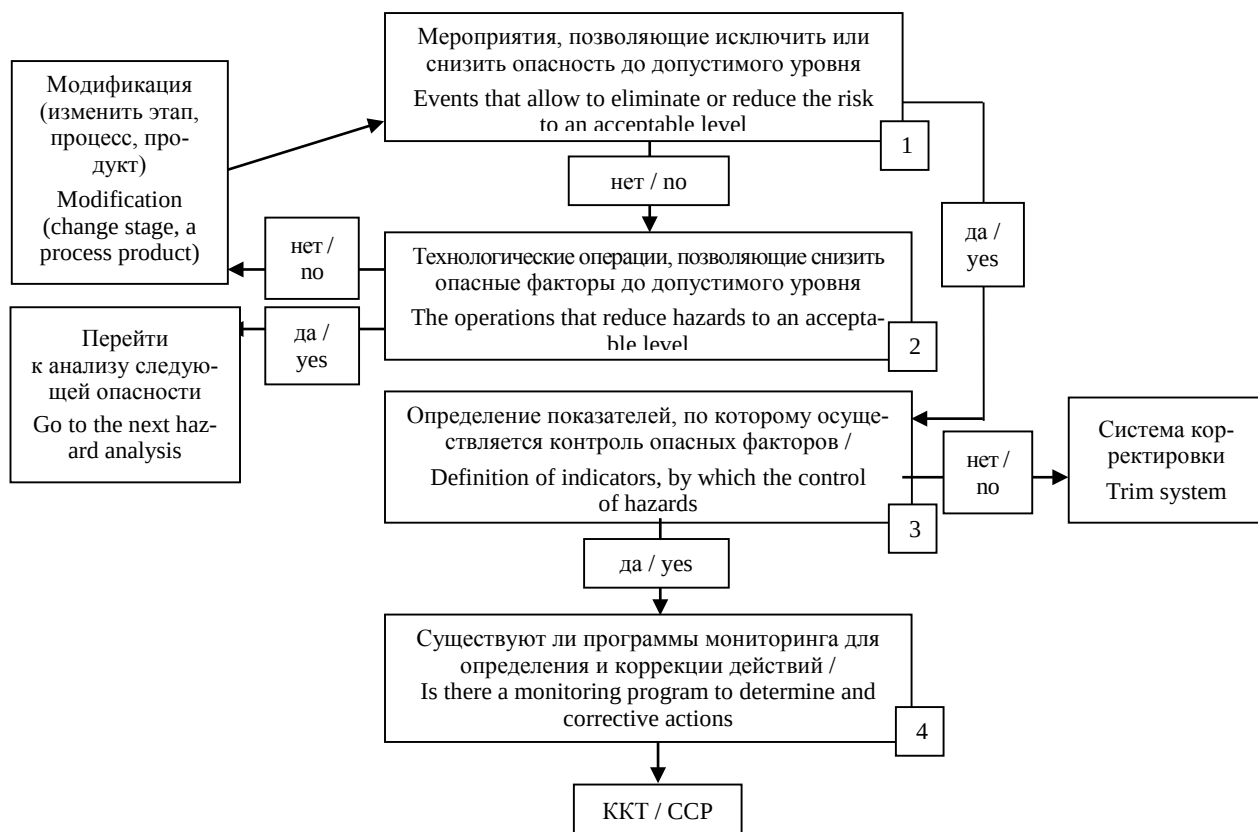


Рисунок 3. Алгоритм действия по определению и снижению рисков

Figure 3. Algorithm of actions to identify and reduce risks

Разработанный алгоритм мониторинга кри-
тических контрольных точек по комплексным и

единичным показателям позволит повысить качество
и безопасность оценки новых пищевых продуктов.

ЛИТЕРАТУРА

1 Замятина О. В. Принципы ХАССП. Безопасность продуктов питания и медицинского оборудования: пер. с англ. М.: РИА «Стандарты и качество», 2006. 232 с.

2 Глаголева Л. Э., Родионова Н. С., Корнеева О. С., Шуваева Г. П. Разработка, контроль качества и оценка безопасности энтеросорбирующих биосистем на основе растительных комплексов. Воронеж: ЦНТИ, 2011. 136 с.

3 ТУ «Полуфабрикаты и кулинарные изделия из творога», г. Мичуринск. URL : <http://michurinsk.satom.ru/p/2615337-tu-polufabrikaty-i-kulinarnye-izdeliya-iz-tvoroga>. (дата обращения 07.11.2014).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Людмила Э. Глаголева д.т.н., профессор, заведующая кафедрой, кафедра туризма и гостиничного дела, Воронеж. гос. ун-т инж. технол., пр. Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Ирина В. Коротких кафедра туризма и гостиничного дела, Воронеж. гос. ун-т инж. технол., пр. Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, irina_korotkikh89@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Людмила Э. Глаголева предложил методику проведения эксперимента, консультация в ходе исследования

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

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 21.03.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 18.04.2016

REFERENCES

1 Zamyatina O.V. Printsipy KhASSP. Bezopasnost' produktov pitaniya i meditsinskogo oborudovaniya [Principles of HACCP. Safety of food and medical-ray equipment: lane. from English] Moscow, RIA "Standarty i kachestvo", 2006. 232 p. (in Russian).

2 Glagoleva L.E., Rodionova N.S., Korneeva O.S., Shuvaeva G.P. Razrabotka, kontrol' kachestva i otsenka bezopasnosti enterosorbiruyushchikh biosistem na osnove rastitel'nykh kompleksov [Development, quality control and safety evaluation enterosorbiruyuschee bi- osystems based on plant complexes] Voronezh, TsNTI, 2011. 136 p. (in Russian).

3 TU "Polufabrikaty i kulinarnye izdeliya iz tvoroga"[TC "Semi-finished products and culinary products from curd"] Available at: <http://michurinsk.satom.ru/p/2615337-tu-polufabrikaty-i-kulinarnye-izdeliya-iz-tvoroga>. (accessed 11/07/2014). (in Russian).

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Lyudmila E. Glagoleva Dc. sci., professor, head of the department, department of tourism and hospitality management, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia

Irina V. Korotkikh department of tourism and hospitality management, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia

CONTRIBUTION

Lyudmila E. Glagoleva proposed a scheme of the experiment, consultation during the study

Irina V. Korotkikh 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 3.21.2016

ACCEPTED 4.18.2016

Математическое моделирование процесса принятия решения о состоянии стохастических систем

Елена А. Балашова,¹ helbal@yandex.ru
Валерия В. Битюкова,² acusher.idpo@vsmaburdenko.ru
Геннадий И. Котов,³
Александр В. Буданов³

¹ кафедра информационных и управляющих систем, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия

² акушерство и гинекология ИДПО, Воронеж. гос. мед. ин-т им. Бурденко, пер. Здоровья, д. 2, г. Воронеж, 394024, Россия

³ кафедра физики, теплотехники и теплоэнергетики, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия

Реферат. Вследствие трудности построения строгих математических моделей технологических, биомедицинских и экономических объектов получили своё развитие методы прогнозирования состояния на основе статистического анализа. Сложность анализируемого объекта эквивалентна его информационной ёмкости. Максимальная ёмкость достигается, если все состояния объекта равновероятны. Относительная неопределённость информации, получаемой решающей системой, затрудняет принятие решения о состоянии объекта. Для надёжного предсказания состояния объекта измеряется несколько его признаков, диапазон измерения разбивается на градации, а в пределах каждой градации производится усреднение сигнала. Далее решают две задачи: обнаружения (выявление отклонения функционирования объекта от нормального режима), и распознавания (оценка степени отклонения от нормы). Число градаций признака тесно связано с мощностью обучающей выборки (не менее 40). При описании системы с 8–30 признаками и мощностью обучающей выборки от 40 до 120, методика, включающая в себя формализацию признаков на первом этапе, отбор с помощью корреляционного анализа наиболее информативных признаков на втором этапе и классификацию состояния объекта методом кластерного анализа позволили правильно диагностировать состояние системы в аварийном режиме с точностью от 89 до 98 %. Предложенный информационный подход позволяет осуществлять классификацию и прогнозирование технических, экономических и биомедицинских систем любой сложности, что открывает возможности предсказания поведения таких систем и управления при появлении помех.

Ключевые слова: информационная ёмкость, обучающая выборка, градации, классификация состояния

Mathematical modeling of the decision-making process on the state of stochastic systems

Elena A. Balashova¹ helbal@yandex.ru
Valeriya V. Bityukova² acusher.idpo@vsmaburdenko.ru
Gennadii I. Kotov³
Aleksandr V. Budanov³

¹ information and control systems department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia,

² obstetrics and gynecology IAP, Voronezh state medical institute named after Burdenko, Zdoroviya lane, 2, Voronezh, 394024, Russia

³ physics, heat engineering and heat power engineering department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolyutsii Av., 19, Voronezh, 394066, Russia

Summary. Because of the difficulty of constructing rigorous mathematical models of technological, biomedical and economic facilities have been developed methods of forecasting based on statistical analysis. The complexity of the analyzed object is equivalent to its information capacity. The maximum capacity is achieved if all of the object's state is equally likely. The relative uncertainty of information obtained crucial system complicates decision-making on the state of the object. To reliably predict the state of the object is measured several characteristics, the measurement range is broken into grades, but within each gradation is made by averaging of the signal. Next solve two problems: the detection problem (detection of deviation of operation from normal mode) and a recognition task (assessment of the degree of deviation from the norm). The number of gradations of the trait is closely linked to the capacity of the training sample (at least 40). In the description of the system from 8 to 30 signs and power training samples from 40 to 120, the method includes the formalization of the signs in the first stage, the selection using a correlation analysis of the most informative features in the second stage and a classification of the state of the object by the method of cluster analysis allowed to correctly diagnose the system status in emergency mode with an accuracy of between 89 to 98%. The proposed information approach allows the classification and prediction of technical, economic and biomedical systems of any complexity, which opens up the possibility of predicting the behavior of such systems and control the appearance of interference.

Keywords: information capacity, the training sample, gradation, classification status

Для цитирования

Балашова Е. А., Битюкова В. В., Котов Г. И., Буданов А. В. Математическое моделирование процесса принятия решения о состоянии стохастических систем // Вестник ВГУИТ. 2016. № 2. С 118–124. doi:10.20914/2310-1202-2016-2-118-124

For citation

Balashova E. A., Bityukova V. V., Kotov G. I., Budanov A. V. Mathematical modeling of the decision-making process on the state of stochastic systems. Vestnik VSUET [Proceedings of VSUET]. 2016. no 2 pp. 118–124 (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2016-2-118-124

Введение

Стохастические системы, элементы которых могут иметь множество состояний и иерархически взаимодействовать между собой, с трудом поддаются моделированию, и их статистические модели, как правило, неизвестны. Описание таких систем осуществляется с использованием эвристически выбранных параметров состояния [6, 9, 11], которые будем называть признаками стохастической системы. Статистическое описание стохастических систем реализуется в пространстве эвристических признаков, а не состояний, что позволяет реализовать огромное сжатие информации.

Описание и прогнозирование состояния широчайшего класса технических, биотехнологических и экономических систем, которым присущи вероятностные связи между частями и иерархическая организация, возможны только на базе информационной модели их функционирования.

Материал и методы исследования

Пусть иерархически организованная система характеризуется N признаками, каждый из которых имеет n состояний с вероятностью появления P_i некоторого i -го состояния.

Под сложностью системы будем понимать число состояний её признаков, отличающихся друг от друга, которое характеризуется отношением $N!/\prod(NP_i)!$, где $\prod(NP_i)!$ – число перестановок между состояниями признаков, не приводящее к изменению их функциональных отношений, а $N!$ – полное число возможных перестановок. Учитывая требование аддитивности, сложность системы можно охарактеризовать выражением:

$$C = -\log_2 \frac{\prod_{i=1}^n (NP_i)!}{N!}. \quad (1)$$

Согласно формуле Стирлинга для достаточно больших NP_i :

$$C = -N \sum_{i=1}^n P_i \log_2 P_i \quad (2)$$

Отсюда ясно, что сложность системы эквивалентна её информационной ёмкости. Максимальная ёмкость системы достигается, если все её состояния равновероятны, то есть $C_m = N \log_2 n$. Так как число градаций каждого признака может быть различным, то в общем

случае полная информационная ёмкость сообщения, характеризующего сложную систему, определяется уравнением:

$$C_1 = \sum_{i=1}^N \log_2 n_i \quad (3)$$

Это сообщение поступает в решающую систему, содержащую априорную информацию в виде некоторой базы данных (рисунок 1).

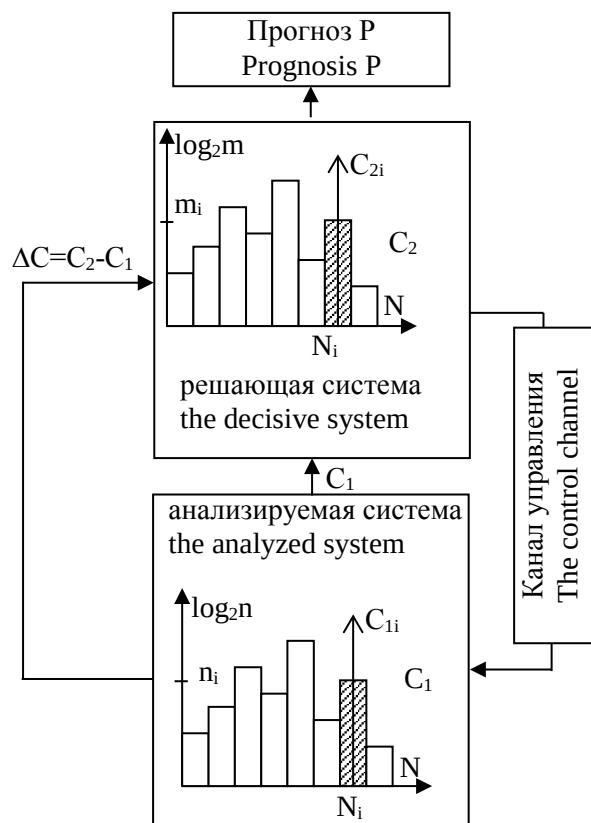


Рисунок 1. Информационная модель иерархически организованной системы

Figure 1. Information model hierarchically organized system

Введём относительную неопределённость информации, получаемой решающей системой:

$$R = \frac{\Delta C}{C} = 1 - \frac{C_1}{C_2}, \quad (4)$$

где $C_2 = \sum_{i=1}^{N_2} \log_2 m_i$ – информационная ёмкость базы данных решающей системы, N_2 – число информативных признаков системы.

Эта неопределённость затрудняет распознавание и классификацию полученной информации и может быть использована для управления анализируемой системой в канале обратной связи. Этот случай соответствует условию $C_1 < C_2$ и $0 < R \leq 1$. Случай $C_1 > C_2$ соответствует

прогнозированию поведения системы при недостатке или полном отсутствии априорной информации о ней, и $-\infty < R < 0$.

Случай $R = 0$ соответствует полному совпадению полученного сообщения с существующей базой данных, то есть система абсолютно предсказуема и управляема и может классифицироваться как детерминированная.

С учётом выражений (1) и (2) вероятность правильного предсказания состояния системы по некоторому N_i признаку запишем следующим образом:

$$P_i = n^{-(R_i)^2} \quad (5)$$

Проанализируем полученное соотношение. Если имеется абсолютно полная информация об анализируемой системе по каждому признаку (событию), то $R = 0$ и $P = 1$. Следовательно, система, несмотря на то что она может характеризоваться множеством признаков и состояний и быть очень сложной, является абсолютно предсказуемой, то есть детерминированной. То есть детерминизм – это предельный частный случай, когда возможно полное описание системы в выбранном пространстве признаков, которые являются определяющими в рамках решаемой задачи.

Если все состояния системы (события) равновероятны, то относительная неопределённость максимальна, то есть $R_i = 1$, $P_i = 1/n$ и $\sum_{i=1}^n P_i = 1$ – полная группа событий.

Причём это характерно для абсолютно случайной системы, когда все состояния системы равновероятны и вероятность правильной классификации обратно пропорциональна их числу. Промежуточные случаи характеризуются некоторыми преимущественными состояниями системы и описываются различными статистическими распределениями.

Соотношение (5) является основой для построения классификационно-прогностической диаграммы состояния стохастических систем (рисунок 2). Для простых систем область существования детерминированных состояний 1 чрезвычайно мала. На рисунке 2 она ограничена кривыми для $n = 1$ и $n = 2$ и прямой $R = 0,05$. Эти системы имеют практически одно состояние. К ним относится большинство технических систем, особенно механических.

2 – область существования однородных вероятностных систем. К ним относятся множество физических и химических систем, простейшие биологические и экономические системы.

3 – область существования сложных детерминированных систем. Она несколько больше области 1, но также достаточно мала. На рисунок 2 она ограничена кривыми для $n = 2$ и $n = 16$ и прямой $R = 0,05$. Сюда можно отнести сложные технические системы, жестко организованные кибернетические системы.

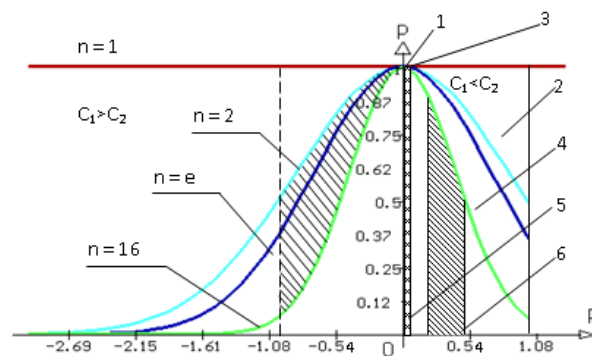


Рисунок 2. Классификационно-прогностическая диаграмма

Figure 2. Classification-prognostic chart

4 – область существования сложных вероятностных систем, к которым можно отнести иерархические системы искусственного интеллекта, а также экономические системы.

Наибольшее разнообразие для создания очень сложных детерминированных систем предоставляет область 5, что видно на примерах простейших биологических объектов – клеток, тканей, органов, которые, несмотря на огромную сложность, функционируют по строго заданной программе.

6 – область существования чрезвычайно сложных вероятностных систем, иерархически гибко организованных, способных к саморазвитию и сложному поведению. К ним относится огромное разнообразие биологических видов, в том числе и человек. Это самая обширная область на диаграмме, что предполагает огромные возможности в создании самых разнообразных систем искусственного интеллекта. Здесь штриховкой выделена область существования саморазвивающихся систем.

Величина $1 - R = C_1/C_2$ – относительная информационная ёмкость системы, характеризует качество прогноза. Введём коэффициент качества прогноза

$$K = \frac{1 - R}{R}, \quad (6)$$

Качество прогноза при $K \geq 19$ весьма высокое для детерминированных систем и ограничивается только ошибками измерений.

Для вероятностных систем качество прогноза удовлетворительное, если известен закон распределения их состояний ($0,05 < R \leq 0,2$, $4 \leq K < 19$). Саморазвивающиеся системы, обладающие свободой выбора, прогнозируются существенно хуже ($0,2 < R \leq 0,5$, $1 < K < 4$). И, наконец, относительно абсолютно случайных систем можно лишь сказать, что все их состояния близки к равновероятным при $R > 0,5$, когда коэффициент качества прогноза $K \leq 1$. В этом случае никакой прогноз и управление системой невозможны.

Очевидно, что надёжное управление любой системой возможно в случае приближения информационной ёмкости управляемого сообщения (сигнала) C_1 к информационной ёмкости базы данных C_2 . Помехи в каналах управления и отказы отдельных элементов системы уменьшают информационную ёмкость сигнала управления, качество прогноза падает, и уменьшается вероятность правильного функционирования системы. Это приводит к отказам технических устройств, экономическим кризисам и болезням биологических объектов. Очевидно, для каждой системы есть своя пороговая величина P , ниже которой нормальное функционирование системы становится невозможным и она погибает.

Левая часть диаграммы является прогностической, когда осуществляется анализ системы с использованием априорной информации, заложенной в экспериментально накопленной базе данных. В этом случае $C_1 \geq C_2$ и значения R становятся отрицательными. Оптимальное прогнозирование системы опять реализуется в случае $C_1 = C_2$, что подтверждается теорией распознавания образов [4]. Вероятность правильного принятия решения падает с уменьшением информационной ёмкости существующей базы данных и усложнением анализируемой системы.

Если информационная ёмкость сообщения вдвое превосходит таковую для базы данных, то есть $C_1/C_2 = 2$, то возможно лишь случайное предсказание состояния системы с вероятностью $P = 1/n$. Следовательно, системы распознавания образов могут функционировать при условии $1 \leq C_1/C_2 < 2$ или $-1 < R \leq 0$.

Эта область ограничена на диаграмме пунктирной линией. Дальнейшее уменьшение информационной ёмкости базы данных C_2 свидетельствует об отсутствии в ней адекватных алгоритмов анализа сообщения и вероятность правильного принятия решения стремится к нулю тем быстрее, чем сложнее

анализируемая система. Аналогично при полном отсутствии информации о системе $C_1 = 0$ и $P \rightarrow 0$ при $|K| < 1$.

Для вычисления вероятности правильного предсказания состояния системы введём её среднее значение в N -мерном пространстве признаков, с учётом выражения (5):

$$P = \frac{\sum_{i=1}^N P_i}{N} = \frac{\sum_{i=1}^N n^{-(R_i)^2}}{N} = \frac{\sum_{i=1}^N n^{-\left(1 - \frac{\log_2 n_i}{\log_2 m_i}\right)^2}}{N} \quad (7)$$

Здесь учтено, что размерности анализируемой системы признаков и решающей системы одинаковы, то есть определяются одной и той же экспериментальной базой данных.

Вследствие трудности построения строгих математических моделей технологических, биомедицинских и экономических систем получили своё развитие методы прогнозирования состояния на основе статистического анализа. Эвристическое описание таких систем осуществляется с использованием ряда признаков (параметров состояния, симптомов, экономических показателей), характеризующих макросостояние анализируемой системы [1–3, 5–8, 10].

Иерархическая организация таких систем и наличие блоков управления существенно ограничивает число их нормальных состояний. Поэтому дисперсия плотностей распределения признаков при нормальном состоянии анализируемых систем незначительна, что обеспечивает устойчивость их функционирования. Следовательно для описания нормального состояния анализируемых систем достаточно двух градаций каждого признака: среднего значения нормы m_n и границы нормы x_0 (рисунок 3).

Выход за границу нормы приводит к аварийному функционированию системы со средним значением m_a и значительной дисперсией признаков. Как правило, статистические распределения признаков в аварийном режиме функционирования неизвестны, а базы данных по этим признакам имеют малую мощность, так как существенные отклонения от нормального приводят к техногенным катастрофам, смертельным болезням биологических организмов и экономическим кризисам.

Для надёжного предсказания состояния анализируемой системы обычно измеряют несколько признаков N её состояния и осуществляют многофакторный анализ с исследованием различных методов [9–11].

При этом решаются две задачи: обнаружения, заключающаяся в оценке вероятности

отклонения системы от нормального режима функционирования, и распознавания, заключающаяся в оценке степени отклонения от нормы. Первая задача сводится к построению решающей поверхности в многомерном пространстве признаков, разделяющей нормальную и аварийную области на базе принятого решающего правила. Вторая – к построению кластеров признаков, соответствующих принятым степеням отклонения от нормы и оценке положения измеренного многомерного вектора признаков.

Принципиальной трудностью, возникающей при решении указанных задач, является оценка минимально возможной мощности обучающей выборки и числа градаций признаков, обеспечивающих заданную вероятность решения задач обнаружения и распознавания в анализируемых системах.

Актуальность этой проблемы связана с бурным развитием современных средств измерений в различных областях науки и техники. Существующие датчики и системы контроля могут обеспечить чрезвычайно высокую точность измерений. При этом информационная ёмкость сигнала, поступающего в систему управления, может быть значительно большей, чем ёмкость обучающей выборки, что снижает вероятность правильного предсказания состояния системы [1].

Следовательно, возникает проблема оптимизации многофакторных измерений в анализируемых системах, то есть согласования относительно невысокой информационной мощности обучающей выборки и информационной ёмкости сигнала, обеспечиваемого современными средствами контроля, при сохранении заданной вероятности правильного предсказания состояния управляемой системы.

Задача обнаружения аварийного режима подобие классической – выбора одной из двух гипотез (рисунок 3) [4]. Если признак x попадает в область K_1 , то принимается гипотеза H_1 – нормальное состояние; в область K_2 , то гипотеза H_2 – аварийный режим. Однако порог обнаружения x_0 здесь определяется экспериментально.

Задача экспериментальной оценки порога x_0 является экспертной. Разделим область аварийного режима K_2 на три: лёгкое отклонение от нормы K_{21} , среднее отклонение K_{22} и тяжёлое – K_{23} . Очевидно, что мощности обучающих выборок, соответствующих этим трём областям, будут различны и отличаются от мощности нормальной обучающей выборки.

Поэтому чрезвычайно высокая точность измерений вредна с этих позиций.

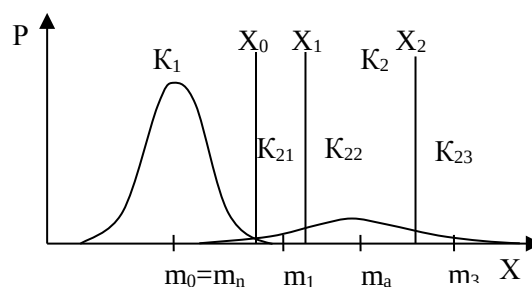


Рисунок 3. Классификационная диаграмма

Figure 3. Classification chart

Пороги X_0, X_1, X_2 устанавливаются следующим образом. По обучающей выборке рассчитываются средние значения m_0, m_1, m_2, m_3 и стандартная ошибка $\sigma_0, \sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ признаков по областям $K_1, K_{21}, K_{22}, K_{23}$. Порог:

$$X_i = \frac{\sigma_{<}}{\sigma_{>}} \frac{\Delta m_i}{2}, \quad i = 0, 1, 2 \quad (8)$$

где Δm – разность средних значений между соседними областями, $\sigma_{<}/\sigma_{>}$ – отношение меньшей и большей стандартных ошибок соседних областей. Порог откладывается от среднего с меньшей ошибкой.

Для целей предотвращения аварийного режима необходимо весь динамический диапазон изменения признаков разбить на градации, а в пределах каждой градации производить усреднение сигнала. Наличие аварийной статистики позволяет уменьшить необходимое число градаций. Однако эвристический подход к установлению порога требует определённого запаса по числу градаций сигнала, область изменения которых в зависимости от мощности обучающей выборки можно задать следующим образом $8 \leq n \leq 20$.

Очевидно, что число градаций статистического ряда обучающей выборки, так же как и число градаций сигнала, должно быть связано с мощностью обучающей выборки. При слишком большом числе градаций частоты статистического ряда имеют незакономерные колебания. При слишком малом числе градаций описание очень грубое. Поэтому даже если информационная ёмкость обучающей выборки близка к информационной ёмкости сигнала, число градаций в пределах заданного выше диапазона должно сочетаться с объёмом выборки.

В [1] установлен минимально возможный объём статистического ряда:

$$L \geq 10^{\frac{n}{5}}, \quad (9)$$

откуда следует, что $40 \leq L \leq 10^4$.

Следует отметить, что эвристические признаки, сложившиеся в практике, как правило, статистически зависимые [11], и подчёркивают те или иные специфические аспекты исследуемого процесса или явления. При проверке корреляционной связи между признаками и отборе статистически независимых, их число может быть существенно уменьшено.

Проведённые в [2, 3, 7, 8] экспериментальные исследования показали, что при описании системы с 8–30 признаками и мощностью обучающей выборки L от 40 до 120 методик, включающая в себя формализацию признаков на первом этапе, отбор с помощью корреляционного

анализа наиболее информативных признаков на втором этапе и классификацию состояния объекта методом кластерного анализа позволили правильно диагностировать состояние системы в аварийном режиме с точностью от 89 до 98%. Число классов колебалось от 2 до 5.

Предложенный информационный подход позволяет осуществлять классификацию и прогнозирование технических, экономических и биомедицинских систем любой сложности, что открывает возможности предсказания поведения таких систем и оптимального управления при появлении помех в соответствующих каналах прямых и обратных связей.

ЛИТЕРАТУРА

1 Базарский О.В., Коржик Ю.В. Система признаков для анализа и распознавания изображений случайных пространственных текстур // Исследования Земли из космоса, 1985. № 6. С. 101–105.

2 Балашова Е.А., Жданова Ю.А., Минаев Н.Н. Иерархический кластер-анализ для автоматизированной диагностики состояния объекта по совокупности качественных признаков // Системы управления и информационные технологии. 2005. Т. 22. № 5. С. 4–10.

3 Балашова Е.А., Битюков В.К., Саввина Е.А. Сравнительный анализ методов классификации при прогнозировании качества хлеба. // Вестник ВГУИТ. 2013. № 1. С. 57–62.

4 Горелик А.Л., Гуревич И.Б., Скрипкин В.А. Современное состояние проблемы распознавания: Некоторые аспекты. М.: Радио и связь, 1985. 160 с.

5 Крамаренко С.С. Метод использования энтропийно-информационного анализа для количественных признаков // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2005. Т. 7. № 1.

6 Крамаренко С.С., Луговой С.И. Использование энтропийно-информационного анализа для оценки воспроизводительных качеств свиноматок // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2013. Т. 2. № 9. С. 58–62.

7 Рогозина М.А., Подвигин С.Н., Балашова Е.А. Выявление информативных показателей и автоматизированная диагностика пограничных психических расстройств у студентов медицинского вуза // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2009. Т. 8. № 3. С. 772–775.

8 Худякова О.В., Битюкова В.В., Балашова Е.А. Автоматизированная классификация тактики лечения врожденной фоновой патологии шейки матки // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2009. Т. 8. № 2. С. 414–419.

9 Chater N., Tenenbaum J. B., Yuille A. Probabilistic models of cognition // Conceptual foundations. 2006. V. 10. № 7. P. 287–291. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tics.2006.05.007>

10 Cassandras C.G., Lygeros J. et al. Stochastic hybrid systems // CRC Press. 2006. V. 24.

11 Bianchi L. et al. A survey on metaheuristics for stochastic combinatorial optimization // Natural Computing: an international journal. 2009. V. 8. № 2. P. 239–287. DOI 10.1007/s11047-008-9098-4

12 Garcia S. et al. A survey of discretization techniques: Taxonomy and empirical analysis in supervised learning // Knowledge and Data Engineering, IEEE Transactions on. 2013. V. 25. № 4. P. 734–775

REFERENCES

1 Bazaraskii O.V., Korzhik Yu. V. The System characteristics for analysis and image recognition random spatial textures. *Issledovaniya zemli iz kosmosa* [Earth exploration from space] 1985, no. 6. pp. 101–105. (in Russian).

2 Balashova E.A., Zhdanova Yu.A., Minaev N.N. The hierarchic cluster-analyses for automatic diagnostic of object condition according to the quality features combination. *Sistemy upravleniya i informatsionnye tekhnologii* [Automation and Remote Control] 2005, vol. 22, no. 5, pp. 4–10. (in Russian).

3 Balashova E.A., Bityukov V.K., Savvina E.A. Comparative analysis of methods for classification in predicting the quality of bread. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET] 2013, no. 1, pp. 57–62. (in Russian).

4 Gorelik A.L., Gurevich I.B., Skripkin V.A. *Sovremennoe sostoyanie problem raspoznavaniya: nekotorye aspekty* [Modern state of problem recognition: Some aspects] Moscow, Radio i svyaz', 1985. 160 p. (in Russian).

5 Kramarenko S.S. Method of use the entropy-information analysis for quantitative attributes. *Vestnik Samarskogo nauchnogo tsentra RAN* [Proceedings of the Samara scientific center Russian Academy of Sciences] 2005, vol. 7, no. 1. (in Russian).

6 Kramarenko S.S., Lugovoi S.I. Application of entropy-information analysis to evaluate reproductive qualities of sows. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Altai state agrarian university] 2013, vol. 2, no. 9, pp. 58–62. (in Russian).

7 Rogozina M.A., Podvigin S.N., Balashova E.A. A clarification of borderline mental disorders informative predictors and automatic diagnostics of borderline mental disorders in medical students. *Sistemnyi analiz i upravlenie v biomeditsinskikh sistemakh* [System analysis and management in biomedical systems] 2009, vol. 8, no. 3, pp. 772–775 (in Russian).

8 Khudyakova O.V., Bityukova V.V., Balashova E.A. Automated classification of treatment tactics of congenital background pathology of the uterine neck *Sistemnyi analiz i upravlenie v*

biomeditsinskikh sistemakh [System analysis and management in biomedical systems] 2009, vol. 8, no. 2, pp. 414–419 (in Russian).

9 Chater N., Tenenbaum J. B., Yuille A. Probabilistic models of cognition. Conceptual foundations, 2006, vol. 10, no. 7, pp 287–291. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tics.2006.05.007>

10 Cassandras C.G., Lygeros J. et al. Stochastic hybrid systems. CRC Press, 2006, vol. 24.

11 Bianchi L. et al. A survey on metaheuristics for stochastic combinatorial optimization. *Natural Computing: an international journal*, 2009, vol. 8, no. 2, pp. 239–287. DOI 10.1007/s11047-008-9098-4

12 Garcia S. et al. A survey of discretization techniques: Taxonomy and empirical analysis in supervised learning. *Knowledge and Data Engineering, IEEE Transactions on*, 2013, vol. 25, no. 4, pp. 734–775

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Елена А. Балашова к. т. н., доцент, кафедра информационных и управляющих систем, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия, helbal@yandex.ru

Валерия В. Битюкова д. м. н., профессор, акушерство и гинекология ИДПО, Воронеж. гос. мед. ин-т им. Бурденко, пер. Здоровья, 2, г. Воронеж, 394024, Россия, acusher.idpo@vsmaburdenko.ru

Геннадий И. Котов д. ф.-м. н., профессор, кафедра физики, теплотехники и теплоэнергетики, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия

Александр В. Буданов д. ф.-м. н., заведующий кафедрой, кафедра физики, теплотехники и теплоэнергетики, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Елена А. Балашова написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию, несёт ответственность за плагиат
Валерия В. Битюкова, консультация в ходе исследования
Геннадий И. Котов консультация в ходе исследования
Александр В. Буданов консультация в ходе исследования

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 01.04.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 29.04.2016

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Elena A. Balashova PhD, associate professor, department of information and control systems, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia, helbal@yandex.ru

Valeriya V. Bityukova Doc. Sci. doctor, professor, obstetrics and gynecology IAPe, Voronezh state medical institute named after Burdenko, Zdoroviya lane, 2, Voronezh, 394024, Russia, acusher.idpo@vsmaburdenko.ru

Gennadii I. Kotov Doc. Sci., professor, department of physics, heating engineering and heat-power engineering, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia,

Alexandr V. Budanov Doc. Sci., head of department, department of physics, heat engineering and heat power engineering, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia,

CONTRIBUTION

Elena A. Balashova wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism
Valeriya V. Bityukova consultation during the study
Gennadii I. Kotov consultation during the study
Aleksandr V. Budanov consultation during the study

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 4.1.2016

ACCEPTED 4.29.2016

Численное исследование минимумов термодинамического потенциала сегнетоэлектрика титаната бария

Дмитрий С. Сайко,	¹	dmsajko@mail.ru
Борис М. Даринский,	²	darinskii@mail.ru
Ирина В. Являнская,	³	zdkzycrfz@mail.ru
Александр В. Буданов	⁴	budanova9@gmail.com

¹ кафедра высшей математики, Воронеж. гос. ун-т инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, Россия

² кафедра материаловедения и индустрии наносистем, Воронеж. гос. ун-т, Университетская пл., 1, г. Воронеж, Россия

³ кафедра информационных технологий моделирования и управления, Воронеж. гос. ун-т инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, Россия

⁴ кафедра физики, теплотехники и теплоэнергетики, Воронеж. гос. ун-т инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия

Реферат. Макроскопическая поляризация является наиболее важным понятием при любом феноменологическом описании диэлектрических сред. Наличие спонтанной макроскопической поляризации является определяющим свойством сегнетоэлектрического материала, которое занимает центральное место во всей физике сегнетоэлектриков. Опираясь исключительно на соображения симметрии, теория Ландау может обеспечить надёжное описание равновесного поведения системы вблизи фазового перехода. Этот феноменологический подход позволяет дать соотношения между измеряемыми величинами с использованием минимального набора входных параметров, которые могут быть определены путём сравнения с физическим экспериментом или расчётным путём из первых принципов. В настоящее время существует проблема представления потенциала Ландау-Девоншира для различных материалов. Свойства термодинамического потенциала Ландау-Девоншира (ТП) для сегнетоэлектрических материалов в данной статье исследуются на примере титаната бария. Применяется ранее сформулированный топологический метод исследования нелинейных свойств сегнетоэлектриков. Для интерпретации особенностей ТП используются представления о клеточных комплексах. Новое представление ТП в виде полинома 8 порядка сравнивается с ранее использовавшимся представлением в виде полинома 6 порядка. Для потенциала 8 порядка структура метастабильных состояний для титаната бария представлена в окрестности точки фазового перехода при $T = 5^\circ\text{C}$. Предложен новый метод для качественного описания метастабильной структуры состояний ТП системы. На основе метода указаны области значений температуры, где предсказания метастабильных состояний для потенциалов 6 и 8 порядков различны.

Ключевые слова: сегнетоэлектричество, сегнетоэлектрики, фазовый переход, термодинамический потенциал, титанат бария

Numerical study of the minimum of the thermodynamic potential of a ferroelectric barium titanate

Dmitry S. Saiko,	¹	dmsajko@mail.ru
Boris M. Darinskii,	²	darinskii@mail.ru
Irina V. Yavlyanskaya	³	zdkzycrfz@mail.ru
Aleksandr V. Budanov	⁴	budanova9@gmail.com

¹ department of the higher mathematics, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, Russia

² department of materials science and industry of nanosystems, Voronezh state university, Universitetskaya square, 1 Voronezh, Russia

³ department of information technologies of modeling and control, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, Russia

⁴ heat engineering and power system department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia

Summary. The macroscopic polarization is the most essential concept in any phenomenological description of dielectric media. The presence of a spontaneous macroscopic polarization is the defining property of a ferroelectric material that is central to whole physics of ferroelectrics. Based solely on symmetry considerations, Landau theory can provide a reliable description of a system equilibrium behavior near a phase transition. This phenomenological approach allows giving relations between measurable quantities using a minimal set of input parameters that can be determined by comparison with physical experiment or numerical first-principles calculation. Now, the problem of true presentation of Landau-Devonshire potential for different materials is outstanding. The properties of Landau-Devonshire thermodynamic potential (TP) for ferroelectric materials in this article is investigated on the example of barium titanate. The previously approved topological method of research of nonlinear properties of ferroelectrics is applied. The cellular complexes approach use for interpretation of TP extremes. The new representation of the 8-order polynomial TP compared with previously used 6-order representation. For the 8 order potential the structure of metastable states for barium titanate is presented in the vicinity of first-order phase transition point at $T = 5^\circ\text{C}$. New method proposed for the qualitative description of the metastable states structure that TP generates. Based on the method the temperature regions are pointed where the 6 and 8 order potentials predicting for the metastable states are qualitatively different

Keywords: ferroelectricity, ferroelectrics, phase change, thermodynamic potential, barium titanate

Для цитирования

Сайко Д. С., Даринский Б. М., Являнская И. В., Буданов А. В. Численное исследование минимумов термодинамического потенциала сегнетоэлектрика титаната бария // Вестник ВГУИТ. 2016. № 2. С 125–130. doi:10.20914/2310-1202-2016-2-125-130

For citation

Saiko D. S., Darinskii B. M., Yavlyanskaya I. V., Budanov A. V. Numerical study of the minimum of the thermodynamic potential of a ferroelectric barium titanate. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no 2 pp. 125–130 (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2016-2-125-130

Введение

В последние годы развитие теории и приложений сегнетоэлектрических материалов идёт быстрыми темпами. В теории сегнетоэлектричества обозначалось существенное расширение возможностей применения классической теории Ландау для описания свойств низко- и наноразмерных объектов, кристаллов с неоднородным распределением поляризации, связанным с доменной структурой и поверхностной релаксацией, неоднородным распределением примесей и дефектов. Увеличился поток работ, связанных с расчётами из первых принципов, позволяющих вплотную подойти к выяснению природы сегнетоэлектрических явлений. С другой стороны, в связи с появлением и развитием новых методов сильно расширились возможности экспериментального исследования физических свойств, доменной и кристаллической структуры объёмных и наноструктурированных сегнетоэлектриков, мультиферроиков. Несомненно, прорывным направлением стало получение, исследование и применение сегнетоэлектриков в виде тонких плёнок, сверхрешёток и композитов [1].

$$G(P) = \frac{1}{2} \alpha_{ij} P_i P_j + \frac{1}{4} (\gamma_{ijkl} + 2c_{mnor} Q_{mni} Q_{orl}) P_i P_j P_k P_l + \frac{1}{6} \omega_{ijklmn} P_i P_j P_k P_l P_m P_n \quad (1)$$

$$G = \alpha_1 (P_1^2 + P_2^2 + P_3^2) + F_4 + \alpha_{111} (P_1^6 + P_2^6 + P_3^6) + \alpha_{112} (P_1^2 (P_2^4 + P_3^4) + P_2^2 (P_1^4 + P_3^4) + P_3^2 (P_1^4 + P_2^4)) + \alpha_{123} P_1^2 P_2^2 P_3^2 \quad (2)$$

$$F_4 = \frac{1}{2} (\alpha_{12} - 4c_{12} Q_{12} Q_{11} - 4c_{11} Q_{12} Q_{11} - 2c_{12} Q_{11}^2 - 6c_{12} Q_{12}^2 - 2c_{11} Q_{12}^2 16c_{44} Q_{44}^2) (P_1^2 P_2^2 + P_3^2 P_1^2 + P_3^2 P_2^2) + \frac{1}{4} (\alpha_{11} - 8c_{12} Q_{12} Q_{11} - 2c_{11} Q_{11}^2 - 4c_{12} Q_{12}^2 - 4c_{11} Q_{12}^2) (P_1^4 + P_2^4 + P_3^4) \quad (3)$$

где $P(P_1, P_2, P_3)$ – вектор спонтанной поляризации, c_{ijkl} , Q_{ijkl} – компоненты тензора упругих модулей и электрострикционных коэффициентов соответственно, применены стандартные упрощения записи суммирования по Ландау.

При этом постоянно возрастает роль новых теоретических подходов в исследовании свойств и структуры сегнетоэлектрических материалов.

Материалы и методы исследования

В работе [2] был предложен топологический метод исследования закономерностей при фазовых переходах в сегнетоэлектрических кристаллах и нелинейных явлениях, основанный на представлениях о клеточных комплексах системы особых точек термодинамического потенциала. Построена полная совокупность клеточных комплексов для титаната бария. Для BaTiO_3 было использовано разложение потенциала Ландау–Девоншира до шестого порядка, предложенное в работе [3]. Исследованы фазовые переходы, индуцированные внешним электрическим полем. Однако, быстрое развитие экспериментальной базы и активные теоретические исследования в этом направлении привели к существенному уточнению параметров потенциала. В работе [4] предложены исправленные разложения потенциала Ландау–Девоншира до шестого порядка и альтернативные разложения до восьмого порядка:

При отсутствии напряжений формула (3) существенно упростится:

$$F_4 = \frac{1}{2} \alpha_{12} (P_1^2 P_2^2 + P_1^2 P_3^2 + P_2^2 P_3^2) + \frac{1}{4} \alpha_{11} (P_1^4 + P_2^4 + P_3^4) \quad (4)$$

Для случая потенциала восьмого порядка к свободной энергии (2) прибавится слагаемое:

$$F_8 = \alpha_{111} (P_1^8 + P_2^8 + P_3^8) + \alpha_{112} (P_1^6 (P_2^2 + P_3^2) + P_2^6 (P_1^2 + P_3^2) + P_3^6 (P_1^2 + P_2^2)) + \alpha_{122} (P_1^4 P_2^4 + P_1^4 P_3^4 + P_3^4 P_2^4) + \alpha_{123} P_1^2 P_2^2 P_3^2 (P_1^2 + P_2^2 + P_3^2) \quad (5)$$

В таблице 1 приведены два набора коэффициентов для (1) и (2). Упругие и электрострикционные коэффициенты приведены отдельно в таблице 2. В таблицах, взятых из [1, 2, 4] выбраны усреднённые значения.

Известно [5], что при понижении температуры в кристаллах титаната бария происходит ряд последовательных сегнетоэлектрических фазовых переходов: при 393 °К они переходят из кубической (параэлектрической) фазы

с пространственной группой $\text{Pm}\bar{3}\text{m}$ в тетрагональную полярную (сегнетоэлектрическую) с пространственной группой $\text{P}4\text{mm}$, затем при 278 °К следует переход в орторомбическую полярную с пространственной группой $\text{Amm}2$ и, наконец, при 183 °К – в ромбоэдрическую полярную с пространственной группой $\text{R}\bar{3}\text{m}$. Все три перехода – первого рода, и при изменении температуры диэлектрическая проницаемость меняется скачками.

Коэффициенты разложения термодинамического потенциала Ландау–Девоншира для BaTiO₃
(в единицах СИ, T в К)

Table 1

The expansion coefficients of thermodynamics potential the Landau–Devonshire for BaTiO₃ (in SI, T, K)

Коэффициенты Coefficients	Шестой порядок Sixth order	Восьмой порядок Eighth order
$\alpha_1 (10^5 \text{ Кл}^{-2}\text{м}^2\text{Н})$	3.34 (T – 381)	4.124 (T – 388)
$\alpha_{11} (10^6 \text{ Кл}^{-4}\text{м}^6\text{Н})$	4.69 (T – 393) – 202	– 209.7
$\alpha_{12} (10^8 \text{ Кл}^{-4}\text{м}^6\text{Н})$	3.23	7.974
$\alpha_{111} (10^7 \text{ Кл}^{-6}\text{м}^{10}\text{Н})$	– 5.52 (T – 120) + 276	129.4
$\alpha_{112} (10^9 \text{ Кл}^{-6}\text{м}^{10}\text{Н})$	4.47	– 1.950
$\alpha_{123} (10^9 \text{ Кл}^{-6}\text{м}^{10}\text{Н})$	4.919	– 2.5009
$\alpha_{1111} (10^{10}\text{Кл}^{-8}\text{м}^{14}\text{Н})$	0.0	3.863
$\alpha_{1112} (10^{10} \text{ Кл}^{-8}\text{м}^{14}\text{Н})$	0.0	2.529
$\alpha_{1122} (10^{10} \text{ Кл}^{-8}\text{м}^{14}\text{Н})$	0.0	1.637
$\alpha_{1123} (10^{10} \text{ Кл}^{-8}\text{м}^{14}\text{Н})$	0.0	1.367

Таблица 2

Упругие электрострикционные коэффициенты для BaTiO₃

Table 2

Electrostriction elastic coefficients for BaTiO₃

Коэффициенты Coefficients	Значение Value
$c_{11} (10^{11}\text{Нм}^{-2})$	1.78
$c_{12} (10^{11}\text{Нм}^{-2})$	0.964
$c_{44} (10^{11}\text{Нм}^{-2})$	1.22
$Q_{11} (\text{Кл}^{-2}\text{м}^4)$	0.10
$Q_{12} (\text{Кл}^{-2}\text{м}^4)$	–0.04
$Q_{22} (\text{Кл}^{-2}\text{м}^4)$	0.045

Для потенциала 6 порядка ранее [2] температуры этих переходов получались с удовлетворительной точностью (в пределах 2 градусов).

На первом этапе нашего исследования рассмотрен потенциал восьмого порядка для свободного образца. На следующем рисунке приведён пример пространственного расположения экстремумов потенциала в пространстве вектора поляризации. Для указанной на рисунке температуры перечислены все положения равновесия в первом октанте. Справа указаны значения потенциала ($\text{Г} \cdot 10^8 \text{ Дж}$) в порядке возрастания.

При данной температуре кристалл находится в орторомбической фазе с пространственной группой Amm2. Соответственно, минимумы потенциала расположены в координатных плоскостях, направление на них составляет угол 45° с осями координат.

T = 260

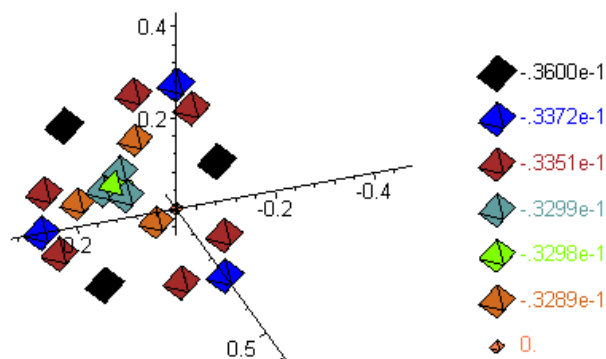


Рисунок 1. Положение экстремумов термодинамического потенциала. Справа указаны значения потенциала, умноженные на 10^{-8}

Figure 1. Positions of extrema of thermodynamic potential. On the right side the potential data multiplied on 10^{-8}

Введём следующие обозначения для направлений на точки минимумов: 000 = O, 100 = A, 110 = B, 111 = C, хху = D, ху0 = E, хуз = F. Последние типы положения экстремумов

отвечают пониженной симметрии, в том смысле, что, например, точка D две ненулевых координаты, равных друг другу и третьей, отличную от них.

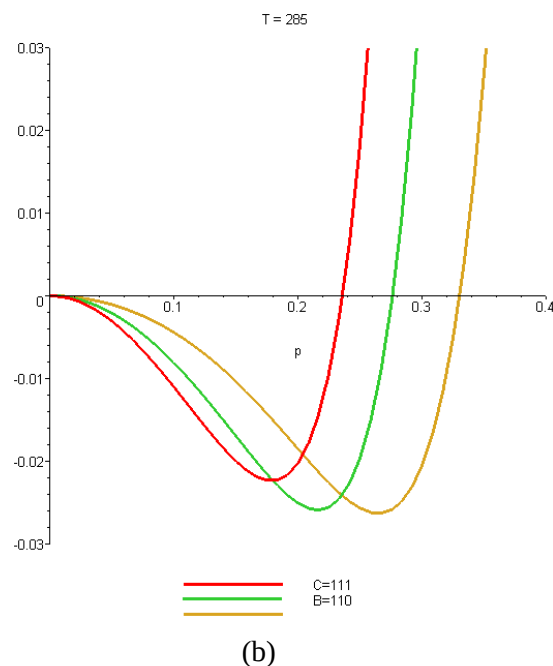
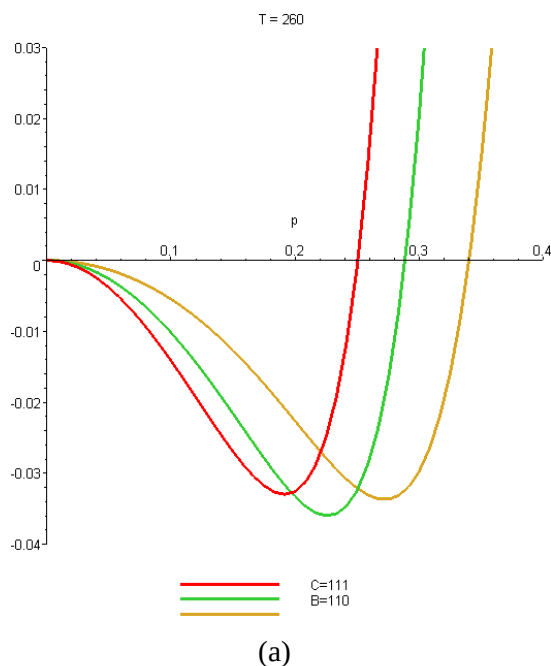


Рисунок 2. Рельефы термодинамического потенциала вдоль симметричных направлений при различных температурах
Figure 2. Thermodynamic potential reliefs along the symmetry directions at different temperatures presented

Показанная на рисунке 1 структура минимумов отвечает «слову» "BAEDCFO", где последовательность букв отвечает возрастанию энергии экстремума. Отметим, что экстремум может быть любого типа. На рисунке 2 показаны кривые потенциала для направлений A, B, C. Хорошо

видно, что при повышении температуры от 260 до 285°K минимум рельефа переходит от направления B (орторомбическая фаза) к направлению A (тетрагональная фаза). Результаты вычислений приведены в таблице 3.

Сравнение структуры потенциального рельефа для различных аппроксимаций термодинамического потенциала

Таблица 3

Table 3

Potential relief comparison for the different approximations of thermodynamic potential

Температура, К Temperature, K	8 порядок разложения 8 order polynomial	6 порядок разложения 6 order polynomial
250	BCFAEDO	BCFAEDDBDBO
260	BAEDCFO	BDCAEDDDDBO
270	BAECO	BAECBBO
280	BAECO	BAECBBO
280	BAECO	BAECBBO
281	BAECO	BAECBBO
282	ABECO	BAECBBO
283	ABECO	ABECBBO
290	ABECO	ABECBBO
300	ABECO	ABEBBCO
310	ABCO	ABCO
320	ABCO	ABCO
330	ABCO	ABCO
340	ABCO	ABCO
350	ABCO	ABCO

Из таблицы 3 видно, что фазовый переход происходит между 281 и 282°K для потенциала 8 порядка, и это немного лучше согласуется с экспериментальными данными. Следует учесть, что расчёты в таблице 3 не учитывали деформации, возникающие при переполяризации сегнетоэлектрика. Заметим, что точность определения перехода из-за явления сегнетоэлектрического гистерезиса составляет несколько градусов. Из таблицы следует, что потенциал восьмого порядка резко снижает число возможных метастабильных состояний в области использования сегнетоэлектрических кристаллов титаната бария. Для нижних состояний потенциалы демонстрируют вполне ожидаемое

соответствие. Различие возникает в области 260 °K, где потенциал 8 порядка предсказывает, что в достаточно сильных полях возможен переход кристалла из орторомбической в тетрагональную фазу. Оценки необходимой напряжённости поля и параметров перехода авторы сделают позднее.

Предложенная нотация положений особых точек термодинамического потенциала даёт большую информацию о характере изменения структуры сегнетоэлектрика при изменении температуры и даёт возможность оценивать возможность возникновения метастабильных состояний вместе с приложением внешнего электрического поля.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Рабе К. М., Ан Ч. Г., Трискон Ж.-М. Физика сегнетоэлектриков: современный взгляд. М.: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2011. 440 с.
- 2 Darinskiy B. M., Sajko D. S. Topological method of research of nonlinear properties of ferroelectrics. 2010. V. 397. № 1. P. 22–31.
- 3 Широков В. Б., Юзюк Ю. И., Dkhil B., Леманов В. В. Феноменологическое описание фазовых переходов в тонких пленках BaTiO₃ // Физика твердого тела. 2008. Т. 50. № 5. С. 889–896.
- 4 Haun M. J., Zhuang Z. Q., Furman E., Jang S. J. et al. Thermodynamic theory of the lead zirconate-titanate solid solution system, part III: Curie constant and sixth-order polarization interaction dielectric stiffness coefficients // Ferroelectrics. 2013. V. 99. № 1. P. 45–54.
- 5 Веневцев Ю. Н., Политова Е. Д., Иванов С. А. Сегнето- и антисегнетоэлектрики семейства титаната бария. М.: Химия, 1985.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Дмитрий С. Сайко профессор, кафедра высшей математики, Воронеж. гос. ун-т инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, dmsajko@mail.ru
Борис М. Даринский профессор, кафедра материаловедения и индустрии наносистем, Воронеж. гос. ун-т, Университетская пл., 1, г. Воронеж, 394018, Россия, darinskii@mail.ru
Ирина В. Являнская студентка магистратуры, кафедра информационных технологий моделирования и управления, Воронеж. гос. ун-т инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, zdkzycrfz@mail.ru
Александр В. Буданов доцент, кафедра физики, теплотехники и теплоэнергетики, Воронеж. гос. ун-т инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, budanova9@mail.ru

REFERENCES

- 1 Rabe K.M., An Ch.G., Triskon Zh-M. Fizika segnetoelektrikov: sovremennyy vzglyad [Physics of ferroelectrics: a modern view] Moscow, BINOM, Laboratoriya znaniy, 2011. 440 p. (in Russian)
- 2 Darinskiy B. M., Sajko D. S. Topological method of research of nonlinear properties of ferroelectrics, 2010, vol. 397, no. 1, pp. 22–31.
- 3 Shirokov V. B., Yuzyuk Yu. I., Dkhil B., Lemanov V. V. Phenomenological description of phase transitions in BaTiO₃ thin films. *Fizika tverdogo tela* [Physics of the solid state] 2008, vol. 50, no. 5. pp. 889–896. (in Russian)
- 4 Haun M. J., Zhuang Z. Q., Furman E., Jang S. J. et al. Thermodynamic theory of the lead zirconate-titanate solid solution system, part III: Curie constant and sixth-order polarization interaction dielectric stiffness coefficients. *Ferroelectrics*, 2013, vol. 99, no. 1, pp.45–54. (in Russian)
- 5 Venetsev Yu. N., Politova E. D., Ivanov S. A. Segneto- i antisegetoelektriki semeistva titanata bariya [Ferroelectric- and antisegetoelectric of the family of barium titanate]. Moscow, Khimiya, 1985. (in Russian)

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Dmitrii S. Saiko professor, department of the higher mathematics, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia, dmsajko@mail.ru
Boris M. Darinskii professor, department of materials science and industry of nanosystems, Voronezh state university, Universitetskaya square, 1 Voronezh, 394018, Russia, darinskii@mail.ru
Irina V. Yavlyanskaya student of a magistracy, department of information technologies of modeling and control, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia, zdkzycrfz@mail.ru
Aleksandr V. Budanov associate Professor, department of physic, heat engineering and power engineering, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia, budanova9@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Дмитрий С. Сайко предложил методы вычислений, разработал программы, сформулировал текущие задачи и результаты, написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несет ответственность за плагиат

Борис М. Даринский предложил основную идею работы, обзор литературных источников, участвовал в обсуждении результатов

Ирина В. Являнская выполняла расчеты, участвовала в обсуждении результатов, оформлении статьи

Александр В. Буданов консультация в ходе исследования

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 18.03.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 12.04.2016

CONTRIBUTION

Dmitrii S. Saiko proposed the calculation method, developed a program, formulated the current tasks and results, wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Boris M. Darinskii proposed the general idea of the article, review of the literature on an investigated problem, take a part in results discussion

Irina V. Yavlyanskaya performed computations, take a part in results discussion, preparing a paper

Aleksandr V. Budanov consultation during the study

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 3.18.2016

ACCEPTED 4.12.2016

Исследование возможности использования экстрактов гриба *Boletus edulis* при производстве функциональных молочных продуктов

Любовь И. Александрова,¹ agen_tessa_3000@mail.ru
 Людмила А. Забодалова,² zabodalova@gmail.com
 Наталья Н. Скворцова¹ ns0308@inbox.ru

¹ кафедра химии и молекулярной биологии, Университет ИТМО, ул. Ломоносова, 9, г. Санкт-Петербург, 191002, Россия

² кафедра прикладной биотехнологии, Университет ИТМО, ул. Ломоносова, 9, г. Санкт-Петербург, 191002, Россия

Реферат. Плодовые тела грибов богаты белками. Наиболее богат белками *Boletus edulis* (белый гриб), причем суммарный белок содержит все незаменимые аминокислоты. Низкая биологическая доступность белков *Boletus edulis* стимулирует поиск путей её повышения. Одним из путей повышения биологической доступности питательных веществ *Boletus edulis* может быть экстракция из плодового тела грибов. Приведены результаты исследования экстрактов белого гриба (*Boletus edulis*), полученных с применением различных методов обработки измельчённого сухого плодового тела. Исследовано влияние физических и биотехнологических параметров на эффективность извлечения белков. Определены спектральные характеристики полученных экстрактов и содержание белка. Показано, что ультразвуковая активация экстракции приводит к наиболее эффективному извлечению белка (повышение на 9,5%). Также существенное влияние оказывает продолжительность экстрагирования. Применение ферментного препарата в исследованных соотношениях не оказало положительного воздействия, однако ферментативная обработка совместно с ультразвуковым воздействием повысило эффективность на 13,5%, что свидетельствует о сложном протекании диффузионных процессов в плодовых телах грибов. Повышение длительности экстракции, несмотря на высокое содержание белка в экстракте, нецелесообразно из-за опасности бактериального загрязнения высокопитательного экстракта. Повышение температуры процесса не оказывает существенного влияния на содержание белка, но снижает ценность экстракта, из-за разрушения термолабильных составляющих, к которым относятся витамины и вторичные метаболиты. Определена доза внесения экстракта в творожный продукт. Для исследуемых образцов установлены органолептические показатели, титруемая кислотность. Наиболее приемлемой дозой внесения экстракта при производстве творожного продукта является 15% от массы готового продукта.

Ключевые слова: экстракция, белый гриб, функциональный продукт

Study the possibility of use of extracts of the mushroom *Boletus edulis* in the production of functional dairy products

Lyubov I. Aleksandrova,¹ agen_tessa_3000@mail.ru
 Lyudmila A. Zabodalova,² zabodalova@gmail.com
 Natalia N. Skvortsova¹ ns0308@inbox.ru

¹ chemistry and molecular biology department, ITMO University, Lomonosova str., 9, Saint-Petersburg, 191002, Russia

² applied biotechnology department, ITMO University, Lomonosova str., 9, Saint-Petersburg, 191002, Russia

Summary. Fruiting bodies of mushrooms are rich in proteins. The most rich in proteins is *Boletus edulis* (white mushroom), and total protein contains all the essential amino acids. The low bioavailability of proteins *Boletus edulis* stimulates the search for ways to improve. One way to improve the bioavailability of nutrients of *Boletus edulis* is an extraction. This article presents the results of studies of extracts of white mushroom (*Boletus edulis*), obtained using different methods of processing the chopped dry fruiting body. The effect of physical and biotechnological parameters on the efficiency of the extraction of proteins was studied. The spectral characteristics and protein content of the obtained extracts were determined. It is shown that the ultrasonic extraction activation leads to the most efficient protein extraction (an increase of 9.5%). It is also significantly affected by the duration of extraction. The use of the enzyme preparation in the investigated ratios do not have a positive impact, however, enzymatic treatment in conjunction with ultrasound treatment increased the efficiency of 13.5%, showing the complex diffusion processes in the fruiting bodies of mushrooms. Increasing the length of the extraction, despite the high content of protein in the extract, is impractical because of the risk of bacterial contamination of high-nutritive extract. Increasing the temperature of the process has no significant effect on the protein content, but it reduces the value of the extract, due to the destruction of heat-labile components, which include vitamins and secondary metabolites. The extract application rate for curd product was determined. For the test samples organoleptic characteristics and titratable acidity were determined. The most appropriate dose of the extract in the manufacture of making curd product is 15% by weight of the finished product.

Keywords: white fungus, *Boletus edulis*, functional product

Для цитирования

Александрова Л. И., Забодалова Л. А., Скворцова Н. Н. Исследование возможности использования экстрактов гриба *Boletus edulis* при производстве функциональных молочных продуктов // Вестник ВГУИТ. 2016. № 2. С. 131–139. doi:10.20914/2310-1202-2016-2-131-139

For citation

Aleksandrova L. I., Zabodalova L. A., Skvortsova N. N. Study the possibility of use of extracts of the mushroom *Boletus edulis* in the production of functional dairy products. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET] 2016. no. 2 pp. 131–139. (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2016-2-131-139

Введение

Грибы являются объектом внимания человека с незапамятных времён. Однако многообразие грибов столь велико, что процесс их познания до сих пор незавершён. Плодовые тела грибов богаты белками. Белковые вещества грибов относятся к фосфорсодержащим гликопротеинам. Они составляют 50–80% всего количества азотистых соединений. Однако нет единого мнения об усвояемости грибных белков. Усвоению белков мешает сложное строение клеточной стенки, содержащей в своём составе хитин и целлюлозу, не перевариваемые пищеварительной системой организма человека. В то же время имеются сведения, что в 1 кг сушёных грибов усвояемых белков в два раза больше, чем в говядине, и в три, – чем в рыбе. Наиболее богат белками *Boletus edulis* (белый гриб), причём суммарный белок содержит все незаменимые аминокислоты. В свежих белых грибах содержание белка достигает в среднем 3,7%, в сушёных – 33%, а в порошке из них – 42,5% [1]. Лимитирующими аминокислотами являются валин (аминокислотный скор в свежих грибах 42%), метионин + цистеин (52%) [2]. Низкая биологическая доступность белков *Boletus edulis* стимулирует поиск путей её повышения.

Кроме белков *Boletus edulis* содержит, углеводы (β-глюканы, пектины), жиры, витамины (В₁, В₂, С, D, А), минеральные вещества, органические кислоты, флавоноиды. Некоторые флавоноиды грибов проявляют ценные фармакологические свойства, например, герценин, обладающий бактерицидным действием, снижает боли при стенокардии. Японские и американские учёные выяснили, что *Boletus edulis* содержит вещества, проявляющие противоопухолевую активность [3].

Одним из путей повышения биологической доступности питательных веществ *Boletus edulis* может быть экстракция из плодового тела грибов. Наиболее простыми способами экстрагирования являются статические и в их числе – метод настаивания. Этот метод прост в применении и менее затратен в реализации [4].

В настоящее время классическая мацерация не отвечает требованиям интенсификации производства и используется только в редких случаях. Нами метод использован для первоначального скрининга условий извлечения экстрактивных веществ из плодовых тел грибов.

Продолжительность мацерации зависит от скорости вытеснения воздуха из клетки,

т. е. от значения капилляропроводности сырья. Однако многие капилляры заканчиваются в фибриллах, не выходя наружу. Здесь воздух удерживается до тех пор, пока не растворится в экстрагенте. Кроме того, часть воздуха в виде пузырьков остаётся внутри клетки.

Мацерация – достаточно длительный процесс, поэтому для его интенсификации применяют ультразвуковую обработку [5]. Ультразвук формирует в направлении от излучателя во всём объёме «звуковой ветер», который создаёт общее течение (ламинарное или турбулентное), а сила «ветра» зависит как от интенсивности ультразвука, так и от параметров среды. Мощные ультразвуковые волны значительно увеличивают скорость пропитки материалов, имеющих пористую капиллярную структуру. Это объясняется тем, что высота подъёма жидкости под действием ультразвука увеличивается и находится в прямой зависимости от диаметра капилляра и избыточного звукового давления.

Ультразвук ускоряет вытеснение пузырьков воздуха из капиллярной системы и создаёт условия для их растворения в экстрагенте. В капиллярной системе создаётся вакуум, т. е. возникает так называемый эффект губки, снижающий продолжительность замачивания пористого сырья. При использовании ультразвука наблюдается не только ускорение процесса экстракции, но и повышение степени извлечения основного продукта по сравнению с другими способами [6].

Для повышения эффективности извлечения БАВ из растительного сырья широко используют обработку ферментными препаратами (ФП), обладающими гидролитической активностью, для разрушения клеточных стенок [7,8].

Для оценки эффективности экстракции анализировали УФ-спектры экстрактов. Спектры поглощения белков обусловлены в основном электронными полосами пептидной группы при 170–220 нм, боковыми цепями ароматических аминокислот при 230–280 нм, а также простетическими группами, кофакторами, ферментными субстратами или ингибиторами, которые могут поглощать в видимом диапазоне. Основной вклад в поглощение белков свыше 230 нм вносят триптофан, тирозин, фенилаланин. Поглощение аминокислот обладает свойством аддитивности: каждая аминокислота вносит вклад пропорционально своему количеству в составе белка. Так, вклад остатков фенилаланина в поглощение может быть довольно значительным в белках, содержащих очень малые количества остатков триптофана и тирозина.

Сейчас мало изученной является возможность использования грибных экстрактов как функциональных ингредиентов, что предоставляет большие возможности для исследовательской деятельности [1]. Основой создания функционального продукта питания нового вида является достижение максимально возможного уровня полноценности и гарантированной безопасности изделия. При разработке и создании продуктов функционального назначения необходимо изучить химический состав сырья, пищевую ценность, специальные приёмы технологической обработки.

Важная роль в рациональном питании принадлежит животным белкам. За последние 10 лет в рационе россиян выявлен недостаток полноценного белка, содержащего все незаменимые аминокислоты. Наиболее подходящей основой для белковых продуктов с функциональными свойствами являются молочные продукты, в частности, творог и творожные изделия [9]. Известно, что последние являются высокотехнологичными и удобными продуктами для создания новых видов функционального питания для людей различных возрастных категорий [10].

Разработка новых творожных продуктов с функциональными ингредиентами растительного происхождения является перспективным и актуальным направлением в молочной промышленности. В качестве функциональных ингредиентов растительного происхождения используют укроп, зародыши пшеницы, свекольный сок, облепиху, полбу, сою, рапс, любисток, экстракт зелёного чая и др [9, 11–17]. Использование в качестве функциональных ингредиентов съедобных грибов мало изучено.

Целью работы являлось исследование возможности получения и применения комплексных экстрактов из сушёного белого гриба в производстве творожного продукта.

Были поставлены следующие задачи:

- изучить влияние различных технологических факторов на состав экстрактов;
- определить наиболее благоприятные условия экстрагирования;
- определить дозу внесения экстракта в творожный продукт;
- определить качественные показатели готового продукта.

1.1 Материалы и методы

Сушёные плодовые тела *Boletus edulis*, приобретённые в торговой сети города, измельчали в кофемолке. Комплексный ФП «Вискостар 150L»

гемицеллюлозного действия производства фирмы ENMEX, S.A de C.V., полученный путём направленного культивирования штамма микромицета *Trichoderma longibrachiatum*, использовали в виде 1% водного раствора. Активность ФП при 50°С: ксиланазная – 3500 ед. КС/см³; β-глюканазная – 950 ед. β-ГКС/см³; целлюлазная – 1800 ед. КМЦ/см³.

Экстракты готовили в идентичных условиях. Навеску измельчённого сухого сырья массой 1 г заливали экстрагентом в соотношении 1:20. Экстрагирование проводили в ультратермостате при температуре 50 °С. Ультразвуковую обработку осуществляли в настольной цифровой ультразвуковой камере марки СТ-431D2 ($\nu = 500$ Гц).

Спектральные характеристики экстрактов определяли на спектрофотометре Shimadzu UV-1800 производства фирмы Shimadzu (Япония) в кварцевых кюветах толщиной 1 см. Растворы экстрактов для спектроскопии готовили унифицированным способом: в мерную колбу ёмкостью 25 мл помещали 1 мл экстракта и доводили до метки дистиллированной водой.

Содержание белка в экстрактах определяли биуретовым методом. Принцип метода: в щелочной среде белки реагируют с сульфатом меди с образованием соединения, окрашенного в фиолетовый цвет (биуретовая реакция). Интенсивность окраски пропорциональна концентрации белков.

Ход определения. В две пробирки наливают по 5 мл биуретового реактива. В одну из пробирок добавляют 0,1 мл исследуемого раствора (опытная проба), в другую – 0,1 мл изотонического раствора NaCl (контрольная проба). Содержимое пробирок тщательно перемешивали. Через 30 мин опытную пробу фотометрировали против контрольной пробы при длине волны 540 нм в кювете с длиной оптического пути 10 мм.

Расчёт проводили по калибровочному графику, для построения которого из калибровочного раствора альбумина (100 г./л) готовили рабочие растворы с различной концентрацией белка (рисунок 1). Из каждого разведения отбирали 0,1 мл рабочего раствора альбумина и вносили в пробирку, содержащую 5 мл биуретового реактива. Через 30 мин пробу фотометрировали против контрольной пробы при длине волны 540 нм в кювете с длиной оптического пути 10 мм.

На основе полученных данных, строили калибровочный график, откладывая по вертикальной оси величину абсорбции E , а по горизонтальной – концентрацию белка, мг/мл [18].

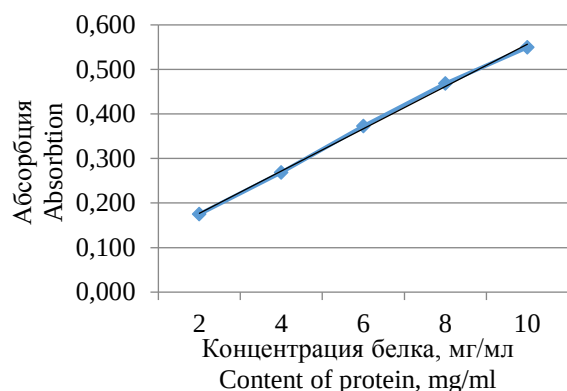


Рисунок 1. Градуировочный график для определения содержания белка биуретовым методом

Figure 1. Protein content's biuret test determination calibration curve

Для приготовления образцов кисломолочного продукта использовали: молоко обезжиренное в соответствии с ГОСТ Р 31658–2012; закваску, приготовленную на основе чистых культур *St. Thermophilus*; сычужный фермент «Натурен Stamix 1150» (с содержанием пепсина и химозина по 50% каждого) производства фирмы ООО «Балтийская пищевая компания»; экстракт сушёных белых грибов.

Обезжиренное молоко пастеризовали при температуре $(78 \pm 2)^\circ\text{C}$ с выдержкой 20–30 с и охлаждали до температуры заквашивания $(36 \pm 2)^\circ\text{C}$. Вносили закваску в количестве 5% от объёма смеси, 40%-й раствор хлористого кальция (400 грамм сухой соли на 1 тонну молока) и 1% раствор сычужного фермента (1 г сухого порошка на 1 т молока). Окончание сквашивания устанавливалось по излому сгустка (ровный край с блестящей гладкой поверхностью) и виду сыворотки (прозрачная с зеленоватым оттенком). В конце сквашивания сгусток должен иметь кислотность $(71 \pm 5)^\circ\text{T}$. Затем его разрезали и удаляли сыворотку до получения творога с массовой долей влаги $\leq 80\%$.

К 50 г обезжиренного творога добавляли экстракт сушёных белых грибов в количестве 1,25 г (2,5%), 2,5 г (5%), 5 г (10%) и 7,5 г (15%). Смесь тщательно перемешивали. В качестве контрольного образца использовали обезжиренный творог без внесения наполнителей. Для сравнения был приготовлен образец, содержащий 5% измельчённых сушёных белых грибов.

В творожных продуктах оценивали титруемую кислотность по ГОСТ 3624–92 (Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности).

Образцы оценивались дегустаторами по 5 бальной шкале в соответствии с ГОСТ Р ИСО

22935–3–2011 (Молоко и молочные продукты. Органолептический анализ. Часть 3. Руководство по оценке соответствия техническим условиям на продукцию для определения органолептических свойств путём подсчёта баллов). Образцы оценивали 12 экспертов в возрасте от 22 до 38 лет, квалифицированные для сенсорных методов оценки, и обычные потребители продукции.

Все эксперименты проводились по меньшей мере в трёхкратной повторности; данные были обработаны методами математической статистики при доверительной вероятности 0,95.

1.2 Результаты исследования экстрактов

Проведено исследование влияния условий экстракции на степень извлечения белка и экстрактивных веществ методом мацерации измельчённых сухих плодовых тел из *Boletus edulis*. При этом происходит разрушение клеток, разупорядочение надмолекулярной структуры клеточных стенок, повышение их проницаемости по отношению к ферментам и повышение их реакционной способности при последующем ферментативном гидролизе. Варьировали время мацерации, количество добавленного к экстрагенту ФП целлюлитического действия, применяли ультразвуковую обработку (УЗ).

Контроль эффективности экстракции проводили по анализу спектральных характеристик экстрактов и содержанию белка, определённого биуретовым методом.

УФ-спектры водных экстрактов имели максимум поглощения при 258 нм (рисунок 2).

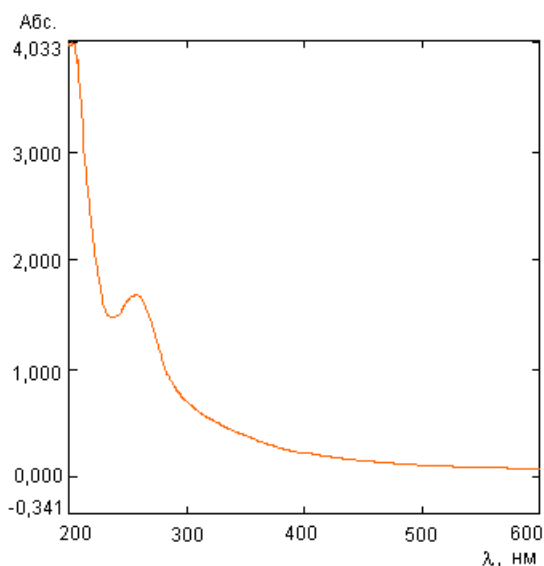


Рисунок 2. УФ-спектр водного экстракта измельчённого сушёного белого гриба

Figure 2. UV spectrum of crushed dried white fungus aqueous extract

Наиболее достоверным методом определения содержания белка является сочетание анализа спектров поглощения с независимым определением концентрации белка по аминному азоту. Нами выбран биуретовый метод определения содержания белка.

Результаты исследования влияния технологических факторов на содержание белка в экстрактах представлены в таблице 1.

Как следует из приведённых данных при различных способах извлечения белкового компонента основными факторами, повышающими эффективность извлечения при прочих равных условиях, являлось время выдержки (оп. 2 и 9; оп. 3 и 4 с ФП, оп. 6 и 7 с комбинированным воздействием ФП и УЗ). Ультразвуковое воздействие увеличивало степень извлечения белка на 9,5% (оп. 2 и 5).

Таблица 1

Влияние технологических факторов на содержание белка в экстрактах

Table 1.

Impact of technological factors on extracts's protein content

Номер опыта Num-ber of expe-ri-ment	Условия экстрагирования (температура 50 °C) Extraction conditions (temperature 50 °C)			Содержание белка, мг/мл Protein content mg/ml	Оптическая плотность (D) экстрактов $\lambda = 258$ нм Extracts optical density (D) $\lambda = 258$ nm
	ФП	УЗ	Время, ч Time, h		
1*	—	—	1	4,550 ± 0,011	1,667
2	—	—	3	5,351 ± 0,010	3,332
3	+	—	3	4,655 ± 0,009	2,709
4	+	—	4	4,908 ± 0,010	2,805
5	—	+	3	5,861 ± 0,009	3,963
6	+	+	3	5,288 ± 0,011	2,740
7	+	+	4	6,152 ± 0,008	—
8	+	—	24	15,446 ± 0,009	—
9	—	—	4	6,573 ± 0,007	2,295

* экстракцию проводили при кипячении

* extraction is carried out at boiling conditions

Применение ФП в исследованных соотношениях не оказало положительного воздействия (рисунок 3), однако, ферментативная обработка совместно с ультразвуковым воздействием повысила эффективность на 13,5% (оп. 2 и 7), что свидетельствует о сложном протекании диффузионных процессов в плодовых телах грибов [19]. Повышение длительности экстракции, несмотря на высокое содержание белка в экстракте (оп. 8), нецелесообразно из-за опасности бактериального загрязнения высокопитательного экстракта. Повышение температуры процесса (оп. 1) не оказывает существенного влияния на содержание белка, но снижает ценность экстракта, из-за разрушения термолабильных составляющих, к которым относятся витамины и вторичные метаболиты.

На рисунке 3 представлена сравнительная оценка методов контроля экстракции по содержанию белка, определённого биуретовым методом, и по величине абсорбции характеристичной полосы поглощения в УФ-спектре экстрактов с $\lambda_{\max}$ 258 нм.

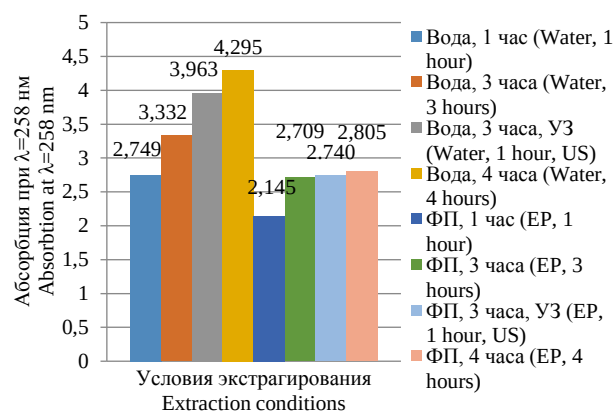


Рисунок 3. Сравнение спектральных характеристик и содержания белка в экстрактах (гидромодуль 1:20; 50 °C; продолжительность экстракции 3 ч)

Figure 3. Comparison of the spectral characteristics and protein content of the extracts (hydronic module 1:20; 50 °C; extraction time 3 h)

Как видно из приведённой диаграммы, результаты обоих методов хорошо согласуются и отражают общие тенденции, что позволит в дальнейших исследованиях руководствоваться

спектральными характеристиками для сравнительной оценки эффективности экстракции. Из анализа данных следует, что наибольшая активация извлечения белка происходит при действии ультразвука.

Отсутствие эффекта при использовании ФП, по-видимому, связано со спецификой строения клеточных стенок плодового тела гриба, не подверженных действию гидролаз ФП в изученных условиях.

Сочетание основных компонентов клеточной стенки может являться значительным препятствием для прохождения экстрагента. В состав клеточной стенки входят комплексы полисахаридов целлюлозы, глюканов, хитина, хитозана, маннана. Самыми распространёнными полисахаридами клеточной стенки грибов являются хитин и глюканы. Содержание хитина в клеточных стенках плодовых тел *Boletus edulis* относительно невелико – 6,7% [1]. Однако наличие других углеводов также может являться препятствием для процесса извлечения за счёт связывания значительного объёма воды и исключения её из процесса экстракции. Ферментативная деструкция полисахаридов может увеличивать вязкость раствора и, таким образом, ухудшать условия дальнейшего диффузионного обмена.

1.3 Результаты исследования творожного продукта

Для оценки органолептических показателей творожного продукта, обогащённого комплексным экстрактом белого гриба, получили 6 образцов на основе обезжиренного творога с разным содержанием экстракта (таблица 2). Значение титруемой кислотности полученных образцов нарастают при увеличении концентрации экстракта. Высокая пищевая и биологическая ценность продукта не будет иметь решающего значения, если он не обладает хорошими органолептическими показателями.

Анализируемыми дескрипторами являлись вкус, запах, цвет и консистенция. Результаты дегустационного анализа исследуемых образцов представлены в таблице 3. Органолептические показатели полученных образцов представлены в таблице 4. Требования к продукту: кисломолочные вкус и запах, с выраженным запахом белых грибов, кремового цвета с нежной, мажущейся консистенцией. Исходя из результатов, были вычислены средние баллы по каждому из исследуемых параметров и построена профилограмма (рисунок 4).

Таблица 2
Характеристика образцов творожного продукта
Table 2
Characteristics of cottage cheese product samples

Образец №	Количество внесённого экстракта, %	Значение кислотности, °Т
1 (контроль)	0	152 ± 0,5
2	2,5	160 ± 0,3
3	5	168 ± 0,6
4	10	172 ± 0,5
5	15	176 ± 0,3
6	5 (измельчённый сушёный белый гриб)	160 ± 0,6

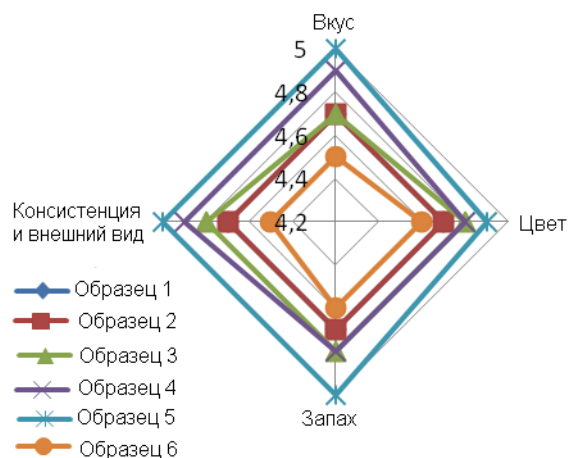


Рисунок 4. Профилограмма исследуемых образцов
Figure 4. Eest samples profilogram

Результаты дегустации

Results of tasting

Количество внесённого экстракта, % The amount put forward to extract, %	Вкус / Taste	Цвет / Colour	Запах / Smell	Консистенция и внешний вид The consistency and appearance
0	4,7	4,7	4,7	4,7
2,5	4,7	4,7	4,7	4,7
5	4,7	4,8	4,8	4,8
10	4,9	4,8	4,8	4,9
15	5,0	4,9	5,0	5,0
5 (измельчённый сушёный белый гриб / chopped dried white fungus)	4,5	4,6	4,6	4,5

Таблица 3

Table 3.

Таблица 4

Органолептические показатели образцов творожного продукта

Table 4

Organoleptic characteristics of the cottage cheese samples

Количество внесённого экстракта, % The amount put forward to extract, %	Вкус и запах / Taste and smell	Цвет / Colour	Консистенция / Consistency
0 (контроль / control)	Чистые, кисломолочные без посторонних привкусов и запахов Clean, fermented without foreign tastes and odors	Белый, равномерный по всей массе White, uniform throughout the mass	Мягкая, мажущаяся, с незначительным отделением сыворотки Soft, greasy, minor serum separation with
2,5	Кисломолочные, с лёгким запахом белых грибов Dairy, with a slight scent of white mushrooms	Белый, равномерный по всей массе White, uniform throughout the mass	Мягкая, мажущаяся Soft, greasy
5	Кисломолочные, с лёгким запахом белых грибов Dairy, with a slight scent of white mushrooms	Слегка кремовый, равномерный по всей массе Slightly off-white, uniform throughout the mass	Мягкая, мажущаяся Soft, greasy
10	Кисломолочные, с ощутимым запахом белых грибов Dairy, with a noticeable smell of white mushrooms	Слегка кремовый, равномерный по всей массе Slightly off-white, uniform throughout the mass	Нежная, мажущаяся Gentle, greasy
15	Кисломолочные, с выраженным запахом белых грибов Dairy, with a pronounced odor of white mushrooms	Кремовый, равномерный по всей массе Cream is uniform throughout the mass	Нежная, мажущаяся Gentle, greasy
5 (измельчённый сушёный белый гриб / chopped dried white fungus)	Кисломолочные, с сильным запахом белых грибов Dairy, with a strong smell of white mushrooms	Кремовый, с крупинками сухого компонента Cream with dry grains component	Пастообразная, мажущаяся, излишне сухая Pasty, greasy, too dry

По данным органолептической оценки, можно сделать вывод о том, что наибольшими достоинствами обладает образец № 5, содержащий 15% грибного экстракта. Его вкус, запах, цвет, консистенция и внешний вид наиболее полно отвечают требованиям потребителей.

При выбранных условиях экстрагирования и дозе внесения экстракта продукт приобретает приятный грибной аромат, насыщенный вкус и нежную консистенцию.

Заключение

1. В результате изучения влияния различных технологических факторов на содержание белка в водных экстрактах на основе

измельчённого плодового тела сухого белого гриба показано, что продолжительность экстрагирования при прочих равных условиях имеет решающее значение.

2. Выявлено, что наибольшая степень извлечения белка достигается при ультразвуковом воздействии.

3. Использование комплексного ФП «Вискостар 150L» гемицеллюлозного действия не оказывает активирующего воздействия на процесс экстракции.

Наиболее выраженными органолептическими достоинствами обладает образец творожного продукта с дозой внесения грибного экстракта 15% от массы готового продукта.

ЛИТЕРАТУРА

1 Дудка И.А., Вассер С.П. Грибы. Справочник миколога и грибника. Киев: Наукова думка, 1987.

2 Скурихин И.М., Волгарев М.Н. Химический состав пищевых продуктов. М.: Рипол Классик, 1987.

3 Состав грибов. URL: <http://gribnik.net/other/103-sostav-gribov.html>.

4 Ширшова Т.И. Экстракция как метод выделения биологически активных соединений: краткий обзор // Вестник института биологии Коми НЦ УрО РАН. 2002. №. 57. С. 41–42.

5 Захарова Л.М., Пушмина И.Н., Дятлов А.В. Изучение химического состава и содержания экстрактивных веществ и полисахаридов в клубнях

и листьях стахиса // Техника и технология пищевых производств. 2013. № 3 (30). С. 76–79.

6 Хмелев В.Н. и др. Применение ультразвука высокой интенсивности в промышленности. Бийск, 2010. 203 с.

7 Пат. РФ № 2460771 Способ извлечения биологически активных веществ из биомассы одноклеточной водоросли рода *Chlorella* / Бычков А.Л., Березин С.С., Ломовский А.И. Опубл. 10.09.2012, Бюл. № 25.

8 Забодалова Л.А., Доморощенкова М.Л., Демьяненко Т.Ф., Кузнецова Л.М. Применение комплекса гидролитических ферментов при получении концентрата белков люпина // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств, 2013. № 1 (17). С. 56

9 Альхамова Г.К. Перспективы развития рынка творожных продуктов с функциональными свойствами // Современные проблемы науки и образования. 2011. №. 5. С. 60.

10 Шилов О.А., Шилов А.И. Новый творожный продукт с повышенной пищевой и биологической ценностью // Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2012. № 1.

11 Павлова Ж.П., Парфенова Т.В., Гречкина Ю.А. Нетрадиционные источники сырья в производстве творожных изделий // Вестник ТГЭУ. 2006. № 3. С.72

12 Иванова Т.Н. Новые виды пудингов творожных повышенной пищевой ценности // Молочная промышленность. 2011. № 10. С. 57.

13 Ребезов М.Б. Конъюнктура предложения обогащенных молочных продуктов на примере Челябинска // Молочная промышленность. 2011. № 8. С. 38–39

14 Соловьева М.С., Забодалова Л.А. Реологические показатели творожного продукта на основе сухих компонентов // Известия СПбГУ-НИПТ. 2008. № 4. С. 31–33.

15 Соловьева М.С., Забодалова Л.А. Нетрадиционное зерновое сырье при изготовлении творожного продукта // Современные наукоемкие технологии. 2009. № 10. С. 78–79.

16 Кондратьев А.В., Глотова И.А., Забурунов С.С. Проектирование рецептур комбинированных творожных продуктов с использованием изолята белка рапса // Современные наукоемкие технологии. 2010. № 3. С. 63.

17 Евстигнеева Т.Н., Михайлова А.В., Яковлева Р.В. Изучение влияния массовой доли экстракта зеленого чая на органолептические показатели творожного продукта // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. 2014. № 4, с. 69–75.

18 Альтшулер Б.Ю., Раков С.С., Ткачев Г.А. Методические аспекты лабораторного определения низких концентраций белка в биологических жидкостях (опыт применения

математического анализа) // Вопросы медицинской химии. 2001. Т. 47. №. 4. С. 426–438.

19 Царахова Э.Н., Касьянов Д.Г., Одинец Н.А. Интенсификация технологических процессов с помощью ультразвука // Известия вузов. Пищевая технология. 2010. № 2–3. С. 122–123.

REFERENCES

1 Dudka I.A., Vasser S.P. Spravochnik mikologa i gribnika [Mushrooms. Directory mycologist and mushroom picker]. Kiev, Naukova dumka, 1987. (in Russian)

2 Skurikhin I.M., Volgarev M.N. Khimicheskii sostav pishchevykh produktov [Chemical composition of food products]. Moscow, Ripol Klassik, 1987. (in Russian)

3 Sostav gribov [The composition of mushrooms]. Available at: <http://gribnik.net/other/103-sostav-gribov.html> (in Russian)

4 Shirshova T.I. Extraction as a method of isolating biologically active compounds: an overview. *Vestnik instituta biologii Komi NTs UrO RAN* [Bulletin of the Institute of Biology Komi SC UB RAS] 2002, no 57, pp. 41–42. (in Russian)

5 Zakharova L.M., Pushmina I.N., Dyatlov A.V. Study of the chemical composition and content of extractives and polysaccharide in tubers and leaves of stahis. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Engineering and technology of food production] 2013, no. 3 (30), pp.76–79. (in Russian)

6 Khmelev V.N. et al. Priminenie ultrazvuka vysokoi intensivnosti v promyshlennosti [The use of high-intensity ultrasound in the industry] Biisk, 2010. 203 p. (in Russian)

7 Bychkov A.L., Berezin S.S., Lomovskii A.I. Sposob izvlecheniya biologicheskii aktivnykh veshchestv iz biomassy odnokletochnoi vodorosli roda *Chlorella* [The method of extraction of biologically active substances from the biomass of unicellular alga genus *chlorella*] Patent RF, no. 2460771, 2011 (in Russian)

8 Zabodalova L.A., Domoroshchenkova M.L., Demyanenko T.F., Kuznetsova L.M. The use of the complex of hydrolytic enzymes in the preparation of lupine protein concentrate. *Nauchnyi zhurnal NIU ITMO* [Scientific Journal ITMO. Processes and devices of food manufactures] 2013, no. 1 (17), pp. 56. (in Russian)

9 Al'khamova G.K. Prospects of development of the market of curd products with functional properties. *Sovremennye problem nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education] 2011, no. 5, p. 60. (in Russian)

10 Shilov O.A., Shilov A.I. New curd product with high nutritional and biological value. *Vestnik Orlovskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Proceedings of Orel State Agrarian University] 2012, no. 1. (in Russian)

11 Pavlov J.P., Parfenov T., Grechkina U. Alternative sources of raw materials in the production of curd products. *Vestnik TGEU* [Proceedings of TSUE] 2006, no. 3, pp. 72. (in Russian)

12 Ivanova T.N. New types of cheese pudding with enhanced nutritional value. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy Industry] 2011, no. 10, pp. 57. (in Russian)

13 Rebezov M.B. Environment offers enriched dairy products on the example of Chelyabinsk *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy Industry] 2011, no. 8, pp. 38–39. (in Russian)

14 Soloviev M.S., Zabodalova L.A. Curd rheological performance of the product based on dry components. *Izvestiya SPbGUNiPT* [Proceedings of the Saint-Petersburg State University of Refrigeration and Food Technologies] 2008, no. 4, pp. 31–33. (in Russian)

15 Solov'ev M.S., Zabodalova L.A. Unconventional grain raw materials in the production of curd product. *Sovremennye naukoemkie tekhnologii* [Modern high technologies] 2009, no. 10, pp. 78–79. (in Russian)

16 Kondratiev A.V., Glotova I.A., Zaburunov S.S. Designing recipes combined curd products using canola protein isolate. *Sovremennye*

naukoemkie tekhnologii [Modern high technologies] 2010, no. 3, pp. 63. (in Russian)

17 Evstigneeva T.N., Mikhailova A.V., Yakovleva R.V. The influence of the mass fraction of green tea extract on the organoleptic characteristics of the curd product. *Nauchnyi zhurnal NIU ITMO* [Scientific Journal ITMO. Processes and devices of food manufactures] 2014, no. 4, pp. 69–75. (in Russian)

18 A'ltshuler B.U., Rakov S.S., Tkachev G.A. Methodological aspects of laboratory determination of low concentrations of protein in biological fluids (experience in the application of mathematical analysis). *Voprosy meditsinskoi khimii* [Problems of medical chemistry] 2001, vol. 47, no. 4, pp. 426–438 (in Russian)

Tsarahova E.N., Kasyanov D.G., Odinets N.A. Intensification of technological processes using ultrasound. *Izvestiya vuzov. Pishchevaya tekhnologiya* [Proceedings of the universities. Food technology] 2010, no. 2–3, pp. 122–123. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Любовь И. Александрова магистрант, кафедра химии и молекулярной биологии, Университет ИТМО, ул. Ломоносова, 9, г. Санкт-Петербург, 191002, Россия, agen_tessa_3000@mail.ru

Людмила А. Забодалова д.т.н., зав. каф., кафедра прикладной биотехнологии, Университет ИТМО, ул. Ломоносова, 9, г. Санкт-Петербург, 191002, Россия, zabodalova@gmail.com

Наталья Н. Скворцова к.х.н., доцент, кафедра химии и молекулярной биологии, Университет ИТМО, ул. Ломоносова, 9, г. Санкт-Петербург, 191002, Россия, ns0308@inbox.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Любовь И. Александрова обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперимент, выполнила расчёты, написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат
Людмила А. Забодалова консультация в ходе исследования
Наталья Н. Скворцова предложила методику проведения эксперимента

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 16.03.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 13.04.2016

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Lyubov I. Aleksandrova master student, chemistry and molecular biology department, ITMO University, Lomonosova str., 9, Saint-Petersburg, 191002, Russia, agen_tessa_3000@mail.ru

Lyudmila A. Zabodalova D. t. sc., head of department, applied biotechnology department, ITMO University, Lomonosova str., 9, Saint-Petersburg, 191002, Russia, zabodalova@gmail.com

Natalia N. Skvortsova Ph. D., doctoral, chemistry and molecular biology department, ITMO University, Lomonosova str., 9, Saint-Petersburg, 191002, Russia, ns0308@inbox.ru

CONTRIBUTION

Lyubov I. Aleksandrova 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

Lyudmila A. Zabodalova consultation during the study
Natalia N. Skvortsova proposed a scheme of the experiment

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 3.16.2016

ACCEPTED 4.13.2016

Разработка состава и технологии молочного десерта с морковной клетчаткой

Мария С. Белозерова,¹ solovmaria@yandex.ru
Татьяна Н. Евстигнеева,¹ romihka@mail.ru
Александра А. Григорьева¹ grisash@yandex.ru

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

Реферат. Развитие современных традиционных технологий переработки растительного сырья приводит к уменьшению содержания в нём пищевых волокон. В связи с этим возникает необходимость создания категории продуктов, в которые дополнительно вводятся функциональные ингредиенты. Проведены исследования по изучению возможности применения морковной клетчатки при производстве молочных продуктов с целью обогащения их состава пищевыми волокнами. На первом этапе исследования определяли влияние температуры и времени выдержки на способность к набуханию морковной клетчатки. На основании органолептической оценки различных образцов молочных продуктов с пищевыми волокнами, в качестве молочной основы для производства десерта выбрана сметана с массовой долей жира 20 и 25%. Отработана методика внесения морковной клетчатки в продукт и выбрана её оптимальная доза равная 3%. В качестве вкусового наполнителя использовали сироп какао, который наилучшим образом сочетался со сметанной основой. Проведены исследования по определению соотношения какао-порошка и сахара-песка в сиропе какао, которое позволит получить продукт с гармоничным сочетанием исследуемых компонентов. Определена рациональная доза внесения наполнителя равная 30% от массы продукта, позволяющая получить десерт с высокими потребительскими свойствами. Установлено, что при производстве молочного десерта морковную клетчатку целесообразно вносить в состав смеси для приготовления сиропа, т. к. технологические параметры данных операций практически аналогичны. На заключительном этапе исследования изучали влияние морковной клетчатки на срок годности разработанного продукта. Было установлено, что хранимоспособность разработанного продукта не уменьшается по сравнению с контрольным образцом, не содержащим пищевые волокна.

Ключевые слова: пищевые волокна, сметана, сметанный продукт, сироп-какао

Development of composition and technology of dairy dessert with carrot fiber

Maria S. Belozerova,¹ solovmaria@yandex.ru
Tatiana N. Evstigneeva,¹ romihka@mail.ru
Aleksandra A. Grigoreva¹ grisash@yandex.ru

¹ applied biotechnology department, ITMO University, Lomonosova str., 9, St.-Petersburg, 191002, Russia

Summary. The development of modern traditional technologies of processing of plant raw material leads to a reduction of content in it of fiber. In this regard, it becomes necessary to create a category of products, which are additionally introduced functional ingredients. Conducted researches on studying possibility of using the carrot fiber in the production of dairy products in order to enrich the composition of them dietary fiber. At the initial stage of the study determined the effect of temperature and time of exposure to the swelling capacity of carrot fiber. Based on the organoleptic evaluation of various samples of dairy products with food fibers sour cream with fat mass fraction 20 and 25% is offered as a dairy basis for production of a dessert. The technique of introducing carrot fiber in a product is perfected and its optimal dose equal to 3% is selected. As a flavor filler used cocoa syrup, which is best combined with sour cream base. The research carried out to determine the ratio of cocoa powder and sugar in cocoa syrup, which will allow to obtain a product with a harmonious combination of the studied components. Flavoring fillers are chosen and the rational dose equal to 30% by weight of the product allowing to receive a dessert with high consumer properties is defined. It was found that it is expedient to introduce carrot fiber into the mixture to prepare syrup, because technological parameters of these transactions are almost similar. At the final stage of the study examined the effect of carrot fiber for a period of validity of the developed product. It was found that shelf life of developed product is not reduced compared with the control sample containing no dietary fibers.

Keywords: dietary fiber, sour cream, sour cream product, cocoa syrup

Введение

Современный рынок молочных продуктов характеризуется расширением ассортимента функциональных продуктов. Создание новинок в этой группе позволяет производителям расширить аудиторию и увеличить объёмы потребления молочных продуктов.

В категории обогащённых молочных продуктов при выборе товара решающими критериями для потребителей являются – эффективность и полезные свойства, вкус, привлекательный внешний вид и текстура, разнообразие добавок.

Для цитирования

For citation

Белозерова М. С., Евстигнеева Т. Н., Григорьева А. А. Разработка состава и технологии молочного десерта с морковной клетчаткой // Вестник ВГУИТ. 2016. № 2. С 140–147. doi:10.20914/2310-1202-2016-2-140-147

Belozerova M. S., Evstigneeva T. N., Grigoreva A. A. Development of composition and technology of dairy dessert with carrot fiber. Vestnik VSUET [Proceedings of VSUET]. 2016. no 2 pp. 140–147 (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2016-2-140-147

Одним из важнейших ингредиентов, используемых для обогащения продуктов питания, в том числе молочных, являются пищевые волокна [1, 4–6].

Рационы, богатые пищевыми волокнами, оказывают положительное влияние на здоровье человека, так как их употребление приводит к снижению риска возникновения ряда заболеваний [4].

Источниками пищевых волокон служат различные злаковые культуры, фрукты, овощи и другие растительные объекты [2].

Одним из известных способов обогащения продуктов питания пищевыми волокнами является введение в продукт их очищенных препаратов [3]. Этот способ имеет ряд достоинств:

- отсутствие нежелательных сопутствующих компонентов и вредных примесей;
- микробиологическая чистота;
- стандартизированные технологические характеристики;
- прогнозируемый технологический эффект;
- возможность комбинирования волокон с другими функциональными ингредиентами;
- получение продуктов с заданными органолептическими и физико-химическими свойствами.

Цель настоящей работы, проводимой на кафедре прикладной биотехнологии Университета ИТМО, – разработка состава и технологии молочного десерта, обогащённого морковной клетчаткой.

1.1 Материалы и методы

Объектами исследования служили морковная клетчатка (МК), выработанная ООО «Вента Плюс», какао-сиропы с МК, десерты на основе сметаны с МК.

Морковная клетчатка ООО «Вента Плюс» – продукт, произведённый из моркови путём экстракции, очищения, сушки и измельчения. По внешнему виду МК представляет собой порошок светло-бежевого цвета, имеющий специфический сладковатый вкус.

По данным производителя, МК имела следующие ф.-х. характеристики:

- балластные вещества: нерастворимые/растворимые – 94,5/2,5;
- массовая доля влаги – не более 8,0%;
- массовая доля золы – не более 3,0%;
- массовая доля белка – 2,4%;
- массовая доля жира и углеводов – 0,4%;
- средняя длина волокон – 300 мкм, средняя толщина – 25 мкм.

Влагопоглощающую способность МК определяли методом центрифугирования. В центрифужные пробирки 10 мл вносили 0,1 г МК и доводили объём дистиллированной водой с определённой температурой до метки

10 мл. После чего образец выдерживали заданное время и подвергали центрифугированию. О влагопоглощающей способности МК судили по объёму осадка и общему объёму смеси.

Влагоудерживающую способность десерта оценивали центрифугированием образцов в течение 30 мин, определяя через каждые 5 мин, объём выделившейся сыворотки.

Опытные и контрольный образцы десертов были произведены из коровьего молока, соответствующего требованиям ГОСТ Р 31449–2013 (Молоко коровье сырое. Технические условия) и Технического регламента Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции» (ТР ТС 033/2013). Кроме того, применяли закваску, состоящую из *Lc. lactis*, *Lc. cremoris*, *Lc. diacetylactis* (ТУ 9229–369–00419785–04).

Титруемую кислотность десертов определяли по ГОСТ 3624–92 (Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности). Активную кислотность – потенциометрическим методом.

Органолептические показатели продуктов определяли в соответствии с ГОСТ Р ИСО 22935–3–2011 (Молоко и молочные продукты – Органолептический анализ – Часть 3: Руководство по оценке соответствия техническим условиям на продукцию для определения органолептических свойств путём подсчёта баллов). Образцы оценивались квалифицированной комиссией в составе 12 человек (в возрасте от 22 до 28 лет).

Все исследования проводились в трёхкратной повторности; полученные данные были обработаны с использованием методов математической статистики.

1.2 Результаты и обсуждение

Изучали влияние температуры воды на способность волокон морковной клетчатки к набуханию вышеописанным способом. Температуру воды варьировали от 20 до 90 °С с шагом 10 °С, продолжительность выдержки составляла 10 мин.

Отмечено, что в диапазоне температур от 20 до 50 °С объём осадка морковной клетчатки не изменился. Начиная с 60 °С, объём осадка увеличился, при этом общий объём воды с МК, напротив, имел тенденцию к уменьшению, что свидетельствует о впитывании морковной клетчаткой воды. На следующем этапе изучали влияние температурно-временных режимов на влагопоглощающую способность МК (таблица 1). При этом температуру воды изменяли в диапазоне 60–90 °С, а продолжительность выдержки – от 10 до 40 мин. Начальный объём осадка составлял 2,0 мл, общий объём воды с морковной клетчаткой – 10,0 мл.

Таблица 1
Влияние температурно-временных режимов на
влагопоглощающую способность морковной
клетчатки

Table 1
Influence of temperature and time on the
moisture-absorbing ability of carrot fiber

№ п/п	Температура, °C	Объем осадка/объем воды с осадком, мл Volume of sediment/water volume with sediment, ml			
		Продолжительность выдержки, мин Duration of exposure, min			
		10	20	30	40
1	60	2,2/9,6	2,2/9,4	2,4/9,0	2,4/9,0
2	70	2,2/9,6	2,2/9,4	2,4/9,0	2,4/9,0
3	80	2,2/9,6	2,4/9,2	2,6/8,6	2,6/8,6
4	90	2,2/9,6	2,4/9,2	2,6/8,6	2,6/8,6

Наиболее высокая влагопоглощающая способность МК отмечена при температуре воды 80 и 90 °C. Увеличение длительности выдержки в диапазоне от 10 до 30 мин сопровождалось уменьшением общего объема смеси, дальнейшая выдержка не оказала влияния на анализируемый показатель. Можно сделать вывод о том, что 1 весовая единица морковной клетчатки при выдержке её в воде с температурой 80–90 °C в течение 30 мин впитывает около 14 весовых единиц воды.

На следующем этапе работы подбирали молочную основу для десерта с МК. При выборе объектов для обогащения морковной клетчаткой сравнивали сметану с массовой долей жира (м. д. ж.) 15 %, творог обезжиренный, кефир и питьевое пастеризованное молоко м. д. ж. 2,5%.

В образцы указанных продуктов вносили по 2 % морковной клетчатки (из расчёта по исходной сухой МК). Необходимую по рецептуре массу МК заливали водой с температурой 90 °C в соотношении 1/14, выдерживали при указанной температуре 30 мин, охлаждали до 20 °C, после чего полученную насыщенную влагой клетчатку соединяли с продуктом, тщательно перемешивая с помощью блендера. Опытные образцы выдерживали в течение суток в холодильнике при температуре (4±2) °C для стабилизации структуры продукта. Затем проводили органолептическую оценку продуктов, оценивая их вкус, запах, цвет и консистенцию по пятибалльной шкале (рисунок 1). Контрольные образцы всех продуктов (без клетчатки) были оценены максимальным баллом по всем показателям.

Анализ результатов органолептической оценки опытных образцов свидетельствовал о том, что введение в состав продуктов морковной клетчатки незначительно ухудшало их вкус

и запах. В меньшей степени это касалось сметаны, к тому же добавление МК увеличило её вязкость, что положительно оценивается потребителями. Вследствие этого в качестве основы для молочного десерта, обогащённого морковной клетчаткой, была выбрана сметана.

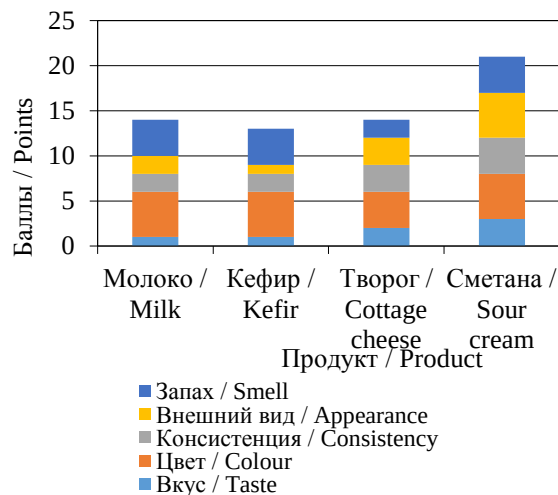


Рисунок 1. Органолептические показатели молочных продуктов с морковной клетчаткой

Figure 1. Organoleptic of dairy products with carrot fiber

Представлялось целесообразным проанализировать, как влияет массовая доля жира сметанной основы с МК на её органолептические показатели. В связи с тем, что наибольшим спросом потребителей пользуется сметана с относительно низкой массовой долей жира, способом, изложенным выше, были приготовлены опытные образцы сметанных продуктов м. д. ж. 10, 15, 20 и 25% сморковной клетчаткой в количестве 2% и произведена их органолептическая оценка (рисунок 2).

Наиболее высокую оценку получили опытные образцы с м. д. ж. 20 и 25%. Они отличались выраженным сливочным вкусом, более густой консистенцией в отличие от образцов с меньшей м. д. ж., менее заметной крупитчатостью. В то же время сделан вывод о том, что введение в состав продукта морковной клетчатки требует подбора вкусовых наполнителей, в наибольшей степени сочетающихся по вкусу со сметано-морковной основой, придающих готовому продукту привлекательную для потребителя консистенцию.

В качестве наполнителей для исследований были выбраны сахар-песок, плодово-ягодный и какао сиропы. С применением указанных наполнителей были приготовлены опытные образцы сметанных продуктов. Наполнители в количестве 5% вносили в сметанную основу одновременно с подготовленной морковной клетчаткой. Контролем служил образец сметано-морковной основы без наполнителя.

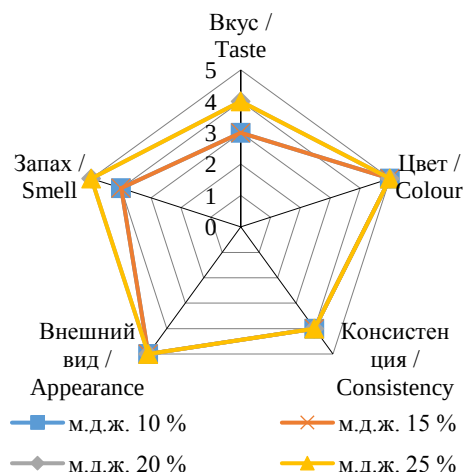


Рисунок 2. Органолептические показатели сметанных продуктов с различной массовой долей жира

Figure 2. Organoleptic of sour cream products with different fat content

Органолептическая оценка контрольного и опытных образцов (рисунок 3) показала, что по всем анализируемым показателям эксперты отдали предпочтение образцу с сиропом какао. Частицы какао, привычные для потребителя в составе других продуктов, делали незаметной крупитчатость, обусловленную частицами клетчатки. Вкус и аромат какао также гармонично сочетался со сметанной основой. Внесение плодово-ягодного сиропа (клюквенного) привело к приобретению продуктом довольно жидкой консистенции, добавление сахара-песка также не дало ожидаемого результата.

В дальнейшем определяли соотношение сметаны и сиропа какао в продукте. При приготовлении сиропа на этом этапе исследования

смешивали какао и сахар в соотношении 1:1 по массе, добавляли горячее молоко с температурой $(62 \pm 2)^\circ\text{C}$. Масса молока в 3 раза превышала массу смеси какао и сахара. Полученную смесь нагревали до температуры $(87 \pm 2)^\circ\text{C}$, выдерживали при этой температуре 30 мин, фильтровали, охлаждали до 20°C и добавляли к сметане в количестве от 5 до 35% (от массы смеси) при перемешивании до достижения однородного цвета и консистенции. Проводили органолептическую оценку продукта, при этом анализируемыми показателями были выбраны: гармоничность вкуса какао, степень сладости продукта и его цвет (таблица 2).

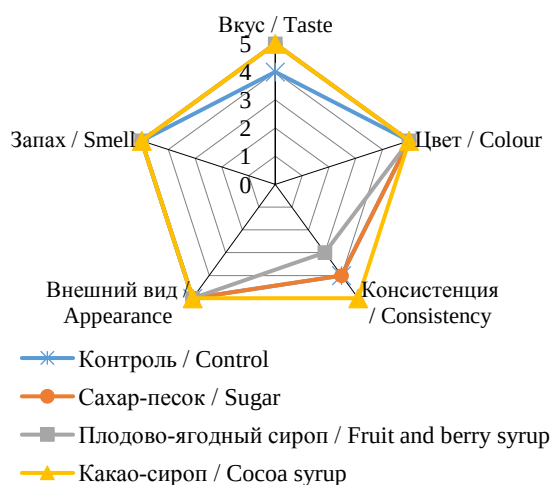


Рисунок 3. Органолептические показатели сметанных продуктов с различными вкусовыми наполнителями

Figure 3. Organoleptic of sour cream products with different flavored

Таблица 2

Органолептические показатели продукта с различной дозой сиропа какао

Table 2

Organoleptic of product with different cocoa syrup dose

Показатель Factor	Коэффициент значимости Significance coefficient	Оценка показателя, балл Rank index, point						
		Массовая доля сиропа какао, % Mass fraction of cocoa syrup, %						
		5	10	15	20	25	30	35
Гармоничность вкуса какао The harmony of cocoa flavor	0,4	1	2	2	3	4	5	4
Сладкий вкус Sweet taste	0,4	1	1	1	1	1	1	1
Цвет Colour	0,2	1	1	2	3	4	5	5
Суммарная оценка с учетом коэффициента значимости The total score based on significance coefficient		1	1,4	1,6	2,2	2,8	3,4	3,0

Наибольшую суммарную оценку получил опытный образец с массовой долей сиропа какао 30%. Он обладал достаточно выраженным вкусом какао. Дальнейшее увеличение дозы сиропа какао в продукте снизило балльную

оценку по показателю «гармоничность вкуса какао», так его как привкус был оценён как «чрезмерный». Во всех анализируемых образцах отмечен недостаточно сладкий вкус продукта. Поэтому на следующем этапе работы

определяли соотношение какао-порошка и сахара-песка в приготовлении сиропа, позволяющее получить в продукте наиболее гармоничное сочетание вкуса данных компонентов.

Соотношение какао-порошка и сахара-песка в приготовлении сиропов варьировали

от 1:1 до 1:6. Масса молока составляла 3 части от смеси какао-порошка и сахара. Выбатывали образцы сметанных продуктов, добавляя в молочную основу какао-сиропа в количестве 30% от массы продукта (таблица 3).

Таблица 3

Органолептика продукта с различным соотношением какао-порошка и сахара-песка в сиропе какао

Table 3

Organoleptic characteristics of the product with various proportions of cocoa powder and sugar in cocoa syrup

Показатель Factor	Коэффициент значимости Significance coefficient	Оценка показателя, балл Rank index, point					
		Соотношение какао-порошка и сахара-песка в сиропе Proportions of cocoa powder and sugar in cocoa syrup					
		1:1	1:2	1:3	1:4	1:5	1:6
Гармоничность вкуса какао The harmony of cocoa flavor	0,4	5	5	5	5	5	5
Сладкий вкус Sweet taste	0,4	1	2	3	4	5	3
Цвет Colour	0,2	5	5	5	5	5	5
Суммарная оценка с учетом коэффициента значимости The total score based on significance coefficient		3,4	3,8	4,2	4,6	5,0	4,2

Наибольший балл по показателю «сладкий вкус» и, соответственно, суммарную оценку, имел образец с соотношением какао-порошка и сахара-песка 1:5. При соотношении 1:4 сладкий вкус был выражен недостаточно, а при 1:6 – несколько чрезмерно.

Так как рекомендуемый способ подготовки морковной клетчатки (выдержка в воде с температурой 80–90 °С 30 мин) практически аналогичен режиму приготовления сиропа какао (выдержка смеси какао, сахара и молока в течение 30 мин при температуре 85–89 °С), представлялось целесообразным провести исследования по изучению возможности совмещения указанных технологических операций.

Для этого вырабатывали два опытных образца сметанных десертов с м. д. ж. 20%, в состав которых входили сироп какао (30% от массы смеси) и 2% морковной клетчатки. Причём в одном случае, клетчатку вносили в сухом виде в смесь какао, сахара и молока с температурой 60–62 °С, подогревали до 85–89 °С и выдерживали 30 мин при перемешивании, после чего охлаждали до 20 °С и соединяли со сквашенными сливками необходимой жирности.

В другом случае, клетчатку после выдержки в воде с температурой 90 °С в течение 30 мин охлаждали до 20 °С и вносили в смесь сквашенных сливок и сиропа какао. Оба образца

перемешивали и оставляли в покое для созревания при температуре (4±2) °С на 10 часов.

Органолептическая оценка десертов не выявила существенных различий между обоими образцами. Поэтому предложено при производстве сметанных десертов вносить морковную клетчатку в смесь ингредиентов при варке сиропа какао.

На следующем этапе работы определяли рациональную дозу МК. Для этого в соответствии с вышеуказанными рекомендациями вырабатывали опытные образцы сметанных десертов, варьируя массовую долю клетчатки от 1 до 4%. Контролем служил образец без пищевых волокон. Результаты органолептической оценки опытных и контрольного образцов представлены в таблице 4.

Отмечено, что наилучшие органолептические показатели имели опытные образцы с массовой долей МК 2 и 3%. По сравнению с контрольным образцом они обладали более густой, вязкой консистенцией, привкус клетчатки практически не ощущался. Образец с массовой долей МК 4% был слишком густой, практически утратил текучесть, в нём явно проявился посторонний привкус. В связи с этим при производстве молочных десертов на основе сметаны и сиропа какао массовая доля вносимой морковной клетчатки не должна превышать 3%.

Органолептические показатели продукта с различной массовой долей морковной клетчатки

Table 4

Organoleptic characteristics of the product with different mass fraction of carrot fiber

Показатель Factor	Коэффициент значимости Significance coefficient	Оценка показателя, балл Rank index, point				
		Массовая доля МК, % Mass fraction of CF, %				
		–	1	2	3	4
Вкус и запах Taste and smell	0,4	5	5	5	5	3
Цвет Colour	0,1	5	5	5	5	5
Консистенция Consistency	0,3	3	4	5	5	3
Внешний вид Appearance	0,2	5	5	5	5	3
Суммарная оценка с учетом коэффициента значимости The total score based on significance coefficient		4,4	4,7	5,0	5,0	3,2

Проведены исследования по изучению хранимостпособности молочного десерта в соответствии с методическими указаниями МУК 4.2.1847–04 (Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов).

На основе сметаны с массовой долей жира 25% были выработаны десерты без МК, а также с МК в количестве 1, 2 и 3%.

Десерты, а также исходная сметана были заложены на хранение при температуре 0–4 °С. При хранении определяли титруемую (рисунок 4) и активную кислотность, влагоудерживающую способность продуктов, оценивали их органолептические показатели.

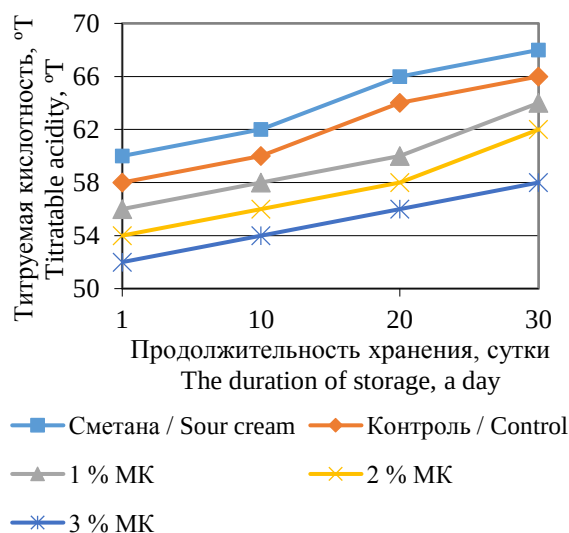


Рисунок 4. Изменение титруемой кислотности в образцах в процессе хранения

Figure 4. Titratable acidity of the samples changing during storage

Как видно из рисунка 4, десерты по сравнению со сметаной обладали более низкой титруемой кислотностью, что обусловлено их составом. На протяжении всего срока хранения продуктов значения титруемой кислотности увеличились незначительно.

По ГОСТ Р 31452–2012 (Сметана. Технические условия) титруемая кислотность в сметане не должна превышать 100 °Т.

Опытные данные изменения активной кислотности (рисунок 5) согласуются со значениями титруемой кислотности, они также свидетельствуют о стабильности качества продуктов при хранении.

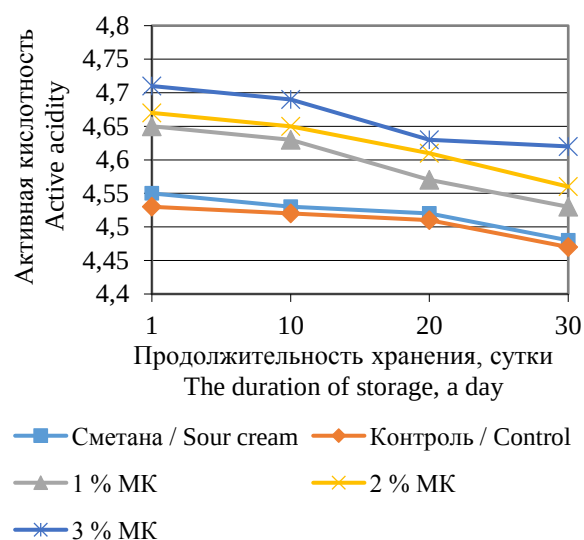


Рисунок 5. Изменение активной кислотности образцов в процессе хранения

Figure 5. Acidity of the samples changing during storage

При хранении продуктов отмечено снижение их влагоудерживающей способности (рисунок 6), что вполне естественно, однако можно отметить, что введение морковной клетчатки весьма положительно сказывается на этом показателе.

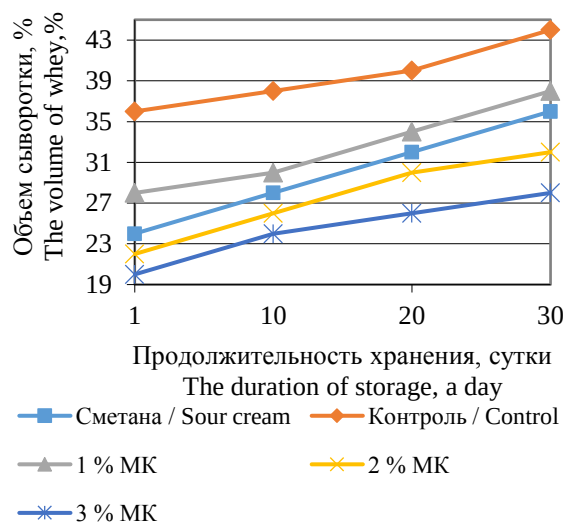


Рисунок 6. Влагоудерживающая способность образцов в процессе хранения

Figure 6. Water retention capacity of the samples during storage

Результаты органолептической оценки образцов также свидетельствовали о том, что введение в состав продукта морковной клетчатки не ухудшает хранимостепособность десертов по сравнению со сметаной. В соответствии с действующей в России нормативной и технической документацией каждый изготовитель

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Пономарев А.Н., Мельникова Е.И., Скрыльникова Е.С. и др. Пищевые волокна в производстве обогащенного творога // Молочная промышленность. 2013. № 8. С. 45–46.
- 2 Юргель С.Д., Евстигнеева Т.Н. Молочный кисель, обогащенный пищевыми волокнами // От науки к бизнесу «Трансфер технологий – новое измерение». Мат. IX Международного форума, Санкт-Петербург. 2015. С. 178.
- 3 Тарте Р. Ингредиенты в производстве мясных изделий. Свойства, функциональность, применение. СПб: Профессия, 2015. 450 с.
- 4 Dhingra D., Michael M., Rajput H. et al. Dietary fibre in foods: a review // Journal of Food Science and Technology. 2012. V. 49. № 3. P. 255–266.
- 5 Yangilar F. The Application of Dietary Fibre in Food Industry: Structural Features, Effects on Health and Definition, Obtaining and Analysis of Dietary Fibre: A Review // Journal of Food and Nutrition Research. 2013. V. 1. № 3. P. 13–23
- 6 Верболюз Е. И., Антупьев В. Т., Кобыда Е.В. Исследование эффективности

самостоятельно определяет срок годности сметаны и сметанных продуктов исходя из конкретных условий производства.

Заключение

На основании проведенных исследований были сделаны следующие выводы:

- Доказана возможность применения морковной клетчатки при производстве молочных продуктов с целью обогащения их состава пищевыми волокнами.
 - С целью предварительной подготовки клетчатки её следует выдерживать в воде с температурой 80–90 °С в течение 30 мин для набухания.
 - В качестве молочной основы для производства десерта предложена сметана с массовой долей жира 20 и 25%.
 - В качестве вкусового наполнителя целесообразно использовать сироп какао в количестве 30% от массы продукта.
 - Рациональное соотношение массы какао и сахара при приготовлении сиропа какао составляет 1:5.
 - При производстве десерта с сиропом какао морковную клетчатку следует вводить в состав смеси для приготовления сиропа без предварительной подготовки.
 - Доза внесения морковной клетчатки при производстве десертов на основе сметаны не должна превышать 3%.
- Введение в состав молочного десерта морковной клетчатки не ухудшает хранимостепособность продукта по сравнению со сметаной.

предварительной подготовки молочных продуктов к переработке // Вестник Международной академии холода. 2014. № 3. С. 69–72

REFERENCES

- 1 Ponomarev A.N., Melnikova E.I., Skrylnikova E.S. et al. Dietary fiber in the production of enriched curd. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy industry] 2013, no. 8, pp. 45–46. (in Russian).
- 2 Yurgel S.D., Evstigneeva T.N. Milk kisel enriched by dietary fiber. Materialy IX Mezhdunarodnogo Forumu «Ot nauki k biznesu "Transfer tekhnologii – no-voe izmerenie" [Proc. IX Int. Forum «From science to business "Technology transfer – a new dimension"», Saint-Petersburg. 2015. pp. 178. (in Russian).
- 3 Tarte R. Ингредиенты v proizvodstve myasnykh izdelii. Svoistva, funktsional'nost', primeneniye [Ingredients in meat products. Properties, functionality and applications]. Saint-Petersburg, Professiya. 2015. 450 p. (In Russian).
- 4 Dhingra D., Michael M., Rajput H. et al. Dietary fibre in foods: a review. *Journal of Food Science and Technology*. 2012, vol. 49, no. 3, pp. 255–266.

5 Yangilar F. The Application of Dietary Fibre in Food Industry: Structural Features, Effects on Health and Definition, Obtaining and Analysis of Dietary Fibre: A Review. Journal of Food and Nutrition Research. 2013, vol. 1, no. 3, pp. 13–23.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Мария С. Белозерова к. т. н., старший преподаватель, кафедра прикладной биотехнологии, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, ул. Ломоносова, 9, г. Санкт-Петербург, 191002, Россия, solovmaria@yandex.ru

Татьяна Н. Евстигнеева к. т. н., доцент, кафедра прикладной биотехнологии, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, ул. Ломоносова, 9, г. Санкт-Петербург, 191002, Россия, romihka@mail.ru

Александра А. Григорьева магистрант, кафедра прикладной биотехнологии, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, ул. Ломоносова, 9, г. Санкт-Петербург, 191002, Россия, grisash@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Мария С. Белозерова предложила методику проведения эксперимента, подготовка рукописи в соответствии с требованиями

Татьяна Н. Евстигнеева написание рукописи, консультации в ходе исследований

Александра А. Григорьева обзор литературы, проведение эксперимента и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 11.04.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 13.05.2016

6 Verboloz E. I., Antufiev V. T., Kobyda E. V. Study to efficiency of preliminary preparing the milk products to conversion. *Vestnik Mezhdunarodnoi akademii kholoda*. [Proceedings of the International Academy of Refrigeration] 2014, no. 3, pp. 69–72. (in Russian).

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Maria S. Belozeroва PhD, senior lecturer, applied biotechnology department, ITMO University, Lomonosova str., 9, St.-Petersburg, 191002, Russia, solovmaria@yandex.ru

Tatiana N. Evstigneeva PhD, associate professor, applied biotechnology department, ITMO University, Lomonosova str., 9, St.-Petersburg, 191002, Russia, romihka@mail.ru

Aleksandra A. Grigoreva master student, applied biotechnology department, ITMO University, Lomonosova str., 9, St.-Petersburg, 191002, Russia, grisash@yandex.ru

CONTRIBUTION

Maria S. Belozeroва proposed a method of the experiment and preparation of the manuscript according to the requirements

Tatiana N. Evstigneeva wrote the manuscript, consultations during the study

Aleksandra A. Grigoreva review of the literature, conducted an experiment and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 4.11.2016

ACCEPTED 5.13.2016

Кисломолочный продукт функционального назначения

Любовь В. Голубева,¹ lvgolubeva@inbox.ru
Ольга И. Долматова,¹ Olgadolmatova@rambler.ru
Марина И. Иванцова¹ meatech@yandex.ru

¹ кафедра технологии продуктов животного происхождения, Воронеж. гос. ун-т инж. техн., пр. Революции, 19, Воронеж, 394036, Россия

Реферат. В качестве вкусового компонента выбран сироп, приготовленный из калины. Эта ягода широко используется в разных формах в пищевой промышленности, в том числе и молочной. Особое внимание следует обратить на то, что калина является дикорастущим растением, и не требует затрат на посадку и культивирование. Калина богата биологически активными веществами и является лекарственным сырьём. Плоды калины богаты органическими кислотами, особенно валериановой кислотой. Из минеральных веществ ягоды содержат: марганец, цинк, железо, фосфор, медь, хром, йод, селен. Массовая доля железа в калине в 2–3 раза больше по сравнению с другими ягодами. В калине на 70% больше витамина С, чем в лимоне, она также содержит витамины А, Е, Р и К. В ягодах присутствуют дубильные вещества, пектин, танин, кумарины, смолподобные эфиры, гликозид вибурнин (очень полезен в составе калины, именно он делает ягоды горькими). Предложено использование сиропа калины при производстве кисломолочного продукта. Так как биологически активные вещества не разрушаются при замораживании и переработке, ягоды вымораживали и добавляли сахарозу. Сироп имел красивый рубиновый цвет и приятный вкус. Кисломолочный продукт функционального назначения вырабатывается резервуарным способом. Технологический процесс получения кисломолочного продукта отличается от традиционного, операциями подготовки компонентов и их внесением в готовый продукт. Потребление 100 г кисломолочного продукта с витаминным премиксом, удовлетворяет суточную потребность в витаминах А, группы В, С, Д, Е на 40–50%. По результатам исследований разработаны рецептуры кисломолочных продуктов, проведена оценка их качества. Производство кисломолочного продукта позволяет расширить ассортимент молочной продукции функциональной направленности.

Ключевые слова: кисломолочный продукт, калина, функциональные свойства

The fermented milk product of functional destination

Lyubov V. Golubeva,¹ lvgolubeva@inbox.ru
Olga I. Dolmatova,¹ Olgadolmatova@rambler.ru
Marina I. Ivantsova¹ meatech@yandex.ru

¹ department of animal origin products technology, Voronezh state university of engineering technologies, Voronezh, Revolution Av., 19, 394036, Russia

Summary. As a flavor component selected syrup made from viburnum. This berry is widely used in various forms in the food industry including the dairy. Particular attention should be paid to the fact that the viburnum is a wild plant, and does not need to land and cultivation costs. Viburnum is rich in biologically active substances and raw materials is a drug. Fruits of Viburnum is rich in organic acids, in particular valeric acid. From berries contain minerals: manganese, zinc, iron, phosphorus, copper, chromium, iodine, selenium. Mass fraction of iron in Kalina in 2–3 times higher compared to other berries. The Kalina 70% more than the C vitamin, than lemon, it also contains vitamins A, E, P and K. In berries contains tannin, pectin, tannins, coumarins, resinous esters, glycoside viburnin (very useful in the composition of Viburnum, namely it makes bitter berries). It is suggested the use of syrup of viburnum in the production of fermented milk product. Since the biologically active substances is not destroyed by freezing and processing was freeze berries and added sucrose. The syrup had the gray edge-ruby color and a pleasant taste. Fermented milk product functionality produced reservoir method. Technological process of obtaining a fermented milk product is different from the traditional operations of preparation components and their introduction in the finished product. The consumption of 100 g of fermented milk product with a vitamin premix meets the daily requirement of vitamins A, B complex, C, D, E 40–50%. According to the research developed formulation of dairy products, assessed their quality. Production of fermented milk product thus expanding the range of dairy products functional orientation.

Keywords: fermented milk product, viburnum, functional properties

Введение

Индустрия питания за последнее десятилетие существенно изменилась. Если раньше были широко востребованы калорийные продукты, то сегодня популярны здоровые, со сбалансированным составом, в том числе функциональные.

Согласно ТР ТС «О безопасности молока и молочных продуктов» функциональным является специальный пищевой продукт, предназначенный для систематического употребления

в составе рационов всеми возрастными группами здорового населения и характеризующийся научно обоснованными и подтвержденными свойствами, снижающий риск развития заболеваний, связанных с питанием, предотвращающий дефицит или восполняющий имеющийся в организме человека дефицит питательных веществ, сохраняющий и улучшающий здоровье за счёт наличия в его составе физиологически функциональных ингредиентов.

Для цитирования

Голубева Л. В., Долматова О. И., Иванцова М. И. Кисломолочный продукт функционального назначения // Вестник ВГУИТ. 2016. № 2. С. 148–152. doi:10.20914/2310-1202-2016-2-148-152

For citation

Golubeva L. V., Dolmatova O. I., Ivantsova M. I. The fermented milk product of functional destination. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 2. pp. 148–152 (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2016-2-148-152

Кисломолочные продукты обладают рядом полезных свойств: способствуют нормализации деятельности желудочно-кишечного тракта, по сравнению с молоком они легче и быстрее усваиваются организмом человека и др. [1]. Это связано с тем, что в них при сквашивании происходят изменения, в т.ч. частичный протеолиз белков. Кисломолочные продукты широко востребованы на российском рынке, поэтому разработка технологии кисломолочного продукта функционального назначения актуальна.

1.1 Материалы и методы

В качестве вкусового компонента выбран сироп, приготовленный из калины. Эта ягода широко используется в разных формах в пищевой промышленности, в том числе и молочной.

Особое внимание следует обратить на то, что калина является дикорастущим растением, и не требует затрат на посадку и культивирование. Калина богата биологически активными веществами и является лекарственным сырьём.

Антиоксидантная активность сиропа калины определена на приборе Цвет Яуза-01-АА.

Основные органолептические, физико-химические показатели кисломолочного продукта определяли стандартными и общепринятыми в молочной промышленности методами.

1.2 Результаты и обсуждение

Плоды калины богаты органическими кислотами, особенно валериановой кислотой. Из минеральных веществ ягоды содержат: марганец, цинк, железо, фосфор, медь, хром, йод, селен. Массовая доля железа в калине в 2–3 раза больше по сравнению с другими ягодами (рисунок 1).



Рисунок 1. Массовая доля некоторых минеральных веществ в ягодах калины: 1 – калий, 2 – кальций, 3 – магний, 4 – железо

Figure 1. Minerals mass fraction in viburnum berries 1 – potassium, 2 – calcium, 3 – magnesium, 4 – iron

В калине на 70% больше витамина С, чем в лимоне, она также содержит витамины А, Е, Р и К (рисунок 2).

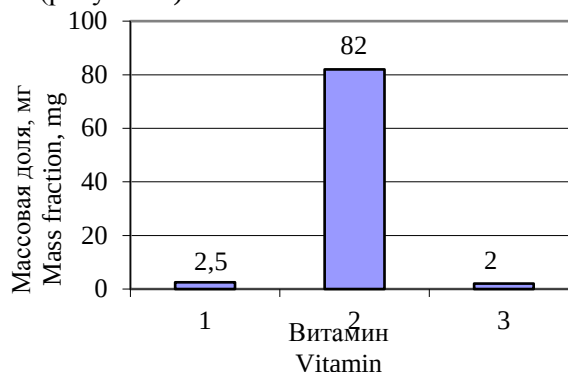


Рисунок 2. Массовая доля некоторых витаминов в ягодах калины: 1 – А, 2 – С, 3 – Е

Figure 2. Vitamins mass fraction in viburnum berries 1 – A, 2 – C, 3 – E

Антиоксидантное действие токоферола заключается в способности защищать от окисления двойные связи в молекулах каротина и витамина А. Витамин Е является эффективным иммуномодулятором, способствующим укреплению иммунной защиты организма.

Витамин С является сильнейшим антиоксидантом, но он не способен накапливаться организмом человека, поэтому так важно его поступление с пищей.

Так как в используемом растительном сырье содержатся компоненты, обладающие антиоксидантным действием, представляет интерес исследование антиоксидантной активности сиропа калины. Последний определяли на приборе Цвет Яуза-01-АА. Получен результат 4,28 мг/дм³.

В ягодах присутствуют дубильные вещества, пектин, танин, кумарины, смолоподобные эфиры, гликозид вибурнин (очень полезен в составе калины, именно он делает ягоды горькими).

Известно использование сухого порошка калины в кефирных напитках, сметанных и творожных продуктах, причём горький вкус сырья воспринимается меньше в жирных и сладких продуктах.

Так как биологически активные вещества не разрушаются при замораживании и переработке, ягоды вымораживали и добавляли сахарозу. Сироп имел красивый рубиновый цвет и приятный вкус (горечь практически не ощутима).

На производстве используют два способа получения кисломолочных продуктов: резервуарный и термостатный [2].

Особенность резервуарного способа заключается в том, что сквашивание молока, созревание продукта и охлаждение ведутся в резервуарах большой вместимости и на розлив поступает готовый охлаждённый продукт.

При термостатном способе заквашенное молоко сначала разливают в тару, дальнейший процесс сквашивания, созревание кисломолочного напитка, осуществляется в той же таре в термостатах, а затем в хладостатах.

Кисломолочный продукт вырабатывается резервуарным способом по следующей технологической схеме (рисунок 3.).

Технологический процесс получения кисломолочного продукта отличается от традиционного операциями подготовки компонентов и их внесением в готовый продукт. Особенностью рецептуры кисломолочного продукта является закваска, витаминный премикс и растительное сырье.

Использование лиофилизированной DVS культуры BB-12, состоящей из *Bifidobacterium lactis* в иммобилизованном виде, обогащает кисломолочный продукт смешанного брожения жизнеспособной пробиотической микрофлорой.

Заквасочная культура LAT LC K, состоящая из *Lactococcus lactis subsp. lactis*, *Lactococcus lactis subsp. cremoris*, *Lactobacillus kefir*, *Acetobacter subsp. aceti*, *Saccharomyces lactis*, позволяет получить кисломолочный продукт смешанного брожения с выраженными функциональными свойствами, высокой биологической эффективностью, пробиотическими свойствами и расширенным профилактическим действием.

Недостаток биологически активных веществ в молочных продуктах, может быть восполнен добавлением специальных компонентов [3–5].

Совместимость вносимых компонентов с кисломолочным продуктом определяли сенсорно по органолептическим показателям (таблица 1, 2).

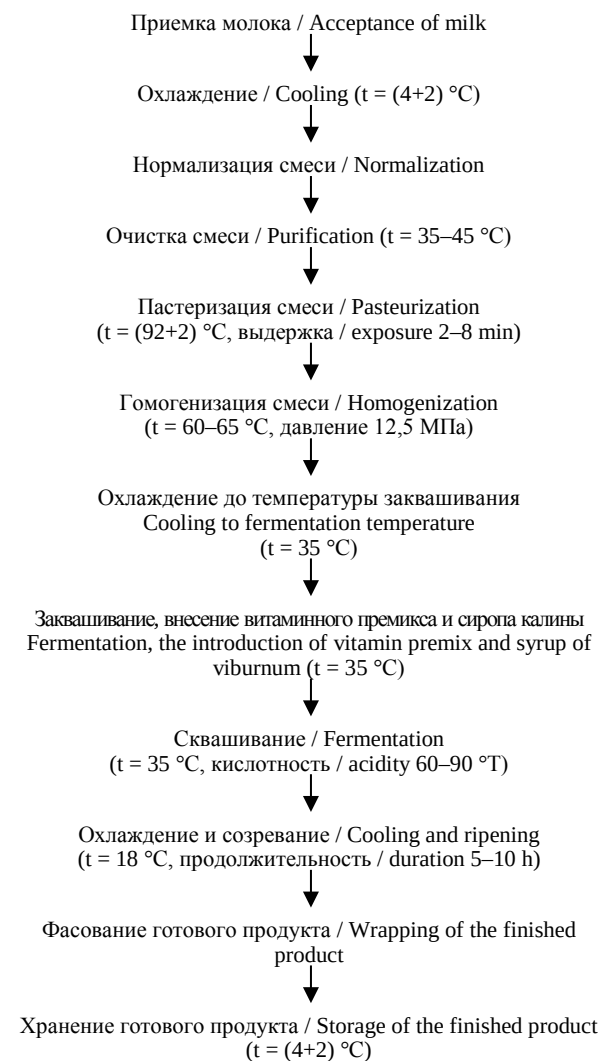


Рисунок 3. Технология получения кисломолочного продукта
Figure 3. Sour milk product technology

Балльная шкала оценки качества кисломолочного продукта

Таблица 1

Table 1

Grading scale assessment of sour milk product quality

Показатель Factor	Оценка, балл Rating, point	Характеристика Characteristic
Внешний вид Appearance	5	Однородная, с нарушенным сгустком / Homogeneous, with impaired clot
	4	Слегка неоднородная / Slightly inhomogeneous
	3	Неоднородная / Heterogeneous
	2	Значительное отделение сыворотки / Significant separation of serum
Вкус Taste	5	Чистый кисломолочный, с привкусом вкусового компонента / Clean fermented, with a flavor of the flavoring component
	4	Хороший кисломолочный / Good dairy
	3	Слабо выраженный / Weakly expressed
	2	С посторонними привкусами / With foreign flavor
Запах Smell	5	Ярко выраженный кисломолочный, с ароматом вкусового компонента / Pronounced sour milk, with the aroma flavor component
	4	Приятный, освежающий / A pleasant, refreshing
	3	Слабовыраженный / Weakly pronounced odor
	2	С посторонним запахом / With a foul smell
Цвет Colour	5	Равномерный / Uniform
	4	Слегка не равномерный / Slightly not uniform
	3	Неравномерный / Uneven
	2	С нехарактерным для данной группы продуктов цветом / With uncharacteristic for this group of color products

Таблица 2
Органолептические показатели
кисломолочного продукта

Table 2
Sour milk product organoleptic characteristics

Показатель Factor	Характеристика Characteristic
Цвет Colour	Характерный для наполнителя, равномерный по массе / Characteristic for the filler, uniform mass
Вкус и запах Taste and smell	Кисломолочный, сладкий с ароматом и вкусом калины / Fermented milk, sweet with the scent and taste of raspberries
Консистенция Consistency	Однородная жидкость с нарушенным сгустком / Homogeneous liquid with impaired clot

Найдены оптимальные дозировки вносимых компонентов (таблица 3). Введение в кисломолочный продукт витаминного премикса более 1,4 кг – экономически невыгодно, а если вносить менее 1,4 кг – продукт недостаточно обогащается витаминами. Использование сиропа калины более 100 кг на 1 т продукта приводит к потере индивидуального вкуса кисломолочного продукта, а если добавлять менее 100 кг, то теряется привкус наполнителя.

Установлено, что кисломолочный продукт богат витаминами и минеральными веществами. Потребление 100 г. кисломолочного

ЛИТЕРАТУРА

1 Korzhov R.P., Ponomarev A.N., Melnikova E.I., Bogdanova E.V. Preclinical studies of kefir product with reduced allergenicity of b-lactoglobulin // Foods and Raw Materials. 2015. Т. 3. № 2. С. 115–121.

2 Твердохлеб Г.В., Сажинов Г.Ю., Раманаскас Р.И. Технология молока и молочных продуктов: учеб. пособие. М.: ДеЛи принт, 2006. 616 с.

3 Dolmatova O.I. Outline keeping of milk product. // Materiály X mezinárodní vědecko – praktická konference «Věda a technologie: krok do budoucnosti – 2014». Praha: Education and Science, 2014. Р. 41–43.

4 Пономарев А.Н., Мельникова Е.И., Богданова Е.В., Болгова Е.В. Синбиотический напиток с экстрактом скорцонеры // Пищевая промышленность. 2013. № 12. С. 72–73.

5 Голубева Л.В., Долматова О.И., Бандура В.Ф. Изучение свойств творожного продукта с компонентами растительного происхождения // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2015. № 2 (64). С. 108 -111.

продукта с витаминным премиксом, удовлетворяет суточную потребность в витаминах А, группы В, С, D, Е на 40–50%.

Таблица 3
Рецептура кисломолочного продукта
на 1 т (без учёта потерь)

Table 3.
Sour milk product per 1 ton recipe (excluding losses)

Наименование компонента Component	Масса, кг Mass, kg
Молоко цельное whole milk	650
Молоко обезжиренное Skim milk	248,5
Закваска (прямого внесения) Sour (direct inoculation)	0,1
Витаминный премикс Vitamin premix	1,4
Сироп калины Syrup of viburnum	100

Заключение

По результатам исследований разработана рецептура кисломолочного продукта, проведена оценка качества. Производство кисломолочного продукта позволяет расширить ассортимент молочной продукции функциональной направленности.

REFERENCES

1 Korzhov R.P., Ponomarev A.N., Melnikova E.I., Bogdanova E.V. Preclinical studies of kefir product with reduced allergenicity of b-lactoglobulin. Foods and Raw Materials, 2015, vol. 3, no. 2, pp. 115–121.

2 Tverdokhle G.V., Sazhinov G.Yu., Ramanauskas R.I. Tekhnologiya moloka i molochnykh produktov [Technology of milk and dairy products] Moscow, DeLee print, 2006. 616 p. (in Russian).

3 Dolmatova O.I. Outline keeping of milk product. Materials X international scientific-practical conference "Science and technology: a step into the future - 2014". Prague, 2014. pp. 41–43.

4 Ponomarev A.N, Melnikova E.I, Bogdanova E.V, Bolgova E.V. Synbiotic drink with extract of scorzonera. Pishchevaya promyshlennost' [Food Industry] 2013, no. 12, pp. 72–73. (in Russian)

5 Golubeva L.V, Dolmatova O.I, Bandura V.F. Studying the properties of quark products with ingredients of plant origin. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET] 2015, no. 2 (64), pp. 108 -111. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Любовь В. Голубева д.т.н., профессор, кафедра технологии продуктов животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр. Революции, 19, г. Воронеж, Россия, lvgolubeva@inbox.ru
Ольга И. Долматова к.т.н., доцент, кафедра технологии продуктов животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр. Революции, 19, г. Воронеж, Россия, Olgadolmatova@rambler.ru
Марина И. Иванцова студент, кафедра технологии продуктов животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр. Революции, 19, г. Воронеж, Россия

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Любовь В. Голубева консультация в ходе исследования, корректировала рукопись до подачи в редакцию
Ольга И. Долматова консультация в ходе исследования, написала рукопись, несёт ответственность за плагиат
Марина И. Иванцова обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперимент, выполнила расчёты

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 06.04.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 04.05.2016

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Lyubov V. Golubeva Doc. Sci., professor, department of technology products of animal origin, Voronezh state university of engineering technology, Revolution Av., 19, Voronezh, Russia, lvgolubeva@inbox.ru
Olga I. Dolmatova PhD, associate professor, department of technology products of animal origin, Voronezh state university of engineering technology, Revolution Av., 19, Voronezh, Russia Olgadolmatova@rambler.ru
Marina I. Ivantsova student, department of technology products of animal origin, Voronezh state university of engineering technology, Revolution Av., 19, Voronezh, Russia

CONTRIBUTION

Lyubov V. Golubeva consultation during the study adjusted the manuscript prior to submission to the Editor
Olga I. Dolmatova consultation during the study and wrote the manuscript, is responsible for plagiarism
Marina I. Ivantsova review of the literature on the researched topic, conducted an experiment, performed calculations

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 4.6.2016

ACCEPTED 5.4.2016

Совершенствование технологии универсальных овощных полуфабрикатов для предприятий индустрии питания

Маргарита Н. Куткина,¹ w949@mail.ru
Наталья П. Котова,¹ kotovaknp@gmail.com
Светлана А. Елисеева¹ sel1847@mail.ru

¹ кафедра технологии и организации питания, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, ул. Политехническая, 29, г. Санкт-Петербург, Россия

Реферат. Здоровое питание – один из основных факторов, укрепляющих иммунитет человека, особенно в условиях мегаполисов, формирующих его интеллектуальные способности, повышающих качественные характеристики уровня жизни и др. Одним из важнейших компонентов здорового питания выступают овощи и продукция из них. Незаменимую роль играют региональные сезонные овощи – источники эссенциальных макро- и микронутриентов, в том числе витаминов, растительных пигментов, фитогормонов, пищевых волокон и т.д. Достаточно высокое влагосодержание многих овощей, например, плодовых, частично восполняет потребности организма человека в воде, понижает калорийность рациона питания, улучшает перистальтику желудочно-кишечного тракта. В настоящее время использование овощей в массовом питании, особенно сезонных, крайне ограничено в связи с их нерегулярным поступлением, отсутствием оптимальных способов продления сроков годности и ограниченным ассортиментом кулинарной продукции из них. В связи с этим совершенствование технологии универсальных полуфабрикатов из региональных доступных овощей обладает актуальностью, имеет выраженный пролонгированный социальный эффект и способствует оздоровлению организма. К овощам с диетическими свойствами относятся кабачки, использование которых в массовом питании сопровождается определёнными трудностями, связанными с сезонными поставками и недостаточным ассортиментом продукции из них. В работе были изучены сортовые особенности кабачков, районированных в Северо-западном регионе, с позиции их технологических свойств, изменения морфологических признаков и биохимического состава плодов в ходе созревания. Были исследованы оптимальные способы консервирования кабачков путём высушивания с помощью лиофильной сушки и инфракрасного нагрева, что позволяет снабжать предприятия общественного питания универсальным полуфабрикатом в течение всего года не только в местах культивирования, но и в районах, расположенных вне зоны выращивания овощей. В результате исследования было обнаружено явление аномальной дегидратации плодовых овощей, что позволило объяснить повышенные, по сравнению с другими видами овощей, потери при термической обработке их и обосновать способы и технологические параметры высушивания. Установили, что одной из причин снижения механической прочности паренхимной ткани плодовых овощей, является деструкция клеточных стенок за счёт повышения давления внутри воздушных включений, в отличие от некоторых других видов плодовых овощей, размягчение которых обусловлено изменениями протопектина и целлюлозы срединных пластинок клетки. Итогом данного исследования стала разработка рецептуры и технологии универсального полуфабриката из кабачков для предприятий индустрии питания.

Ключевые слова: сезонные овощи, универсальный полуфабрикат, индустрия питания, рациональные режимы, термическая обработка, консервирование

Improving technology universal vegetable semi-finished products for the enterprises of food industry

Margarita N. Kutkina,¹ w949@mail.ru
Natalia P. Kotova,¹ kotovaknp@gmail.com
Svetlana A. Eliseeva¹ sel1847@mail.ru

¹ technology and catering department, Saint-Petersburg polytechnic university, Polytechnicheskaya str., 29, Saint-Petersburg, Russia

Summary. Healthy nutrition is one of the main factors that becomes stronger the human immune system, especially in the big cities, forms intellectual abilities of people, increases the qualitative characteristics of living standards etc. The most important components of a healthy nutrition are vegetables and products from them. Rather high moisture content of many vegetables, e.g., fruit, partially fills the needs of the human organism in water, lowers the energy value of the diet, enhances the motility of the gastrointestinal tract. In this regard, the improvement of technology universal product from regional vegetables available has got importance, prolonged pronounced social effect and contributes to health improvement. Among vegetables the zucchini include diet properties, but the use of them is accompanied by certain difficulties associated with seasonal logistics and the limited range of products from them. In this work, there were studied the varietal characteristics of the zucchini, zoned in the North-West region, in terms of their technological properties, morphological characteristics and biochemical composition of fruit during ripening. Were investigated the optimal ways of canning zucchini by drying with freeze-drying and infrared heating that allows you to provide catering universal semi-finished product during the whole year, not only in areas of cultivation, but also in areas outside of growing vegetables. There was discovered the effect of anomalous dehydration of fruit vegetables in the result of the study, which helped to explain the increased, in comparison with other types of vegetables, losses during heat treatment and to justify their methods and technological parameters of drying. It was found that one of the reasons for the reduction of mechanical strength parenchymal tissue of fruit vegetables, is the destruction of cell walls by increasing the pressure inside the air inclusions, in contrast to some other types of fruit vegetables, the softening of which are caused by changes in protopectin cellulose and middle lamellae of cells. The result of this study helped to develop the recipes and technology of a universal semifinished product from zucchini for enterprise of catering.

Keywords: seasonal vegetables, multipurpose prefabricated, the food industry, rational regimes of thermal processing, canning

Для цитирования

Куткина М. Н., Котова Н. П., Елисеева С. А. Совершенствование технологии универсальных овощных полуфабрикатов для предприятий индустрии питания // Вестник ВГУИТ. 2016. № 2. С 153–157. doi:10.20914/2310-1202-2016-2-153-157

For citation

Kutkina M. N., Kotova N. P., Eliseeva S. A. Improving technology universal vegetable semi-finished products for the enterprises of food industry. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no 2 pp. 153–157 (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2016-2-153-157

Введение

Наука о питании относит овощи к здоровым продуктам, так как энергетическая ценность их невысока, они поставляют в организм человека биологически активные вещества, пектины, пищевые волокна, которые участвуют в формировании здоровой микробиоты желудочно-кишечного тракта, усиливают его перистальтику, обладают пробиотическими свойствами и т. д.

На пищевую ценность кулинарной продукции из овощей влияет не только биохимический состав сырья, но также изменения пищевых веществ при их термической обработке. В первую очередь это относится к изменению массы овощей, содержанию биологически активных соединений, среди которых витамины, красящие вещества и др.

Цель настоящего исследования – совершенствование режимов термической обработки кабачков с учётом их химического состава и морфологических признаков.

1.1 Материалы и методы

В качестве объекта исследования был выбран широко распространённый и раннеспелый сорт кабачков Белоплодный, который возможно употреблять в пищу с 44 дня выращивания. Кабачок Белоплодный хорошо произрастает как в теплицах, так и в открытом грунте. Химический состав кабачков, а также наличие небольшого количества легкоусвояемой клетчатки делает овощ низкокалорийным, что позволяет использовать его после соответствующей тепловой обработки в детском питании и при заболеваниях желудочно-кишечного тракта [1–3].

Отбор проб, подготовку их к анализу, определение массовой доли сухих веществ и содержания витамина С проводили общепринятыми

методами. Массовую долю моно- и дисахаридов – по методу Бертрана; содержание пектиновых веществ – по галактуроновой кислоте карбазольным методом; структуру тканей изучали методом сравнительного микроскопирования на микроскопе Labomed при увеличении в 200 раз; органолептическую оценку – по 5-ти балльной шкале.

1.2 Результаты и обсуждение

Кабачки отличаются высоким содержанием влаги (около 90%, в зависимости от сорта, условий культивирования и др.), содержат железо (около 2,2% от суточной нормы), витамин С (почти 17% от суточной нормы). Особенностью химического состава кабачков является высокое содержание пектина и низкое содержание протопектина. Этим объясняется нежная консистенция паренхимной ткани кабачков, объёмная масса которой меньше 1,0 г/см. Микроскопический анализ показал, что уменьшение удельной массы происходит за счёт увеличения объёма воздушно-газовых включений в межклеточном пространстве паренхимной ткани [4, 5].

Второй характерной особенностью кабачков является значительное уменьшение их массы в процессе тепловой обработки, что связано с их аномальной дегидратацией [6]. В овощах содержание белков сравнительно невелико (1–2%) и поэтому их денатурация не вызывает дегидратацию продукта. Исключение составляют кабачки, у которых дегидратация связана с механическим разрушением клеточных стенок. При нагревании ткани кабачков до определённой температуры начинается бурное выделение влаги в виде капель на поверхности образца. Эта температура названа авторами «температурой начала дегидратации». Результаты этих исследований приведены в таблице 1.

Таблица 1
Характеристика процесса дегидратации паренхимной ткани кабачков при нагревании

Table 1
Characteristics of the zucchini parenchymal tissue dehydration process by heating

Объект исследования Object of study	Температура начала дегидратации, °C Dehydration start temperature, °C	Объём выделившейся жидкости (%) к массе исходного образца The volume of the separated liquid (%) to initial sample weight
мякоть центральной части central part of the flesh	76	21,0±0,6
мякоть у плодоножки pulp from the stalk	78	19,0±0,5
мякоть у плодовой завязи pulp from the fruit of the ovary	76	19,0±0,4

Тепловую обработку проводили в двух режимах: припускание в собственном соку – температура 98±1 °C; жарка с жиром, температура греющей среды 190±3 °C, модуль 1:0,1.

В качестве контрольного образца использовали свежие плоды кабачков, не подвергнутые тепловой обработке. Данные эксперимента приведены в таблице 2.

Изменение химического состава кабачков сорта Белоплодный при различных режимах тепловой обработки

Table 2

Changing of the Beloplodny sort zucchini chemical composition at various modes of heat treatment

Режим Regime	Массовая доля влаги, % Moisture content, %	Витамин С, мг % Vitamin C, mg%	Моносахариды Monosaccha- rides	Суммарное содер- жание сахаров Total sugar content	Пектины Pectins	
					Пектин Pectin	Протопектин Protopectin
Контроль Control	95,4	12,88±0,63	3,18±0,16	3,64±0,18	0,154±0,008	0,023±0,001
Припускание	78	6,40±0,31	3,48±0,17	4,0 ±0,2 0	0,197±0,001	0,023±0,001
Жарка Fry-up	67	12,85±0,14	5,12±0,26	5,12±0,25	0,255±0,013	0,022±0,001

Как видно из таблицы 2, при тепловой обработке значительно изменяется химический состав паренхимной ткани плодов, причём при разных технологических режимах потери массы и пищевой ценности различны. Анализ данных показывает, что содержание витамина С во время припускания уменьшается почти вдвое, а при жарке с жиром изменяется незначительно. Сумма же сахаров при этом незначительно возрастает, очевидно, за счёт гидролиза полисахаридов (гемилцеллюлоз). Причём моносахариды составляют основную часть всех сахаров как в сырых, так и в температурно-обработанных кабачках.

Основная масса пектиновых веществ в кабачках представлена пектином, а содержание протопектина значительно ниже и одинаково при всех видах обработок.

При тепловой обработке содержание растворимого пектина несколько возрастает во время припускания и значительно увеличивается при жарке. Вероятно, часть пектина в клеточных стенках кабачков прочно связана со структурными элементами клетки.

Полученные данные свидетельствуют, что потери механической прочности кабачков связаны не столько с распадом протопектина,

сколько с механическим разрушением клеточных стенок при расширении воздушных включений.

Отличительной чертой кабачков является локальное потемнение полуфабрикатов в зонах, прилегающих к семенам и в подкорковом слое за счёт повышенного содержания в этих зонах азотистых оснований и редуцирующих сахаров, что создаёт благоприятные условия для образования меланоидинов.

Было установлено, что причиной, затрудняющей консервирование кабачков путём сушки, является аномальная дегидратация, наступающая самопроизвольно при нагревании плодов до 73 °С и сопровождающаяся значительными потерями влаги и растворимых пищевых веществ. Аномальные потери влаги можно объяснить механическим разрушением клеточных стенок за счёт повышения давления в воздушно-газовых включениях. Предложены режимы сушки кабачков при температурах ниже температуры начала дегидратации методами лиофильной и ИК-сушки. Полученные сушённые кабачки восстанавливают свои первоначальные характеристики в процессе обводнения в течение 15–30 мин при температуре воды 20±2 °С.

В таблице 3 приведены данные об изменении содержания витамина С в восстановленных сушённых кабачках при термической обработке.

Таблица 3

Изменение содержания витамина С в восстановленных кабачках сорта Белоплодный при термической обработке

Table 3

Changing of the Beloplodny sort zucchini vitamin C content at various modes of heat treatment

Способ дегидратации Dehydration method	Содержание витамина С, мг/100г Vitamin C content, mg/100g			Потери, % Loss, %	
	Контроль Control	Припускание Simmer	Жарка Frying	Припускание Simmer	Жарка Frying
Лиофильная сушка Freeze-drying	111,74±5,59	67,04±3,35	54,75±2,74	40±2,00	51±2,5
Инфракрасная сушка Infrared drying	34,14±1,71	20,83±1,04	15,43±0,77	39±2,00	55±2,5

Был исследован процесс восстановления сушённых различными способами кабачков путём их гидратации при температуре 20 ± 2 °C и последующей варке. Характер изменений свидетельствует о том, что нарастание массы кабачков наиболее интенсивно (в первые 10–15 мин.) происходит после лиофильной сушки. Образцы после ИК-сушки восстанавливаются медленнее. Проведённые исследования легли в основу разработки универсального полуфабриката для производства на предприятиях индустрии питания.

Учитывая то, что кабачки отличаются высоким содержанием растворимых пектинов и малым содержанием нерастворимого протопектина, было предложено нетрадиционное для профессиональной кулинарии использование их для приготовления сладких блюд: муссов с морковью; с яблоками; самбуки из кабачков; сладких начинок для ватрушек с сахарной пудрой; начинки из кабачков с лимоном, апельсином; с ванилином; варенья из кабачков с лимоном, апельсином и ревенём; с ревенём и клюквой.

Блюда готовились по традиционной технологии приготовления аналогичных блюд из яблок, абрикосов и других фруктов путём замены фруктово-ягодного пюре припущенными, протёртыми кабачками.

В качестве нетрадиционного направления были предложены технологии и рецептуры соусов на основе пюре из кабачков. Были разработаны рецептуры и технологии следующих соусов: заправка острая, соус томатный. Соус томатный готовился путём добавления в кабачковое пюре пассированного томата, лука репчатого, соли, специй с последующей варкой полученной массы и её протиранием. Заправка острая

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Щербakov В. Г. и др. Биохимия. 3-е изд., испр. и доп. СПб.: ГИОРД, 2009. 472 с.
- 2 Богатырева Т. Г., Лабутина Н. В. Технологии пищевых продуктов с длительными сроками хранения. СПб.: Профессия, 2013. 184 с.
- 3 Голубкина Н. А. и др. Биологически активные соединения овощей. М.: Изд-во ВНИИССОК, 2010. 194 с.
- 4 Котова Н. П. Расширение ассортимента и совершенствование технологии кулинарной продукции из кабачков: автореф. дис. ... канд. тех. наук: защищена 30.05.97. СПб.: СПбГЭИ, 1997. 24 с.
- 5 Нечаев А. П., Траубенберг С. Е., Кочеткова А. А. и др. Пищевая химия. СПб.: ГИОРД, 2007. 592 с.
- 6 Колодязная В. С., Булькран М. С. Кинетика реакций превращения органических кислот при холодильном хранении цитрусовых плодов Ортаник // Вестник Международной академии холода. 2014. № 4. С. 22–25.

готовилась путём добавления к кабачковому пюре различных специй и приправ. Такие соусы позволяют существенно уменьшить содержание в блюдах пуриновых оснований и других экстрактивных веществ.

Путём практических проработок при приготовлении традиционных блюд были установлены коэффициенты замены свежих кабачков на пюре и пасты из них.

Для снабжения предприятий доготовочных были разработаны рецептура и технология универсального полуфабриката из кабачков. Для приготовления этого полуфабриката очищенные кабачки нарезали, припускали и протирали, а затем упаривали до содержания сухих веществ: кабачковое пюре не менее 8%; кабачковая паста не менее 13%. Были разработаны режимы стерилизации этих полуфабрикатов в стеклянных банках. Проведённые исследования показали, что при хранении таких полуфабрикатов при комнатной температуре в течение 6 месяцев, в них не наблюдается роста микрофлоры, повышения кислотности и ухудшения органолептических показателей.

Заключение

Постепенно растительное сырьё занимает всё большее место в повседневном питании населения. Это связано с нашим стремлением улучшить качество жизни за счёт более доступных и здоровых продуктов, в том числе региональных сезонных овощей. Поэтому совершенствование технологии универсальных овощных полуфабрикатов для предприятий индустрии питания позволяет максимально сохранить пищевую ценность и круглогодичную доступность овощей в рационе.

REFERENCES

- 1 Shcherbakov V. G. Biokhimiya [Biochemistry] Saint-Petersburg, GIOR, 2009. 472 p. (in Russian)
- 2 Bogatyreva T. G., Labutina N. V. Tekhnologii pishchvnykh produktov s dlitel'nyimi srokami khraneniya [Technology of food products with a long shelf life] Saint-Petersburg, Professiya, 2013. 184 p. (in Russian)
- 3 Golubkina N. A. et al. Biologichski aktivnye soedineniya ovoshchei [Biologically active compounds vegetables] Moscow, VNISSOK, 2010. 194 p. (in Russian)
- 4 Kotova N. P. Rasshirenie assortimenta i sovershenstvovanie tekhnologii kulinarnoi produktsii iz kabachkov. Avtoref. dis. kand. tekhn. nauk [The extension and improvement of the technology of culinary products from zucchini. Abstr. diss. cand. tech. nauk] Saint-Petersburg, 1997. 24 p. (in Russian)
- 5 Nechaev A. P., Traubenberg S. E., Kochetkova A. A. Pishchevaya khimiya [Food chemistry] Saint-Petersburg, GIOR, 2007. 592 p. (in Russian)
- 6 Kolodyaznaya V. S., Boulkrane M. S. Transformation's kinetic reaction of organic acids during the cold storage of Tangor (Ortanique). Vestnik Mezhdunarodnoi akademii kholoda. [Proceedings of the International Academy of Refrigeration] 2014, no. 4, pp. 22–25. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Маргарита Н. Куткина к. т. н., профессор, кафедра технологии и организации питания, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, ул. Политехническая, 29, Санкт-Петербург, Россия, w949@mail.ru

Наталья П. Котова к. т. н., доцент, кафедра технологии и организации питания, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, ул. Политехническая, 29, Санкт-Петербург, Россия, kotovaknp@gmail.com

Светлана А. Елисеева к. т. н., доцент, кафедра технологии и организации питания, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, ул. Политехническая, 29, Санкт-Петербург, Россия, sel1847@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Маргарита Н. Куткина консультация в ходе исследования

Наталья П. Котова обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперимент, выполнила расчеты, написала рукопись

Светлана А. Елисеева, корректировала рукопись до подачи в редакцию и несет ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 07.04.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 05.05.2016

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Margarita N. Kutkina Ph. D., professor, technology and catering department, Saint-Petersburg polytechnic university, Polytechnicheskaya str., 29, Saint-Petersburg, Russia, w949@mail.ru

Natalia P. Kotova Ph. D., associate professor, technology and catering department, Saint-Petersburg polytechnic university, Polytechnicheskaya str., 29, Saint-Petersburg, Russia, kotovaknp@gmail.com

Svetlana A. Eliseeva Ph. D., associate professor, technology and catering department, Saint-Petersburg polytechnic university, Polytechnicheskaya str., 29, Saint-Petersburg, Russia, sel1847@mail.ru

CONTRIBUTION

Margarita N. Kutkina consultation during the study

Natalia P. Kotova, review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computation, wrote the manuscript

Svetlana A. Eliseeva correct the manuscript before filing in editing and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 4.7.2016

ACCEPTED 5.5.2016

Эффективность применения электроактивированного водного раствора в производстве хлеба пониженной кислотности

Елена И. Пономарева,¹ elena6815@yandex.ru
Светлана И. Лукина,¹
Сагымбек Алтайулы,²
Екатерина В. Зубкова¹

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 пищевых и перерабатывающих производств, Казахский агротехнический ун-т им. С. Сейфуллина, пр-т Победы, 62, г. Астана, 010011, Казахстан

Реферат. При заболеваниях желудочно-кишечного тракта рекомендуется отказаться от продуктов питания окислительного характера. Поэтому включение в пищу хлебобулочных изделий с пониженной кислотностью является важным в рационе для таких больных. Один из способов снижения кислотности хлеба – это применение электроактивированного водного раствора (ЭВР). Изучали влияние ЭВР с различными значениями pH (7,42; 9,34; 11,12) на свойства теста и показатели качества хлеба из пшеничной муки первого сорта. Тесто замешивали безопарным способом. В процессе брожения исследовали изменение эффективной вязкости и титруемой кислотности теста. После брожения формовали тестовые заготовки, подвергали их расстойке и выпечке. В готовых изделиях определяли кислотность, влажность, пористость и удельный объем. Установлено, что во всех образцах теста наблюдалось снижение эффективной вязкости в процессе брожения, обусловленные протеканием физико-химических процессов. Максимальным значением эффективной вязкости характеризуется полуфабрикат, полученный с использованием ЭВР, pH которого 11,12, (3474 Па·с). Выявлено, что наименьшим значением конечной кислотности (1,7 град) обладал также образец на ЭВР с pH = 11,12. Использование католической фракции ЭВР с данным значением pH позволило уменьшить кислотность и в готовом изделии (на 45,5%) по сравнению с контролем – в опытно-образце исследуемое значение составило 1,2 град, а в контрольном 2,2. Из проведенных исследований сделали вывод, что использование ЭВР целесообразно для производства хлебобулочных изделий пониженной кислотности.

Ключевые слова: электроактивированный водный раствор, тесто из пшеничной муки первого сорта, хлеб, титруемая кислотность

Efficiency of application of electroactivated aqueous solution in the production of bread low acidity

Elena I. Ponomareva,¹ elena6815@yandex.ru
Svetlana I. Lukina,¹
Sagymbek Altayuly,²
Ekaterina V. Zubkova¹

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

² technology and food processing industries department S.Seifullin Kazakh AgroTechnical University Pobeda Av., 62 Astana, 010011, Kazakhstan

Summary. In diseases of the gastrointestinal tract, it is recommended to refrain from food oxidation. Therefore, the inclusion in the diet of bakery products with low acidity is important in the diet for such patients. One way to reduce the acidity of bread is the use of electric aqueous solution (EAS). Studied the effect of EAS with different values of pH (7.42; 9.34; 11.12) on the properties of dough and quality of bread from wheat flour first grade. The dough is kneaded straight dough method. In the fermentation process investigated the change in effective viscosity and titratable acidity. After fermentation the dough is molded, the test workpiece is subjected to proofing and baking. In ready from deliah determined the acidity, moisture content, porosity and specific volume. It is established that all samples of the test there was a decrease of effective viscosity in the fermentation process due to the occurrence of physico-chemical processes. The maximum value of effective viscosity is characterized by the semi-finished product, obtained using EAS pH of which 11.12 (3474 PA·s). It is revealed that the least value of ultimate pH (1.7 deg) also had a sample on EAS with a pH = 11.12. The use of catholyte fraction of HRES with the given value of pH allowed to decrease the acidity in the finished product (45.5%) compared with the control in the pilot study value was 1.2 degrees, while in the control to 2.2. The research concluded that the use of electroactivated aqueous solution suitable for the production of bakery products of low acidity.

Keywords: electro-activated aqueous solution, a dough from wheat flour of the first grade, bread, titratable acidity

Введение

Питание является одним из важных факторов в поддержании здоровья и правильного физического развития человека. Поступая в организм, продукты питания выполняют огромное количество функций. В первую очередь –

это прямой источник энергии, которая даёт нам возможность жить, осуществлять умственную, двигательную активность, поддерживать постоянную температуру тела, синтезировать новые вещества. Рекомендации врачей-диетологов нацеливают технологов на создание специализированных продуктов питания для людей,

Для цитирования

Пономарева Е. И., Лукина С. И., Алтайулы С., Зубкова Е. В. Эффективность применения электроактивированного водного раствора в производстве хлеба пониженной кислотности // Вестник ВГУИТ. 2016. № 2. С. 158–161. doi:10.20914/2310-1202-2016-2-158-161

For citation

Ponomareva E. I., Lukina S. I., Altayuly S., Zubkova E. V. Efficiency of application of electroactivated aqueous solution in the production of bread low acidity. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. No. 2. pp. 158–161 (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2016-2-158-161

страдающих различными заболеваниями, в том числе и желудочно-кишечного тракта. Установлено, что применение в рационе этих изделий позволяет достичь положительных результатов. Перспективным направлением развития ассортимента хлебобулочных изделий является совершенствование существующих и разработка новых специализированных продуктов питания для различных групп населения, обогащённых питательными веществами, необходимых для правильной работы организма человека.

При заболеваниях желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) обычно врачами назначается строгая диета. Так, при заболевании гастритом рекомендуется отказаться от продуктов питания окислительного характера [1]. Таким образом, разработка и внедрение на рынок новых продуктов профилактического назначения, в том числе хлебобулочных изделий с пониженной кислотностью, позволяет расширить ассортимент как для конкретных групп, так и для населения в целом. Одним из способов понижения кислотности хлебобулочных изделий является применение электроактивированного водного раствора (ЭВР). Изменяя параметры воды вносимой при замесе, можно корректировать свойства уже готовых изделий, в том числе для профилактического питания.

Электрохимическая активация воды – процесс перевода её в метастабильное состояние, выраженное в структурно-энергетических изменениях в электрическом поле. При обработке водопроводной или минерализованной воды в электролизёре, разделённом проницаемой перегородкой, раствор в анодной камере (анолит или кислая вода) насыщается кислородом и приобретает определённую окислительную способность (рН снижается до 2 и менее), а в катодной камере образуется католит (щелочная вода, рН может достигать 12,5). Полученные растворы в течение периода релаксации проявляют аномальные свойства, причём интенсивность изменения свойств анолитной и католитной фракций различны и зависят от условий хранения и агрегатного состояния ЭВР.

1.1 Материалы и методы

Изучали влияние рН ЭВР на свойства теста и качество изделий с целью установления рационального значения рН для производства хлеба пониженной кислотности из пшеничной муки первого сорта.

Электроактивированный водный раствор готовили на приборе «Эсперо-1» (ТУ 4325–2012–072–90). Способ приготовления ЭВР основан на воздействии водорастворимой соли в воде с постоянным электрическим током в камерах диафрагменного электролизёра [3].

Тесто замешивали безопарным способом в лабораторной тестомесильной машине

KitchenAid в течение 4 мин, затем помещали в термостат для брожения при температуре 30°C. Из свежесброженного теста отвешивали куски массой 0,25 кг для выпечки формового хлеба. Разделку и формование производили вручную; окончательную расстойку – в расстойном шкафу РТПК-530У при температуре $40 \pm 1^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха 80–85% в течение 50 мин. Изделия выпекали в лабораторной электропечи ВНИИХП-6–56 при температуре 230–250°C с увлажнением в течение 30 мин. В процессе брожения теста исследовали изменение эффективной вязкости и титруемой кислотности. В готовых изделиях определяли кислотность, удельный объем, пористость, влажность [2].

Образцы готовились с применением ЭВР с разными значениями рН, а также с питьевой водой в качестве контроля с рН=6,8.

1.2 Результаты и обсуждение

У всех образцов наблюдалось снижение эффективной вязкости в процессе брожения, и это характерно для большинства тестовых масс. Это вызвано протеканием физико-химических, микробиологических и коллоидных процессов, происходящих в полуфабрикате.

Наибольшее снижение вязкости наблюдалось в тесте, приготовленном с ЭВР рН 7,42 (3347 Па·с). Вязкость всех опытных образцов была выше контрольного. Максимальным значением этого показателя характеризовался полуфабрикат, приготовленный с ЭВР, рН которого 11,12 (3474 Па·с). Это связано с тем, что при повышении рН водной фазы интенсифицируется коагуляция собственных белков муки.

Наименьшим значением конечной кислотности (1,7 град) обладал полуфабрикат, приготовленный на ЭВР рН = 11,12, наибольшим (2,5 град) – контроль. Это объясняется тем, что внесение католитной фракции ЭВС приводит к снижению кислотности продукта, так как для замеса этого полуфабриката использовали ЭВР с максимальным значением рН (рисунок 2).

Наименьшим значением кислотности хлеба (1,2 град) характеризовался хлеб, приготовленный с ЭВР рН = 11,12. По сравнению с данным образцом, кислотность контроля была больше на 1 град (рисунок 3).

Пористость хлеба является одним из самых важных параметров, но для людей с заболеваниями желудочно-кишечного тракта он особенно значим. Максимальным значением этого показателя (75%) характеризовался контрольный образец и хлеб с использованным ЭВР, рН которого 7,42 (рисунок 4).

Установлено, что наибольшим удельным объемом 267 см³/100 г. обладал хлеб с ЭВР рН 7,42, это соответствует удельному объёму контрольного образца. Для хлеба с ЭВР рН 11,12 этот показатель ниже контрольного на 0,75%.

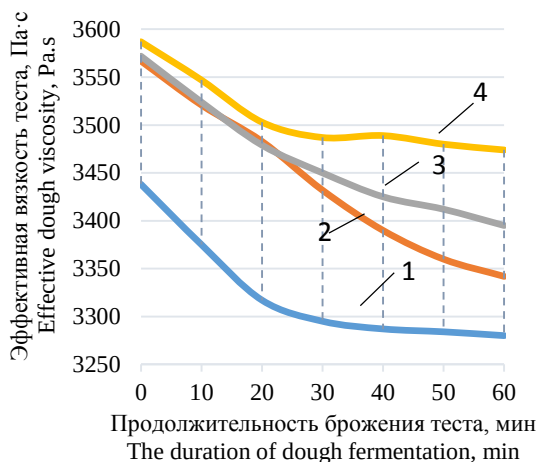


Рисунок 1. Изменение эффективной вязкости теста, приготовленного на питьевой воде (pH = 6,8) (контроль, 1) и ЭВР с pH: 2 – 7,42; 3 – 9,34; 4 – 11,12

Figure 1. Dough prepared on the drinking water (pH 6.8) (control 1) and EAS pH 2 – 7.42; 3 – 9.34; 4 – 11.12 effective viscosity changing

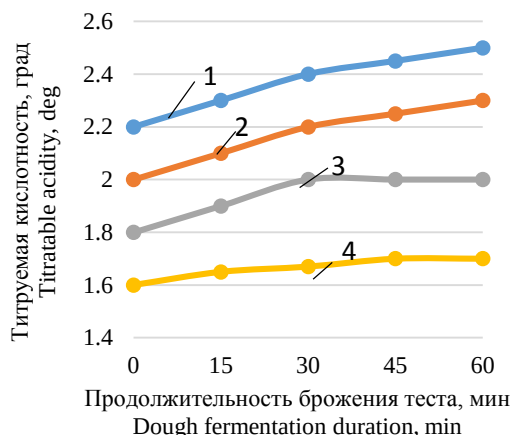


Рисунок 2. Изменение титруемой кислотности теста, приготовленного на питьевой воде (pH = 6,8) (контроль, 1) и ЭВР с pH: 2 – 7,42; 3 – 9,34; 4 – 11,12

Figure 2. Dough prepared on the drinking water (pH 6.8) (control 1) and EAS pH 2 – 7.42; 3 – 9.34; 4 – 11.12 titratable acidity changing

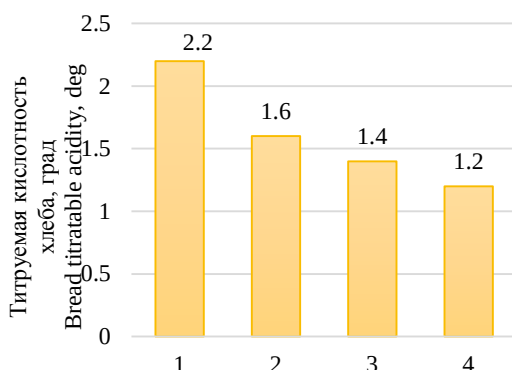


Рисунок 3. Изменение кислотности хлеба, приготовленного на питьевой воде (pH = 6,8) (контроль, 1) и ЭВР с pH: 2 – 7,42; 3 – 9,34; 4 – 11,12

Figure 3. Bread prepared on the drinking water (pH 6.8) (control 1) and EAS pH 2 – 7.42; 3 – 9.34; 4 – 11.12 acidity changing

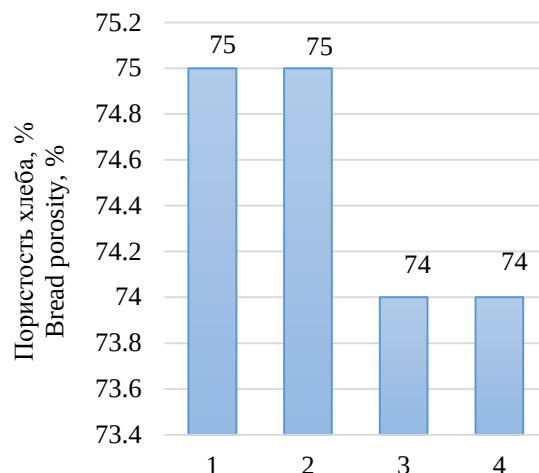


Рисунок 4. Изменение пористости хлеба, приготовленного на питьевой воде (pH = 6,8) (контроль, 1) и ЭВР с pH: 2 – 7,42; 3 – 9,34; 4 – 11,12

Figure 4. Bread prepared on the drinking water (pH 6.8) (control 1) and EAS pH 2 – 7.42; 3 – 9.34; 4 – 11.12 porosity changing

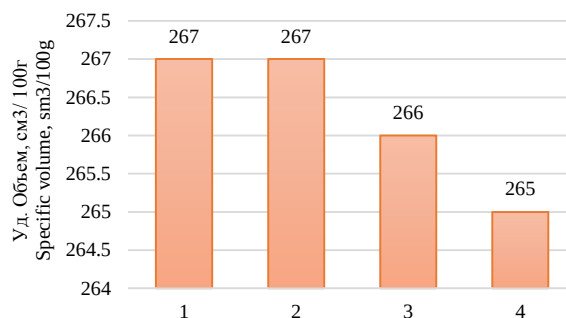


Рисунок 5. Изменение удельного объема хлеба, приготовленного на питьевой воде (pH = 6,8) (контроль, 1) и ЭВР с pH: 2 – 7,42; 3 – 9,34; 4 – 11,12

Figure 5. Bread prepared on the drinking water (pH 6.8) (control 1) and EAS pH 2 – 7.42; 3 – 9.34; 4 – 11.12 specific volume changing

Закключение

В результате исследований выявлено, что использование католитной фракции ЭВР с pH 11,12 позволяет снизить кислотность мякиша хлеба на 34,6%, не ухудшая реологических свойств теста и органолептических характеристик хлеба. Следовательно, ЭВР с pH 11,12 можно рекомендовать для производства хлеба пониженной кислотности.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Вазей К. Кислотно-щелочной баланс организма. М.: Столица-принт, 2012. 214 с.
- 2 Электроактивированный водный раствор. URL: <http://www.o8ode.com/article/dwater/purewater1/Electroactivated-water> (дата обращения: 28.01.2016).
- 3 Католитная фракция воды. Электроактивация. URL: <http://bankpatentov.ru/node/101240> (дата обращения: 29.01.2016).
- 4 Невская Е. В., Шлеленко Л. А. Расширение ассортимента хлебобулочных изделий для детей // XIV Всероссийский конгресс диетологов и нутрициологов. Материалы Международного конгресса «Питание и здоровье». Москва, 3–5 декабря, 2012, С. 60–62.
- 5 Электроактивированный водный раствор. URL: <http://web.snauka.com/en/issues/2011/12/5960> (дата обращения: 29.01.2016).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Елена И. Пономарева д. т. н., профессор, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, Elena6815@yandex.ru

Светлана И. Лукина к. т. н., доцент, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Сагымбек Алтайұлы профессор, кафедра технологии пищевых и перерабатывающих производств, Казахский агротехнический ун-т им. С. Сейфуллина, пр-т Победы, 62, г. Астана, 010011, Казахстан

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

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Елена И. Пономарева предложила методику проведения эксперимента

Светлана И. Лукина обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперимент, выполнила расчёты

Сагымбек Алтайұлы консультация в ходе исследования
Екатерина В. Зубкова написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 23.03.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 20.04.2016

REFERENCES

1 Vazei K. Kislotno-shchelochnoi balans organizma [The acid-alkaline balance in the body] Moscow, Stolitsa-print, 2012. 214 p. (in Russian).

2 Elektroaktivirovannyi vodnyi rastvor [Electroactivated water solution]. Available at: <http://www.o8ode.com/article/dwater/purewater1/Electroactivated-water> (accessed 28.01.2016). (in Russian)

3 Katolitnaya fraktsiya vody. Elektroaktivatsiya [Catholyte water fraction. Electroactivation]. Available at: <http://bankpatentov.ru/node/101240> (accessed 29.01.2016). (in Russian).

4 Nevskaya E. V., Shlelenko M. N. Expansion of assorted baked goods for children. Materialy XIV Vserossiiskogo kongressa dietologov i nutritsitologov "Pitanie i zdorov'e" [XIV Russian Congress of Dietitians and Nutritionists. Proceedings of the International Congress of "Nutrition and Health", Moscow, 3-5 December 2012] Moscow, 2012, pp. 60–62. (in Russian).

5 Elektroaktivirovannyi vodnyi rastvor [Electroactivated water solution]. Available at: <http://web.snauka.com/en/issues/2011/12/5960> (accessed 29.01.2016)

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Elena I. Ponomareva Dc. Sci., professor, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, Russia, Elena6815@yandex.ru

Svetlana I. Lukina PhD, associate professor, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, Russia

Sagymbek Altayuly professor, technology and food processing industries of S.Seifullin Kazakh AgroTechnical University Pobeda Av., 62 Astana, 010011, Kazakhstan

Ekaterina V. Zubkova student, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, Russia

CONTRIBUTION

Elena I. Ponomareva proposed a scheme of the experiment

Svetlana I. Lukina review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

Sagymbek Altayuly consultation during the study
Ekaterina V. Zubkova 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 3.23.2016

ACCEPTED 4.20.2016

Применение метода ультразвукового экстрагирования в приготовлении напитка направленного действия из ягод чёрной смородины

Наталья С. Родионова,	¹	rodionovast@mail.ru
Марина В. Мануковская,	¹	manukowskaj@mail.ru
Александр Е. Небольсин,	²	mks36@mail.ru
Маргарита В. Серченя	¹	serchenya.margarita@ya.ru

¹ кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394000, Россия
² ОАО «Партнер»

Реферат. В статье представлены экспериментальные результаты определения физико-химических показателей, количества антоцианов, определение цветности и органолептическая характеристика напитка, приготовленного с применением метода ультразвукового экстрагирования в сравнении с морсом, полученным по традиционной технологии. Основным сырьём для разработки технологии приготовления напитка выбрана ягода чёрной смородины, характеризующаяся высоким содержанием биологически активных компонентов, повышающих адаптивные возможности организма человека. Целью работы является применение метода ультразвукового экстрагирования в приготовлении напитков с функционально-направленными действиями. В качестве экспериментальной установки использовали экстрактор с ультразвуковым погружным излучателем. Сущность его работы заключается в следующем: смесь экстрагента и растительного субстрата в различных соотношениях загружали в ёмкость с излучателем, после чего включали ультразвуковой генератор. Колебания ультразвуковой частоты (22 кГц), возбуждали высокочастотные механические колебания, под воздействием которых в обрабатываемой смеси формировались зоны интенсивной кавитации и диффузного растворения клеточных субстратов в экстрагенте. Технология ультразвукового экстрагирования предполагает кратковременный контакт ягод и экстрагента (до 15 минут) при наложении ультразвуковых колебаний. С увеличением времени воздействия, выход биологически активных веществ увеличивается до достижения равновесного состояния, соответствующего наиболее полному истощению сырья. Всё это приводит к значительному ускорению процесса перехода действующих компонентов из сырья в экстрагент и получение продукта с улучшенными физико-химическими, органолептическими показателями, а также с более высокой антиоксидантной активностью.

Ключевые слова: экстрагирование, черная смородина, ультразвук, экстракт, биологически активные вещества

Application of ultrasonic extraction method in the preparation of the directive action beverage from black currant

Natalia S. Rodionova,	¹	rodionovast@mail.ru
Marina V. Manukovskaya,	¹	manukowskaj@mail.ru
Aleksandr E. Nebol'sin,	²	mks36@mail.ru
Margarita V. Serchenya	¹	serchenya.margarita@ya.ru

¹ service and catering business department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394000, Russia
² JSC "Partner"

Summary. The article presents the results of experimental determination of physical and chemical parameters, the amount of anthocyanins, the definition of color and organoleptic characteristics of the beverage prepared with ultrasonic extraction method in comparison with the fruit-drink, obtained according to traditional recipe. Black currant was chosen the main raw material for the development of the beverage production technology. It is characterized by a high content of bioactive components that increase the adaptive abilities of human body. The purpose is to use ultrasonic extraction method in the preparation of functionally directed action beverages. Extractor with submerged ultrasonic emitter was used as an experimental device. The essence of its operation is as follows: a mixture of the extractant and the plant substrate in different ratios was loaded into a container with the emitter, then the ultrasonic generator was turned on. The vibrations of ultrasonic frequency (22 kHz) made high-frequency mechanical vibrations that caused the formation of intense cavitation areas and diffuse dissolution of cell substrates in the extractant in the treated mixture. The ultrasonic extraction technique involves brief contact of berries and extractant (up to 15 minutes) upon application of ultrasonic vibrations. With an increase in exposure time, the yield of biologically active substances increases to reach an equilibrium state corresponding to the most complete exhaustion of raw materials. All this leads to a significant acceleration of the transition from the active ingredients from the raw materials into the extractant to obtain a product with improved physical - and chemical, organoleptic characteristics, as well as a higher antioxidant activity.

Keywords: extracting, blackcurrant, ultrasound, extract, biologically active substance

Для цитирования

Родионова Н. С., Мануковская М. В., Небольсин А. Е., Серченя М. В. Применение метода ультразвукового экстрагирования в приготовлении напитка направленного действия из ягод чёрной смородины // Вестник ВГУИТ. 2016. № 2. С. 162–169. doi:10.20914/2310-1202-2016-2-162-169

For citation

Rodionova N. S., Manukovskaya M. V., Nebol'sin A. E., Serchenya M. V. Application of ultrasonic extraction method in the preparation of the directive action beverage from black. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 2. pp. 162–169 (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2016-2-162-169

Введение

Здоровье человека ежедневно подвергается негативному воздействию множества факторов: загрязнение окружающей среды, ухудшение социально-экономических условий, возрастание эмоциональной нагрузки. Одним из путей поддержания здоровья населения является производство продуктов и напитков функционального назначения, содержащих в своём составе ингредиенты, употребление которых способствует укреплению организма человека.

В связи с этим актуальной и значимой становится тема создания напитков с направленными свойствами с целью усиления защитных функций организма человека [1]. Такими напитками являются соки, морсы, настойки. В зависимости от растительных компонентов, входящих в их состав, напитки оказывают различные полезные воздействия на организм человека.

Цель работы – применение метода ультразвукового экстрагирования в приготовлении напитка функционально-направленного действия.

Для приготовления экспериментального напитка была использована традиционная рецептура приготовления морса. Основным сырьем для приготовления напитка была выбрана

ягода чёрной смородины, которая имеет в своём составе биологически активные компоненты – витамины, минеральные вещества, микроэлементы повышающие адаптивные возможности организма человека (таблица 1). Они способствуют понижению кровяного давления, улучшают состояние сердечно-сосудистой системы, повышают аппетит, оказывают витаминное, общеукрепляющее, противовоспалительное, болеутоляющее действие, усиливают функции желудка, кишечника и печени [3].

1.1 Материалы и методы

Для получения напитка применялся метод ультразвукового экстрагирования [6–11]. В напитках, приготовленных с применением метода ультразвукового экстрагирования и по традиционной технологии (образец № 1 и образец № 2), исследовали ряд показателей: органолептических, физико-химических, а также цветность и количество антоцианов.

Качество и вкус полученного напитка (образец № 1) определяли органолептическим методом – сравнивая с морсом, приготовленным по традиционной технологии (образец № 2). На рисунке 1 представлены сравнительные вкусоароматические профили напитков.

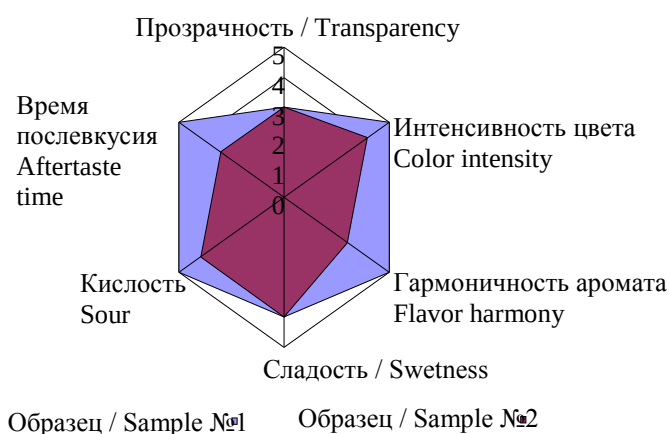


Рисунок 1. Вкусоароматические профили напитков

Figure 1. Taste and flavor profiles of drinks

Таблица 1.

Химический состав чёрной смородины

Table 1.

Black currant chemical composition

Химический состав чёрной смородины (на 100 г. продукта) Chemical composition of black currant (per 100 g product)			
Витамины Vitamins	Макроэлементы	Микроэлементы	Пищевая ценность
РР – 0,3 мг	Кальций Calcium – 36 мг	Железо Iron – 13 мг	Калорийность Calorie – 44 кКал
Бета-каротин Beta-carotene – 0,1 мг	Магний Magnesium – 31 мг	Цинк Zinc – 0,13 мг	Белки Protein – 1 г
А – 17 мкг	Калий Potassium – 350 мг	Йод Iodine – 1 мкг	Жиры Fat – 0,4 г
В1 – 0,003 мг	Фосфор Phosphorus – 33 мг	Медь Copper – 130 мкг	Углеводы Carbohydrates – 7,3 г
В2 – 0,004 мг	Хлор Chlorine – 14 мг	Марганец Manganese – 0,18 мг	Пищевые волокна Dietary fiber – 4,8 г
В5 – 0,4 мг	Сера Sulfur – 2 мг	Фтор Fluorine – 17 мкг	Вода Water – 83,3 г
В6 – 0,1 мг	–	Молибден Molybdenum – 24 мкг	Орг. Кислоты Org. Acids – 2,3 г
В9 – 5 мкг	–	Бор Boron – 55 мкг	Зола Ash – 0,9 г
С – 200 мг	–	Кобальт Cobalt – 4 мкг	Моно- и дисахариды Mono- and disaccharides – 7,3 г
Е – 0,07 мг	–	–	–
Н – 2,4 мг	–	–	–

1.2 Результаты и обсуждение

По результатам проведения сравнительной органолептической характеристики напитков, пришли к выводу, что напиток, полученный при помощи ультразвуковой экстракции,

имеет ряд преимуществ: выраженный вкус, насыщенный цвет и аромат, продолжительное послевкусие. Сравнительные физико-химические показатели напитков представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Физико-химические показатели напитков

Table 2.

Physicochemical indexes of drinks

Образец Sample	Показатели Indices		
	Сахар, г/100 см ³ Sugar, g/100 cm ³	Кислотность, г/см ³ Acidity, g/100 cm ³	Экстрактивные вещества, % Extractives, %
№ 1	57,8	0,28	7
№ 2	49,2	0,25	5

Как видно из таблицы 2, образец № 1 имеет более высокий выход биологически активных веществ, содержание сахара увеличилось, а кислотность соответствует производственным показателям. Из полученных данных, можно сделать вывод, что применение ультразвукового экстрагирования даёт положительный эффект, так как был получен напиток превосходящий контрольный образец № 2 по всем показателям.

Цветность напитков анализировали по значениям оптической плотности, полученной на ФЭКе М56. Анализ кривых изменения оптической плотности исследуемых

образцов (рисунки 2–3) показал, что окраска образца № 1 (ультразвуковая экстракция) достигает более высокого насыщения цвета, чем у второго (традиционный способ).

Для спектрофотометрической оценки напитков использовали прибор UV mini-1240, Shimadzu, Япония. Образцы помещали в кварцевую кювету с толщиной поглощающего слоя 10 мм и определяли значение оптической плотности в диапазоне длин волн 375 – 600 нм. Спектральные характеристики приведены на (рисунки 4–5), дифференциальный спектр морсов представлен в разведении 1:6.

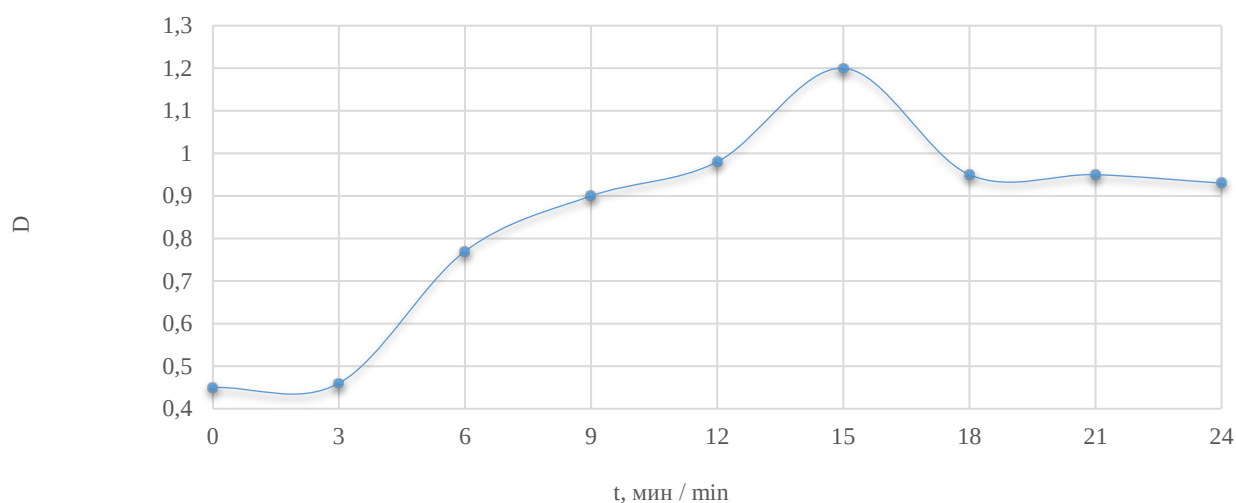


Рисунок 2. Изменение оптической плотности D от времени экстрагирования t, мин (образец № 1)

Figure 2. Change optical density D on duration of extraction t, min (sample № 1)

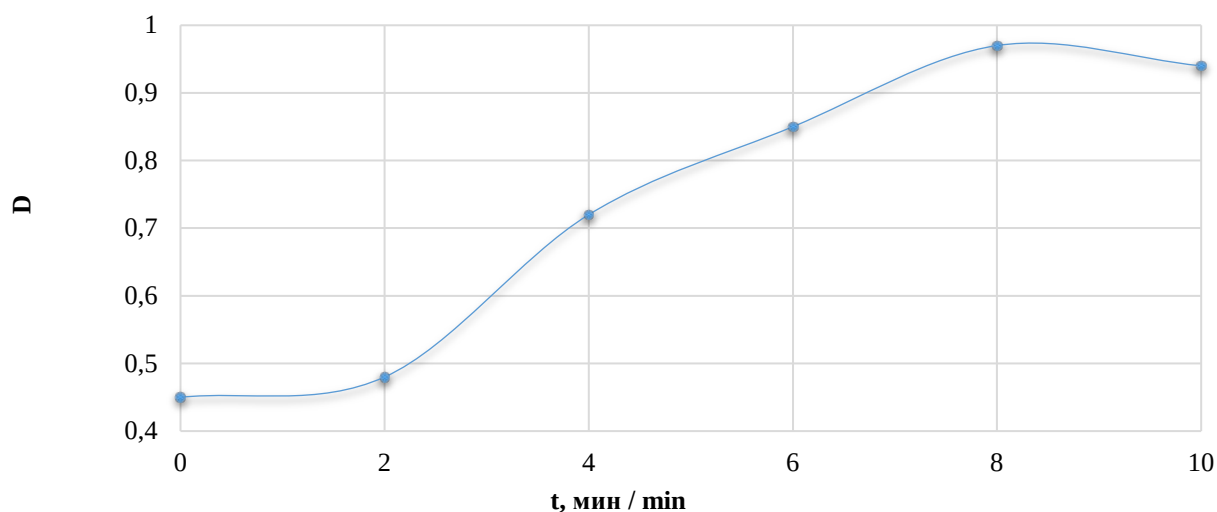


Рисунок 3. Изменение оптической плотности D от времени экстрагирования t, мин (образец № 2)

Figure 3. Change optical density D on duration of extraction t, min (sample № 2)

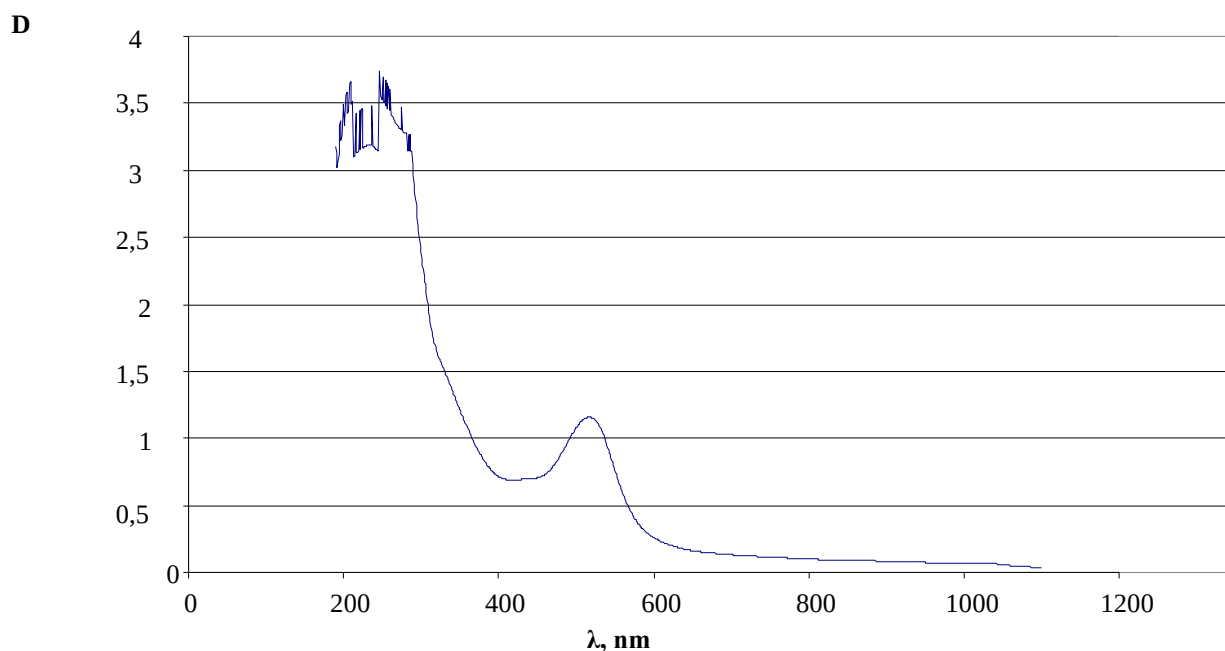


Рисунок 4. Дифференциальный спектр поглощения образца № 1

Figure 4. Sample 1 differential absorption spectrum

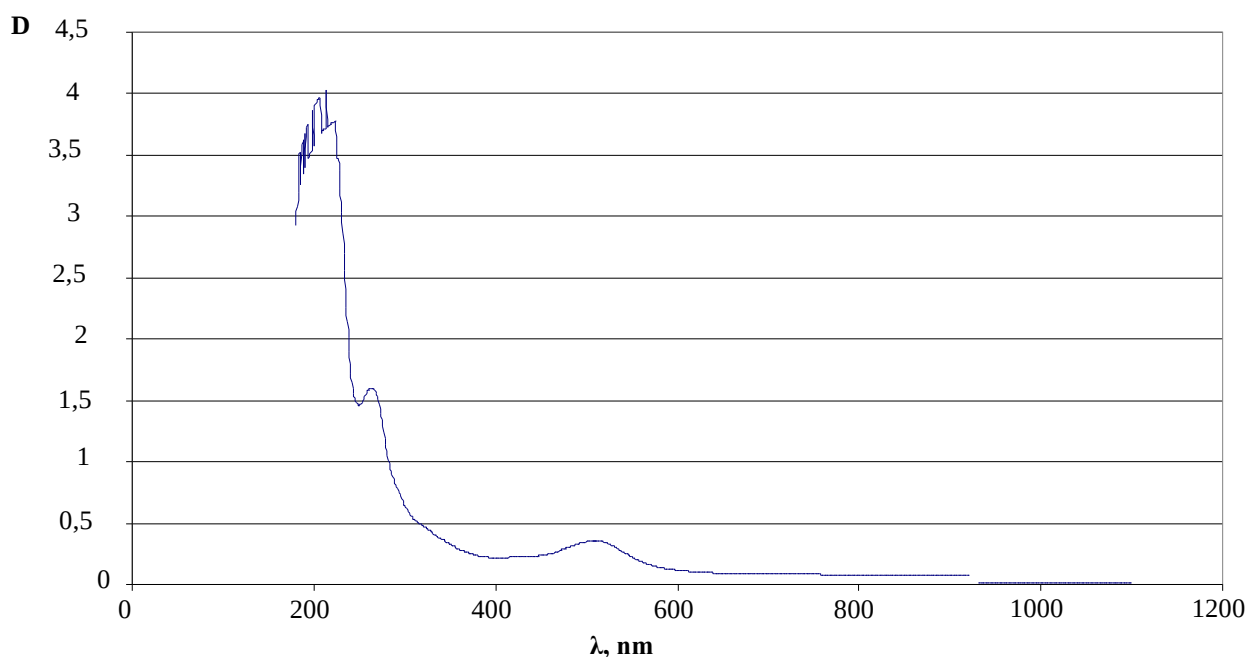


Рисунок 5. Дифференциальный спектр поглощения образца № 2

Figure 5. Sample 2 differential absorption spectrum

Анализ полученных спектров показал: в первом случае в области 530 нм наблюдается максимум светопоглощения, во втором в области 513 нм, вызванный наличием в полученных напитках антоцианов. На основании полученных результатов, делаем вывод,

напиток, приготовленный с применением метода ультразвукового экстрагирования, в своём составе имеет больше антоцианов, и, значит, обладает большей антиоксидантной активностью. Сопоставление характеристик

цветометрической и спектрофотометрической методик контроля цветности показало сходимость результатов.

Для количественного определения антоцианов использован прибор фотометр фотоэлектрический КФК–3–01. Содержание антоцианов определяли, измеряя оптическое поглощение анализируемых растворов при $\lambda_{\max} = 490$ нм в оптической кювете с толщиной слоя 10 мм.

Количество антоцианов в растворе (мг в 100 см³ р-ра) находили по формуле:

$$C_A = \frac{A_{490}^{pH=1}}{49} \times 100,$$

где C_A – концентрация антоцианов в растворе красителя, мг/ 100 см³; $A_{490}^{pH=1}$ – абсорбция света при $\lambda=490$ нм пробы анализируемого

раствора; 49 – коэффициент, рассчитанные по углу наклона калибровочного графика.

Результаты исследований следующие: содержание антоцианов в образце № 1 $C_A=0,293$ мг/100 см³; в образце № 2 $C_A=0,174$ мг/100 см³.

Заключение

Полученный с применением ультразвукового экстрагирования напитков по ряду показателей превосходит морс, приготовленный по традиционной технологии, а именно: увеличился выход биологически активных веществ, количество антоцианов и сахаров, также стал более насыщенный вкус, цвет напитка и аромат стал более ярким. Учитывая полученные результаты его можно рекомендовать как напиток функционального назначения.

ЛИТЕРАТУРА

1 Оуэн С. Источник силы. СПб.: ТИД Амфора, 2012. С. 16, 41.

2 Макарова Н. В. Современные аспекты научных исследований антиоксидантных свойств цитрусовых фруктов, ягод и косточковых плодов: монография. Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2013.

3 Скурихин И. М. Химический состав пищевых продуктов. М.: Агропромиздат, 1987.

4 Донченко Г. В., Кричковская Л. В., Чернышов С. И., Никитченко Ю. В. и др. Природные антиоксиданты (биотехнологические, биологические и медицинские аспекты): монография. Харьков: Модель Вселенной, 2011.

5 Мануковская М. В., Серченя М. В. Использование современных технологий в приготовлении настоек // Экономика. Инновации. Управление качеством. 2015. № 2. С. 130–133.

6 Хмелев В. Н. и др. Ультразвуковые multifunctional и специализированные аппараты для интенсификации технологических процессов в промышленности. Барнаул: АлтГТУ, 2007. 416 с.

7 Мануковская М. В., Серченя М. В. Исследование антиоксидантной активности настоек из ежевики и клюквы, приготовленных методом ультразвукового экстрагирования // Вестник ВГУИТ. 2015. № 4. 98–103.

8 Lai J., Wang H., Wang D., Fang, F., Wang F., Wu T. 2014. "Ultrasonic Extraction of Antioxidants from Chinese Sumac (*Rhus typhina* L.) Fruit Using Response Surface Methodology and Their Characterization." // Molecules V. 19, N. 7. pp. 9019–9032.

9 Gavrilova V., Kajdžanoska M., Gjamovski V., Stefova M. Separation, Characterization and Quantification of Phenolic Compounds in Blueberries and Red and Black Currants by HPLC–DAD–ESI–MSn. // Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2011. № 59 (8), pp. 4009–4018. DOI: 10.1021/jf104565y

10 Vagiri M., Ekholm A., Andersson S. C., Johansson E., Rumpunen K. An Optimized Method for Analysis of Phenolic Compounds in Buds, Leaves, and Fruits of Black Currant (*Ribes nigrum* L.) Journal of Agricultural and Food Chemistry 2012 60 (42), 10501–10510 DOI: 10.1021/jf303398z

REFERENCES

- 1 Owen S. Istochnik sily [The source of power] Saint-Petersburg, TID Amfora, 2012, pp. 16, 41. (in Russian).
- 2 Makarova N. V. Sovremennye aspekty nauchnykh issledovaniy antioksidantnykh svoystv tsitrusovukh fruktov, yagod i kostochkovukh plodov [Modern aspects of research antioxidant properties of citrus fruits, berries and stone fruits] Samara, SamGTU, 2013. (in Russian).
- 3 Skurikhin I. M. Khimicheskii sostav pishchevykh produktov [The chemical composition of foods] Moscow, Agropromizdat, 1987. (in Russian).
- 4 Donchenko G. V., Krichkovskaya L. V., Chernyshov S. I., Nikitchenko Yu. V. et al. Prirodnye antioksidanty (biotekhnologicheskie, biologicheskie i meditsinskie aspekty) [Natural antioxidants (biotechnology, biological and medical aspects)] Kharkov, Model' Vselennoi, 2011. (in Russian).
- 5 Manukovskaya M. V., Serchenya M. V. Use of modern technologies in the preparation of infusions. Ekonomika. Innovatsii. Upravlenie kachestvom [Economy. Innovation. Quality control] 2015, no. 2, pp. 130–133. (in Russian).
- 6 Khmelev V. N. et al. Ul'trazvukovye mnogofunktsional'nye i spetsializirovannye apparaty dlya intensivatsii tekhnologicheskikh protsessov v promyshlennosti [Ultrasonic multifunctional and specialized apparatus for an intensification of technological processes in the industry] Barnaul, AltGTU, 2007. 416 p. (in Russian).
- 7 Manukovskaya M. V., Serchenya M. V. A study of the antioxidant activity of tinctures of blackberries and cranberries, prepared by the method of ultrasonic extraction. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET] 2015, no. 4, pp. 98–103. (in Russian).
- 8 Lai J., Wang H., Wang D., Fang, F., Wang F., Wu T. 2014. "Ultrasonic Extraction of Antioxidants from Chinese Sumac (*Rhus typhina* L.) Fruit Using Response Surface Methodology and Their Characterization." Molecules V. 19, no. 7. pp. 9019–9032.
- 9 Gavrilova V., Kajdžanoska M., Gjamovski V., Stefova M. Separation, Characterization and Quantification of Phenolic Compounds in Blueberries and Red and Black Currants by HPLC–DAD–ESI–MSn. Journal of Agricultural and Food Chemistry 2011. no. 59 (8), pp. 4009–4018. DOI: 10.1021/jf104565y

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Наталья С. Родионова д. т. н., профессор, заведующий кафедрой сервиса и ресторанного бизнеса, декан факультета экономики и управления, Воронеж. гос. ун–т. инж. техн., пр–т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, rodionovast@mail.ru

Марина В. Мануковская к. т. н., доцент, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронеж. гос. ун–т. инж. техн., пр–т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, manukovskaj@mail.ru

Александр Е. Небольсин ведущий конструктор, ОАО «Партнер», mks36@mail.ru

Мargarita В. Серченя студент, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронеж. гос. ун–т. инж. техн., пр–т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, serchenya.margarita@ya.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Natalia S. Rodionova Doc. Sci., professor, service and catering business head of chair, dean of the economics and management faculty, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, Russia, rodionovast@mail.ru

Marina V. Manukovskaya PhD, associate professor, service and catering business department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, Russia, manukovskaj@mail.ru

Aleksandr E. Nebol'sin lead designer, JSC "Partner" mks36@mail.ru

Margarita V. Serchenya student, service and catering business department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, Russia, serchenya.margarita@ya.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Наталья С. Родионова предложила методику проведения эксперимента

Марина В. Мануковская обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперимент, выполнила расчеты

Александр Е. Небольсин консультация в ходе исследования

Маргарита В. Серченя написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 30.03.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 27.04.2016

CONTRIBUTION

Natalia S. Rodionova proposed a scheme of the experiment

Marina V. Manukovskaya review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

Aleksandr E. Nebol'sin consultation during the study

Margarita V. Serchenya 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 3.30.2016

ACCEPTED 4.27.2016

Содержание пектинов в различных видах плодовых культур и их физико-химические свойства

Джамиля Р. Созаева,¹ djamilia-84@mail.ru
Амина С. Джабоева,¹ tpop_kbr@mail.ru
Людмила Г. Шаова,¹
Ольга К. Цагоева¹

¹ кафедра технологии продуктов общественного питания, Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет им. В.М. Кокова, пр-т. Ленина, 1в, г.Нальчик, КБР, 360005, Россия

Реферат. В настоящее время пектины находят широкое применение в пищевой, фармацевтической промышленности, медицине и других отраслях благодаря способности образовывать гели различной прочности, проявлять лечебные и профилактические свойства. Кабардино-Балкария является одним из регионов, где имеются промышленные объёмы плодовых культур, богатых пектиновыми веществами. С целью выбора наиболее перспективного сырья для промышленного получения пектинов в плодах, районированных на территории республики сортов, яблонь (Айдаред, Гренни Смит, Флорина), груш (Любимица Клаппа, Талгарская красавица), абрикосов (Краснощекий, Шалах), слив (Стенли, Кабардинская ранняя) определяли содержание пектиновых веществ и их физико-химические показатели. Установлено, что наибольшим количеством пектиновых веществ среди сортов яблок выделяется Гренни Смит, груш – Любимица Клаппа, слив – Стенли, абрикосов – Шалах: 1,14, 0,98, 1,03, 0,71% на сырое вещество соответственно. Выявлено, что пектины из яблок, слив, абрикосов и груш за исключением сорта Любимица Клаппа относятся к высокоэтерифицированным. Степень метоксилирования пектинов из яблок колеблется в пределах 70,71–81,85%, из слив – 60,99–67,31%, из абрикосов – 63,72–68,25%, из груш сорта Талгарская красавица – 56,0%. Наибольшим значением степени этерификации отличаются пектины из яблок сорта Гренни Смит. Высокая степень этерификации пектинов позволяет рекомендовать их в качестве загустителей в различных отраслях пищевой промышленности. Пектины из груши Любимица Клаппа характеризуются низкой степенью этерификации – 40,7%, что свидетельствует о возможности их использования в производстве продуктов лечебного и профилактического назначения. Так как согласно программе развития интенсивного садоводства в республике планируется к 2020 г. довести площади яблоневых садов до 15 тысяч гектаров, а сбор урожая – до миллиона тонн и с учётом полученных экспериментальных данных промышленно значимым сырьём для производства пектинов являются яблоки.

Ключевые слова: плодовые культуры, пектиновые вещества, физико-химические свойства

The pectin content in different types of fruit crops and their physicochemical characteristics

Dzhamilya R. Sozaeva,¹ djamilia-84@mail.ru
Amina S. Dzhaboeva,¹ tpop_kbr@mail.ru
Lyudmila G. Shaova,¹
Olga K. Tsagoeva¹

¹ technology of products of public catering department, Kabardino-Balkarian state agrarian University after V. M. Kokov, Lenina Av., 1b, Nalchik, KBR, 360005, Russia

Summary. Currently pectin is widely used in food industry, pharmaceutical industry, medicine, and other industries due to its ability to form gels of different strength, and to having curative and preventive characteristics. Kabardino-Balkaria is one of the regions with industrial amounts of fruits, rich in pectin substances. In order to select the most promising raw materials for commercial production of pectin in the fruit of zoning in the territory of the Republic was determined the content of pectin substances and their physico-chemical parameters in the varieties of apples (Idared, Granny Smith, Florina), pears (Clapp Favorite, Talgar beauty), apricots (Ruddy, Salah), plums (Stanley, Kabardian early). It was established that the greatest number of pectin substances among varieties of apples is allocated in apples in Granny Smith sort, in pears in Clapp Favorite, in plums in Stanley, and in apricots in Salah sort: 1,14, 0,98, 1,03, 0,71% in the raw substance, respectively. It was found that pectin from apples, plums, apricots and pears with the exception of Clapp Favorite is highly etherified. The degree of methoxylation of pectin from apples varies between 70.71–81.85%, plums – from 60.99 to 67.31%, apricots – from 63.72 to 68.25%, from the pear Talgar beauty – 56.0%. Pectin from apples Granny Smith has the highest value of the degree of etherification. A high degree of etherification of pectin in this sort of apples can be recommended as thickening agents in different branches of food industry. Pectin from pears Clapp Favorite has low degree of etherification – 40.7%, that shows the evidence of their possible use in the manufacture of therapeutic and prophylactic purposes. According to the planned program of intensive horticulture in the region, by 2020 the area of Apple orchards will be up to 15 thousand hectares, and the harvest – up to a million tons. Taking that fact and the obtained experimental data into account, we assume that apples are industrially important raw material for the production of pectin.

Keywords: fruit crops, pectin, physicochemical characteristics

Для цитирования

Созаева Д. Р., Джабоева А. С., Шаова Л. Г., Цагоева О. К. Содержание пектинов в различных видах плодовых культур и их физико-химические свойства // Вестник ВГУИТ. 2016. № 2. С. 170–174. doi:10.20914/2310-1202-2016-2-170-174

For citation

Sozaeva D. R., Dzhaboeva A. S., Shaova L. G., Tsagoeva O. K. The pectin content in different types of fruit crops and their physicochemical characteristics. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 2 pp. 170–174. (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2016-2-170-174

Введение

Пектиновые вещества – это группа высокомолекулярных гетерополисахаридов, которые вместе с целлюлозой и лигнином входят в состав клеточных стенок и межклеточных образований растений, а также присутствуют в растительных соках некоторых из них [4].

Пектины, выделенные из различных видов растительного сырья, различаются по составу, функциональным свойствам, характеру распределения карбоксильных групп, длине пектиновой молекулы и степени этерификации.

Важнейшими свойствами пектинов, определяющими их применение, являются студне- и комплексообразующая способности.

На образование гелевой структуры в растворах пектинов оказывают влияние степень этерификации, молекулярная масса, характер распределения карбоксильных групп, температура, рН среды, содержание балластных и дегидратирующих веществ [6, 8].

Комплексообразующая способность, основанная на взаимодействии молекул пектинов с катионами тяжёлых и радиоактивных металлов [3], зависит от природы и степени чистоты пектина, содержания свободных карбоксильных групп, рН среды, концентрации катионов и пектина [2].

Низкоэтерифицированные пектины обладают ярко выраженными радиопротекторными свойствами – связывают в кишечнике токсичные ксенобиотики с образованием стойких соединений, которые выводятся из организма, не всасываясь в кровь [10].

Пектиновые вещества являются ценным регулятором пищеварительных процессов. Они положительно влияют на перистальтику кишечника, нормализуют углеводный, липидный обмен, снижают концентрацию глюкозы в крови. Их недостаток в питании может вызвать образование рака кишечника, ишемическую болезнь сердца, сахарный диабет и другие алиментарно зависимые заболевания [7].

Пектины проявляют также антиоксидантные свойства, что обусловлено наличием в их составе остатков гидроксibenзойных и гидроксикоричных кислот, образующих сложноэфирные связи с остатками галактуроновой кислоты. Помимо собственного антиоксидантного эффекта, одной из функций пектинов является трансфер в желудочно-кишечном тракте таких пищевых антиоксидантов как, витамин С, каротиноиды, фенольные соединения и их защита от деградации в кислой среде желудка [9, 11].

Основными видами сырья, используемого в мировой практике для промышленного производства пектинов, являются плоды цитрусовых, яблонь, а также сахарная свекла [5].

Одним из регионов РФ, где имеются промышленные объёмы пектиносодержащего сырья – яблонь, груш, абрикосов и слив, является Кабардино-Балкарская Республика (КБР). Так как содержание и ф.-х. свойства пектиновых веществ у различных видов плодовых культур зависят от климатогеографических условий произрастания, видовой, сортовой принадлежности и других факторов, целью настоящей работы явилось обоснование выбора наиболее перспективного сырья для промышленного получения пектинов в КБР.

1.1 Материалы и методы

В качестве объектов исследования были выбраны плоды районированных на территории КБР сортов яблонь – Айдаред, Гренни Смит, Флорина; слив – Стенли и Кабардинская ранняя; груш – Любимица Клаппа, Талгарская красавица; абрикосов – Краснощекий, Шалах.

При проведении исследований использовали общепринятые методы анализа: массовую долю пектиновых веществ в плодах определяли кальций-пектатным методом, содержание свободных и метоксилированных карбоксильных групп – титриметрическим методом; общее количество карбоксильных групп и степень этерификации – расчётным методом [1].

1.2 Результаты и обсуждение

В экспериментальной части приведены средние значения содержания пектиновых веществ и ф.-х. показателей качества пектинов, полученные при исследовании плодов в стадии съёмной зрелости в 2014, 2015 гг.

Результаты исследования содержания пектинов в яблоках различных сортов показаны на рисунке 1. Лидером по количеству пектинов являются плоды Гренни Смит (1,14%), в которых отмечено наибольшее содержание протопектина, что свидетельствует о твёрдости плодовой мякоти и хороших технологических качествах.

В плодах груш максимальное количество пектиновых веществ обнаружено в сорте Любимица Клаппа – 0,98% (рисунок 2).

При определении количества пектинов в сливах установлена наиболее высокая их концентрация в плодах Стенли – 1,03% (рисунок 3).

Сопоставительная оценка массовой доли пектинов в плодах абрикосов (рисунок 4) показала, что уровень пектиновых веществ в сорте Шалах в 1,2 раза выше, чем в Краснощеком.

Известно, что свойства пектинов во многом зависят от содержания в молекуле свободных метоксилированных карбоксильных групп и степени этерификации. Основные ф.-х. характеристики пектинов, выделенных из яблок, груш, слив и абрикосов, представлены в таблице 1.

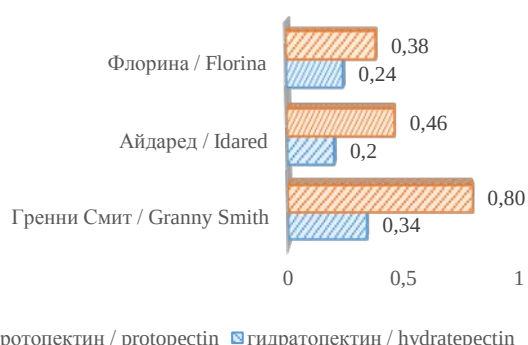


Рисунок 1. Содержание гидратопектина и протопектина в плодах яблоны

Figure 1. Apples hydratepectin and protopectin content

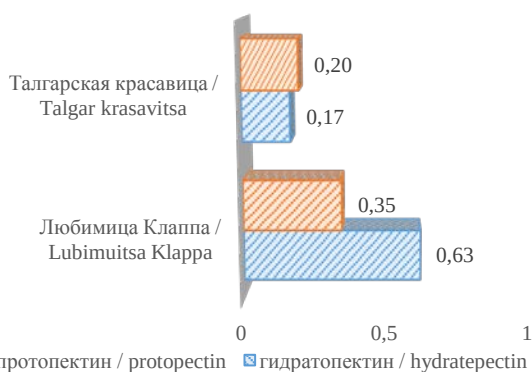


Рисунок 2. Содержание гидратопектина и протопектина в плодах груш

Figure 2. Pear hydratepectin and protopectin content

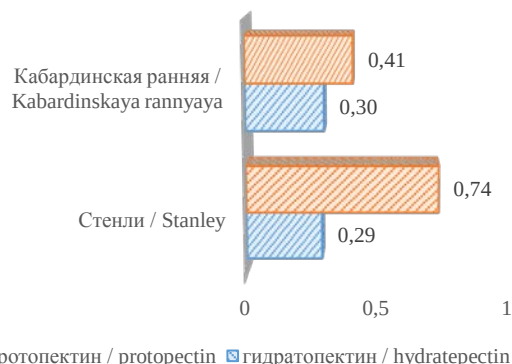


Рисунок 3. Содержание гидратопектина и протопектина в плодах слив

Figure 3. Plum hydratepectin and protopectin content

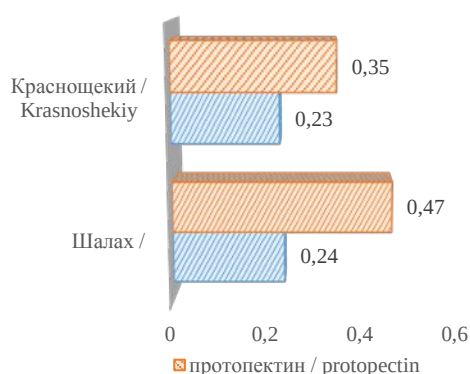


Рисунок 4. Содержание гидратопектина и протопектина в плодах абрикосов

Figure 4. Apricot hydratepectin and protopectin content

Таблица 1.

Физико-химические характеристики пектинов из яблок, груш, слив и абрикосов (% на сухую массу пектина)

Table 1.

Physico-chemical properties of apples, pears, plums and apricots pectin (% by dry weight of pectin)

Плоды Fruit	Свободные карбоксильные группы, % Free carboxylic groups, %	Метоксилированные карбоксильные группы, % Methoxylated carboxyl groups, %	Общее количество карбоксильных групп, % The total amount of car- boxyl groups, %	Степень метокси- лирования, % Methoxylation degree, %
Яблоки Apples:				
Гренни Смит Granny Smith	3,07±0,13	13,84±0,26	16,91	81,85
Флорина Florina	5,15±0,24	12,43±0,22	17,58	70,71
Айдаред Idared	4,22±0,20	14,50±0,30	18,72	77,46
Груши Pears:				
Талгарская красавица Talgar krasavitsa	6,58±0,16	8,32±0,31	14,90	56,00
Любимица Клаппа Lubimuitsa Klappa	7,47±0,21	5,13±0,19	12,60	40,71
Сливы Plums:				
Стенли Stanley	5,22±0,18	10,75±0,3	15,97	67,31
Кабардинская ранняя Ka- bardinskaya rannaya	6,14±0,18	9,60±0,25	15,74	60,99
Абрикосы Apricots:				
Шалах Shalah	6,29±0,22	13,52±0,28	19,81	68,25
Краснощекий Krasnoshekiy	7,31±0,21	12,84±0,32	20,15	63,72

Исходя из полученных данных, плоды по возрастанию степени этерификации располагаются в следующем ряду: груши < сливы и абрикосы < яблоки. Пектины, за исключением выделенных из плодов груши Любимица Клаппа, относятся к высокоэтерифицированным, обладающим способностью образовывать высокоэластичные гели, что позволяет рекомендовать их для использования в качестве загустителей в различных отраслях пищевой промышленности. По максимальному значению степени метоксилирования выделяются пектины из яблок сорта Гренни Смит. Низкая степень этерификации пектинов из груши Любимица Клаппа, свидетельствует о возможности их использования в производстве продуктов лечебного и профилактического назначения.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Донченко Л. В. Технология пектина и пектинопродуктов. М.: ДеЛи, 2000. 256 с.
- 2 Матвеева Т. В., Корячкина С. Я. Физиологически функциональные пищевые ингредиенты для хлебобулочных и кондитерских изделий: монография. Орел: Госуниверситет-УНПК, 2012. 947 с.
- 3 Мыкоц Л. П., Туховская Н. А., Бондарь С. Н. Определение кинетики сорбции катиона металла пектином из цитрусовых // Успехи современного естествознания (химические науки). 2010. № 6. С. 55–57.
- 4 Оводов Ю. С. Биогликианы и природные гликозиды как перспективные объекты биоорганической химии // Acta Naturae. 2010. Т. 2. № 2(5). С. 29–37.
- 5 Минзанова С. Т., Миронов В. Ф., Коновалов А. И., Выштакалюк А. Б. и др. Пектины из нетрадиционных источников: технология, структура, свойства и биологическая активность. Казань: Печать-Сервис-XXI век, 2011. 224 с.
- 6 Пектин. Технология производства. Обзорная информация. URL: <http://membrane.nethouse.ru>.
- 7 Лисицкая К. В., Торкова А. А., Николаев И. В., Федорова Т. В. и др. Сравнительный анализ антиоксидантных свойств пектинов из различного растительного сырья // Сырье и добавки. 2012. № 12. С. 64–66.
- 8 Тамова М. Ю., Бугаец Н. А., Бугаец И. А. Влияние pH среды на структурно-реологические свойства растворов структурообразователей полисахаридной и белковой природы // Новые технологии. 2012. № 2. С. 15–18.
- 9 Lattimer J. M., Haub M. D. Effects of dietary fiber and its components on metabolic health // Nutrients. 2010. V. 2. № 12. P. 1266–1289.
- 10 Maxwell E. G., Belshaw N. J., Waldron K. W., Morris V. J. Pectin an emerging new bioactive food polysaccharide // Trends food sci. technol. 2012. V. 24. P. 64–73.

Заключение

С учётом полученных экспериментальных данных и того, что в условиях КБР согласно программе развития интенсивного садоводства к 2020 г планируется довести площади яблоневых садов до 15 тысяч гектаров, а сбор урожая – до миллиона тонн, для промышленного производства пектина наиболее перспективным сырьём являются яблоки.

Благодарность

Авторы работы выражают признательность Фонду содействия малых форм предприятий в научно-технической сфере субсидировавшему проведение исследований.

- 11 Saura-Calixto F. Dietary fiber as a carrier of dietary antioxidants: an essential physiological function // J. Agric. Food Chem. 2011. V. 59. P. 43–49.

REFERENCES

- 1 Donchenko L.V. Tekhnologiya pektina i pektinoproductov [Technology of pectin and pectin products] Moscow, DeLi, 2000. 256 p. (in Russian).
- 2 Matveeva T.V., Koryachkina S.Ya. Fiziologicheski funktsional'nye pishchevye ingredient dlya khlebobulochnykh i konditerskikh izdelii [Physiologically functional food ingredients for Bakery and confectionery products] Orel, Gosuniversitet-UNPK, 2012. 947 p. (in Russian).
- 3 Mykots L.P., Tukhovskaya N.A. Determination of metal cation sorption kinetics of pectin from citrus. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya (khimicheskies nauki)* [The success of modern science (chemical sciences)] 2010, no. 6, pp. 55–57. (in Russian).
- 4 Ovodov Yu.S. Bioglicans and natural glycosides as promising objects of bioorganic chemistry [Acta Naturae] 2010, vol. 2, no. 2 (5), pp. 29–37. (in Russian).
- 5 Minzanova S.T., Mironov V.F., Konovalov A.I., Vyshtakalyuk A.B. et al. Pektiny iz netraditsionnykh istochnikov: tekhnologiya, struktura, svoystva [Pectin from unconventional sources, technology, structure, properties and biological activity] Kazan, Print-Service-XXI Vek, 2011. 224 p. (in Russian).
- 6 Pektin. Tekhnologiya proizvodstva. obzornaya informatsiya [Pectin. Production technology]. Available at: <http://membrane.nethouse.ru>. (in Russian).
- 7 Lisitskaya K.V., Torkova A.A., Nikolaev I.V., Fedorov T.V. et al. Comparative analysis of the antioxidant properties of pectins of different plant raw materials. *Syr'e i dobavki* [Raw materials and additives] 2012, no. 12, pp. 64–66. (in Russian).

8 Tamova M.Yu., Bugaets N.A., Bugaets I.A. Effect of pH on the structural and rheological properties of solutions builders polysaccharide and protein nature. *Novye tekhnologii* [New Technologies] 2012, no. 2, pp. 15–18. (in Russian).

9 Lattimer J. M., Haub M. D. Effects of dietary fiber and its components on metabolic health. *Nutrients*, 2010, vol. 2, no. 12, pp. 1266–1289.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Джамия Р. Созаева аспирант, кафедра технологии продуктов общественного питания, Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет им. В. М. Кокова, пр-т. Ленина, 1в, г.Нальчик, КБР, 360005, Россия, djamilia-84@mail.ru

Амина С. Джабоева д. т. н., профессор, зав. кафедрой, кафедра технологии продуктов общественного питания, Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет им. В. М. Кокова, пр-т. Ленина, 1в, г.Нальчик, КБР, 360005, Россия, tpop_kbr@mail.ru

Людмила Г. Шаова к. х. н., доцент, кафедра технологии продуктов общественного питания, Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет им. В. М. Кокова, пр-т. Ленина, 1в, г.Нальчик, КБР, 360005, Россия

Ольга К. Цагоева магистрант, кафедра технологии продуктов общественного питания, Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет им. В. М. Кокова, пр-т. Ленина, 1в, г.Нальчик, КБР, 360005, Россия

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Джамия Р. Созаева написала рукопись, редактировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат
Амина С. Джабоева предложила методику эксперимента
Людмила Г. Шаова консультация в ходе исследования
Ольга К. Цагоева обзор литературных источников по исследуемой проблеме

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 28.03.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 25.04.2016

10 Maxwell E. G., Belshaw N. J., Wal-dron K. W., Morris V. J. Pectin an emerging new bio-active food polysaccharide. *Trends food sci. technol.*, 2012, vol. 24, pp. 64–73.

11 Saura-Calixto F. Dietary fiber as a carrier of dietary antioxidants: an essential physiological function // *J. Agric. Food Chem.*, 2011, vol. 59, pp. 43–49.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Dzhamilya R. Sozaeva graduate student, technology of products of public catering department, Kabardino-Balkarian state agrarian University after V. M. Kokov, Lenina Av., 1b, Nalchic, KBR, 360005, Russia, djamilia-84@mail.ru

Amina S. Dzhaboeva Dc. Sci., professor, head of chair, technology of products of public catering department, Kabardino-Balkarian state agrarian University after V. M. Kokov, Lenina Av., 1b, Nalchic, KBR, 360005, Russia, tpop_kbr@mail.ru

Lyudmila G. Shaova PhD, associate professor, technology of products of public catering department, Kabardino-Balkarian state agrarian University after V. M. Kokov, Lenina Av., 1b, Nalchic, KBR, 360005, Russia

Olga K. Tsagoeva master student, technology of products of public catering department, Kabardino-Balkarian state agrarian University after V. M. Kokov, Lenina Av., 1b, Nalchic, KBR, 360005, Russia

CONTRIBUTION

Dzhamilya R. Sozaeva wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism
Amina S. Dzhaboeva proposed a scheme of the experiment
Lyudmila G. Shaova consultation during the study
Olga K. Tsagoeva review of the literature on an investigated problem

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 3.28.2016

ACCEPTED 4.25.2016

Методика комплексной оценки эффективности и надежности технологических линий подготовки морской воды для культивирования гидробионтов

Светлана Д. Угрюмова,¹ ms.s.d.u@mail.ru
Александра И. Крикун¹ aleksa13@list.ru

¹ кафедра технологических машин и оборудования, Дальневосточный гос. техн. рыб. хоз. ун-т, ул. Луговая, 52-Б, г. Владивосток, Россия

Реферат. Определены факторы, влияющие на эффективность и надёжность технических систем. Установлены этапы разработки и модернизации технологических линий, соответствующие определённым этапам оценки эффективности и надёжности. Рассмотрено несколько методов определения показателей эффективности и надёжности оборудования в технологических линиях рыб хозяйственной отрасли: методы прогнозирования, структурные методы, физические методы, логико-вероятный метод (метод И. А. Рябинина) и топологический метод. Выявлены их преимущества и недостатки, позволившие отработать наиболее подходящую методику, для технологических линий подготовки морской воды для культивирования гидробионтов, соединённых последовательно. Модернизирована технологическая линия подготовки морской воды для культивирования гидробионтов, отличающаяся от типовых, установленных на рыбоводных предприятиях (Дальний Восток), как наличием большого количества контрольно-измерительных приборов: датчиков солёности и температуры; мутномеров, обеспечивающих непрерывный контроль мутности в диапазоне 50–100 ЕМФ (30–60 мг/л по каолину); сигнализирующих датчиков расхода объёма, уровня фильтра и слоя засыпки; анализаторов химического состава морской воды; анализаторов взвешенных механических примесей; сигнализирующих датчиков кислотности и кислородосодержания, так и заменой фильтров грубой, тонкой очистки и вспомогательного оборудования. Разработана программа комплексной оценки эффективности и надёжности технологических линий для культивирования гидробионтов, позволившая установить, что проведённая модернизация позволила повысить её эффективность в среднем на 1,71%, уменьшить количество ручного труда на 15,1%; контролировать процесс; обеспечивать наиболее быструю, эффективную очистку морской воды; снизить расходы на замену фильтрующей загрузки.

Ключевые слова: методы, надёжность, эффективность, технологические линии, культивирование, программа, морская вода

Methodology of comprehensive evaluation of the effectiveness and reliability of production lines of preparation of sea water for the cultivation of aquatic organisms

Svetlana D. Ugryumova,¹ ms.s.d.u@mail.ru
Aleksandra I. Krikun¹ aleksa13@list.ru

¹ technological machines and equipment department, Far Eastern state technical fisheries university, Lugovaya, 52-B, Vladivostok, Russia

Summary. The factors affecting the efficiency and reliability of technical systems. Set stages of development and modernization of production lines that correspond to specific stages of evaluating the effectiveness and reliability. Considered several methods of definition of indicators of indicators of efficiency and reliability of the equipment in technological lines of fisheries sector: forecasting methods, structural methods, physical methods, logical-probability method (method by I.A. Ryabinin) and topological method. Advantages and disadvantages, allowing you to work out the most suitable method, process lines preparation of sea water for the cultivation of aquatic organisms, connected in series. Modernized technological line of preparation of sea water for the cultivation of aquatic organisms differing from the typical line of seawater in hatcheries (Far East), as the presence of a large number of instrumentation: sensors, salinity and temperature; motomeru that continuously monitor turbidity in the range of 50÷100 EMF (30÷60 mg/l by kaolin); signaling the flow sensors volume level of the filtrate and the backfill layer; analyzers of chemical composition of sea water; analyzers of suspended mechanical impurities; signaling sensors of acidity and oxygen content and replacement filters coarse, fine cleaning and auxiliary equipment. A program of comprehensive evaluation of the effectiveness and reliability of production lines, revealed that conducted the modernization of production line preparation of sea water for the cultivation of aquatic organisms has improved its efficiency by an average of 1.71% to reduce the amount of manual labor by 15.1%; control the process; provide the most rapid, efficient purification of sea water; reduce the cost of replacement filter media

Keywords: methods, reliability, efficiency, technological lines, cultivation, program, seawater

Введение

В настоящее время комплексная оценка эффективности и надёжности технологических линий стала насыщенной необходимостью, особенно в тех случаях, когда речь идёт о линиях больших масштабов и сложности. Такие факторы, как возрастание сложности технологических

линий, усиление борьбы за рынки сбыта, а также за средства и ресурсы, полностью исключают поставку на современный рынок изделий с низкой эффективностью и надёжностью [1, 2].

Каждому этапу разработки или модернизации технологических линий соответствует определённый этап оценки эффективности и надёжности [1–3] (проекты):

Для цитирования

Угрюмова С. Д., Крикун А. И. Методика комплексной оценки эффективности и надёжности технологических линий подготовки морской воды для культивирования гидробионтов // Вестник ВГУИТ. 2016. № 2. С. 175–182. doi:10.20914/2310-1202-2016-2-175-182

For citation

Ugryumova S. D., Krikun A. I. Methodology of comprehensive evaluation of the effectiveness and reliability of production lines of preparation of sea water for the cultivation of aquatic organisms. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 2. pp. 175–182 (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2016-2-175-182

- предэскизный (разработка ТЗ) – прикидочная оценка с целью определения норм эффективности и надёжности;
- эскизный – ориентировочная оценка норм эффективности и надёжности;
- технический – окончательная оценка с учётом режимов эксплуатации и факторов;
- рабочий – окончательный вариант оценки с учётом дополнительных факторов, зависящих от принятых схемных и конструктивных решений;
- готовый (стендовые и натурные испытания) – экспериментальная оценка, выявление узлов с недостаточной надёжностью, введение необходимых коррективов в технологическую линию, внесение поправок в окончательную оценку эффективности и надёжности.

Стоимость отказов в существующих линиях намного превышает стоимость ремонта оборудования или замены вышедшей из строя детали (неудобства для потребителей, потери продукции, несчастные случаи, снижение производительности) [1, 3, 4].

1.1 Объекты и методы

Объектами исследования являлись действующая и модернизированная технологические линии подготовки морской воды для культивирования гидробионтов.

Методы исследования выбирали исходя из целей расчёта и требований к точности определения показателей надёжности оборудования; наличия и/или возможности получения исходной информации, необходимой для применения определённого метода расчёта; уровня отработанности конструкции и технологии изготовления объекта, системы его технического обслуживания и ремонта, позволяющего применять соответствующие расчётные модели надёжности.

Рассмотрено несколько методов определения показателей эффективности и надёжности оборудования в технологических линиях [1, 2]: методы прогнозирования, структурные методы, физические методы, логико-вероятный метод (метод И.А. Рябикина) и топологический метод.

1.1.1 Методы прогнозирования

Основаны на использовании для оценки эффективности и надёжности оборудования в технологических линиях данных о достигнутых значениях и выявленных тенденциях изменения показателей надёжности (ПН) объектов-аналогов, с помощью которых составляется прогноз или план.

Данные методы объединяются в нижеперечисленные группы, имеющие свои особенности, требования к исходным данным и области применения.

1.1.1.1 Методы экстраполяции

Является чисто статистическим и применяется в случаях, когда имеются достаточно полные данные о каждом оборудовании в технологических линиях, но неизвестны общие закономерности изменения состояния технического объекта за время эксплуатации [1–4].

При прогнозировании по временным рядам серия данных о прошлом оборудования в технологических линиях продлевается на будущее, образуя прогнозную оценку рассматриваемого количественного параметра.

Главным требованием метода экстраполяции является достаточный объём данных о прошлом значении показателя анализируемого объекта.

1.1.1.2 Метод экономико-математического моделирования

Основан на прогнозировании ситуаций будущего в соответствии с современной ситуацией: рассматриваются одновременно группы подобных показателей; строится модель, увязывающая друг с другом основные параметры, характеризующие состояние моделируемой системы.

При этом некоторые переменные являются независимыми или входными параметрами, а другие – зависимыми или выходными, их значения определяются с помощью входных. Используемые соотношения могут носить качественный и количественный характер, быть записаны в форме разного рода уравнений, неравенств и тождеств.

1.1.1.3 Прогнозирование на основе экспертных оценок

Применяется при решении сложных, труднорешаемых задач, в случае, когда отсутствует достоверная информация об оборудовании в линиях и данные об изменениях его состояния в процессе эксплуатации.

Сущность метода заключается в том, что группа специально отобранных экспертов (или одиночный эксперт) высказывает свои предположения о тенденциях будущего развития той или иной производственной ситуации. Затем эти предположения согласовываются и, если это возможно, формализуются [1–4].

Прогнозирование на основе экспертных оценок подразделяется на индивидуальные и коллективные экспертные оценки (методы мозгового штурма, синектики и Дельфи).

Метод мозгового штурма (коллективной генерации идей) предусматривает свободное обсуждение предложенной ситуации, во время которого фиксируются все выдвигаемые предположения, включая самые фантастические. Критика выдвинутых идей не допускается, вся дискуссия

обязательно записывается. После этого происходит детальный разбор и классификация выдвинутых предположений, из них выбираются наиболее вероятные, вокруг которых и строится прогноз.

Метод Дельфи является формализованной процедурой. На первом этапе производится отбор экспертов по формальным или неформальным признакам, затем каждому из экспертов предлагается ответить на ряд вопросов, полностью характеризующих объект исследования. При этом опрос экспертов проводится изолированно. Все ответы экспертов анонимны, комиссия, осуществляющая обработку ответов, не знает, кто из экспертов дал то или иное заключение. Обработка ответов заключается в проверке согласованности, то есть выяснении того, пришли эксперты к единому мнению или нет. Если единого мнения нет, то проводятся дополнительные процедуры: эксперты могут познакомиться с ответами друг друга, уточнить перечень вопросов, после чего опрос повторяется [1–5].

Синектический метод предполагает объединение специалистов из самых разных сфер, в том числе и не относящихся к анализируемой задаче. Привлечение разностороннего опыта позволяет найти возможный правильный ответ по аналогии.

Рассмотренные методы прогнозирования зачастую применяются совместно, что способствует повышению точности прогнозов.

1.1.2 Структурные методы

Расчёт показателей этой группой методов включает:

- представление технологической линии в виде структурной схемы, описывающей логические соотношения между состояниями каждого отдельного оборудования и технологической линии в целом с учётом структурно-функциональных связей и взаимодействия элементов, принятой стратегии технического обслуживания и других факторов;

- описание построенной структурной схемы надёжности линии адекватной математической моделью, позволяющей в рамках введённых предположений и допущений вычислить показатели надёжности всей линии по данным о надёжности её элементов (технологического оборудования) в рассматриваемых условиях применения [1–5].

1.2 Физические методы

Применяются для расчёта безотказности, долговечности и сохраняемости оборудования в технологических линиях, для которых известны механизмы их деградации под влиянием различных внешних и внутренних факторов, приводящие к отказам (предельным состояниям) в процессе эксплуатации (хранения).

1.2.1 Топологический метод (метод ненаправленных графов)

Основан на использовании математического аппарата Марковских процессов (вероятность нахождения системы в каком-либо состоянии и в будущем, не зависящая от прошлых состояний технической системы по А.Маркову). Применяется для расчёта вероятностей состояний сложных технических систем (параллельных и комбинированных технологических линий) с использованием формулы Мезона (Мейсона) [1–4] для сигнальных графов с некоторыми изменениями в связи со спецификой задач расчёта надёжности:

$$X = \{x_i, i \in I, i = \overline{1, n}\}, \quad (1)$$

где X – множество состояний технической системы (технологической линии); x_i – i -е состояние; I – множество индексов всех возможных состояний системы; n – количество возможных состояний системы.

Основные виды топологических методов анализа эффективности и надёжности и пути их расчёта [1–5]:

- граф Мезона (Мейсона) – сигнальный (метод зависимых отказов, связанных между собой групп оборудования);
- граф Коутса – направленный (метод процесса функционирования в стационарном и переменных режимах установок);
- цепи Маркова (метод стационарных значений и временных зависимостей вероятностей состояний оборудования и технологических линий) и др.

1.2.2 Логико-вероятностный метод

Заключается в описании блок-схемы технологической линии с помощью аппарата математической логики с последующим использованием теории вероятностей при определении характеристик надёжности (предполагается, что в действующей технологической линии выходит из строя 1 и частично 1 элемент).

Анализ известных методик оценки и эффективности и надёжности технологических линий рыбной отрасли позволил сформулировать исследовательскую задачу и указать направление на наиболее эффективный результат.

1.3 Результаты и их обсуждение

Выявлены основные преимущества и недостатки методов оценки эффективности и надёжности технологических линий [1, 2].

Основными преимуществами методов прогнозирования являются:

- простота применения, наглядность результатов, так как прогноз выдаётся в виде численных значений параметра, легко реализуется с помощью ЭВМ (Microsoft Excel);

- комплексный подход к анализируемой ситуации; располагая моделью системы, возможно прогнозирование не только одного, наиболее вероятного развития ситуации, но и проигрывать различные сценарии и, тем самым, выбирать наиболее результативные варианты поведения;

- системный подход (учитывается взаимодействие всех факторов и степень их воздействия на конечный результат);

- позволяют использовать при разработке прогноза практически всю доступную информацию, в том числе и неформализованную, неопределённую или неполную.

К недостаткам методов прогнозирования относятся:

- ограниченная сфера применения (только количественные показатели, при этом необходимо, чтобы имелись их значения за достаточно продолжительный прошлый период);

- краткосрочный период прогнозирования;

- прогноз не может предвидеть какие-то значительные качественные изменения прогнозируемого показателя (объем производства определённого вида продукции, замену технологической схемы, и т. д.);

- соответствующие параметры должны приводиться в сопоставимых условиях; при возникновении несвойственной ситуации, не способны обеспечить точный прогноз; в основном применяются в экономической сфере (коммерческая деятельность);

- практическое использование такого прогноза затруднено, поскольку производственная практика требует точных данных, а приблизительные оценки не могут быть положены в основу решения;

- выводы экспертов могут быть необъективны и предвзяты;

- крайне высокая стоимость, напрямую следующая из требований к высокой квалификации экспертов и использованием достаточно сложных организационных процедур.

Преимущества структурных методов:

- структурная схема эффективности и надёжности технической системы создаётся непосредственно по функциональной диаграмме системы, что позволяет сократить количество конструктивных ошибок и/или систематическое описание функциональных путей технической системы;

- пригодны для различных видов технологических систем, включая сложные и комбинированные;

- возможен полный анализ вариантов при изменении параметров эффективности технологических линий;

- компактные результаты вероятностных характеристик для системы в целом.

К основным недостаткам относятся:

- не обеспечивают полный анализ неисправностей (причинно-следственная связь не определяется);

- требуют наличия вероятностной модели эффективности для каждого элемента диаграммы; не позволяют различать преднамеренные и непреднамеренные результаты;

- направлены, прежде всего, на анализ работоспособности системы и не распространяется на сложные стратегии ремонта, технического обслуживания или общий анализ работоспособности.

Основным достоинством физических методов является возможность прогнозирования параметрических отказов оборудования в технологических линиях на основе ускоренных испытаний.

Недостатки физических методов: необходимость испытаний в условиях многономенклатурного производства для новых видов продукции; непредсказуемость катастрофических отказов; отсутствие моделей связи показателей качества и результатов анализа отказов при производстве.

Преимуществами топологических методов являются: пригодны для расчёта эффективности и надёжности технологических линий с большим числом состояний (свыше 100); простота вычислительных алгоритмов; высокая наглядность графа; возможность приближённых оценок.

Недостатки: сложности, при анализе работы сложных технических систем, формулы Мезона (Мейсона) в таких случаях бывает недостаточно; необходимость отыскания большого числа различных деревьев.

Преимуществами логико-вероятных методов являются: системный подход; наглядность полученных результатов; компактные вычисления; подробный анализ возможных параметров и условий при эксплуатации технологических линий; не дорогостоящий метод; высокая точность для параллельно-соединённых технологических линий.

Основными недостатками этого метода являются: ограничение использования для параллельных и комбинированных технологических линий; не подходит, в случае необходимости оперативной оценки эффективности и надёжности.

Проведённый анализ преимуществ и недостатков известных методик [5–11] позволил определить наиболее подходящую методику для технологических линий водоподготовки, соединённых последовательно — логико-вероятностный метод (метод И. А. Рябина), на основе которой была разработана программа комплексной оценки эффективности и надёжности технологических линий подготовки морской воды для

культивирования гидробионтов [1, 12], включающая: структурную схему надёжности с кратким пояснительным текстом; формулировку понятия отказа системы; расчётные формулы для определения количественных показателей надёжности; расчёт показателей надёжности; этапы надёжного проектирования; выводы и рекомендации.

1. Формулировалось понятие отказа.

Под отказом понимается любое событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта. Совокупность признаков нарушения работоспособного состояния объекта устанавливаются в документации [5–11].

2. Определялась последовательность операций при анализе характера и последовательности отказов [1–3]: границы технической системы и выработка конкретных требований; перечень учитываемых типов отказов, описание рассматриваемого элемента; интенсивность отказов; перечень воздействий отказов каждого типа на подсистемы и систему в целом; анализ критических отказов каждого типа и проведение необходимых действий.

3. Описывалась модернизированная технологическая линия подготовки морской воды для культивирования гидробионтов.

Разработанная линия предусматривает наличие большого количества контрольно-измерительных приборов [1, 3, 12]: датчики солёности (S , ‰) и температуры (t , °C); мутномёры (Turbide), обеспечивающие непрерывный контроль мутности в диапазоне 50–100 ЕМФ (30–60 мг/л по каолину); сигнализирующие датчики расхода объёма, уровень фильтрата и слоя запытки (ΔV); анализаторы химического состава морской воды (Chem. Struct.); анализаторы взвешенных механических примесей (Mech. Adm.); сигнализирующие датчики кислотности (pH) и кислородосодержания (O_2).

Модернизированная линия подготовки морской воды для культивирования гидробионтов включает: 2 насоса двустороннего входа; два отстойника скребковых с горизонтальным перемещением жидкости ($V_1 = 100 \text{ м}^3$) и ($V_2 = 40 \text{ м}^3$), насыпные зернистые фильтры грубой и тонкой очистки; 4 расходные ёмкости ($V = 35 \text{ м}^3$) и нагревательный тэн, позволяющий поддерживать необходимую температуру, очищенной морской воды, в зависимости от вида гидробионтов (16–23 °C).

Фильтр грубой очистки морской воды изготовлен из высококачественной стали и выкрашен краской устойчивой к стиранию, основной рабочий элемент – колотый гравий определённой фракции.

Фильтр тонкой очистки морской воды представляет собой прямоточно-противоточные колонны (1-я ступень – керамзит; 2-я – цеолиты, 3-я – морской песок).

4. Этапы жизненного цикла оборудования в технологических линиях.

Жизненный цикл технологического оборудования условно подразделяется на 3 участка (периода): первый – приработка, второй – нормальная эксплуатация, третий – старение объекта [6].

5. Определение метода оценки эффективности и надёжности технологических линий.

На основании сравнительного анализа известных методов определения эффективности и надёжности технологических линий выбран логико-вероятностный метод [1, 2, 12].

6. Составление схемы расчёта надёжности (конструктивно оформленные блоки (звенья)).

Рассмотренные нами существующая и модернизированная технологические линии подготовки морской воды представляют собой технические системы с последовательным соединением элементов (оборудования).

В соответствии с выбранной методикой строились блок-схемы, показывающие роль каждого оборудования при его функционировании в составе технологической линии. Вероятность безотказной работы ($R(t)$) напрямую зависящая от вероятности R_i каждого отдельного элемента $i = 1, 2, \dots, n$.

Составлялись блок-схемы типичной линии подготовки морской воды на рыбоводных предприятиях, занимающихся культивированием гидробионтов (Дальний Восток), с 9 последовательно соединёнными техническими элементами (рисунок 1) и соответственно модернизированной линии подготовки морской воды на рыбоводных предприятиях, с 13 элементами (рисунок 2).



Рисунок 1. Блок-схема типовой технологической линии подготовки морской воды для рыбоводных предприятий: R1, R3 – насос одностороннего входа; R2 – гравитационный отстойник с плоским или коническим дном (V до 75 м^3); R4 – фильтр грубой очистки; R5 – фильтр тонкой очистки; R6–R9 – расходные ёмкости ($V = 10\text{--}15 \text{ м}^3$)

Figure 1. Block diagram model of the technological line of preparation of sea water for hatcheries: R1, R3 – single inlet pump; R2 – the gravitational settling tank with a flat or conical bottom ($V = 75 \text{ м}^3$); R4 – strainer; R5 – fine filter; R6–R9 – storage tanks ($V = 10\text{--}15 \text{ м}^3$)



Рисунок 2. Блок-схема модернизированной технологической линии подготовки морской воды: R1, R4 – насос двустороннего входа; R2, R3 – отстойник скребковый с горизонтальным перемещением ($V = 100$ и 40 м^3); R5 – фильтр грубой очистки; R6–R8 – соответственно 1, 2 и 3 ступень фильтра тонкой очистки; R9–R12 – расходные ёмкости ($V = 35 \text{ м}^3$); R13 – нагревательный тэн

Figure 2. Block diagram model of the modernized technological line of preparation of sea water: R1 – pump two-way input; R2, R3 – scraper settling tank with a horizontal displacement of fluid ($V = 100$ and 40 м^3); R4 – pump two-way input; strainer R5 – strainer; R6–R8 – 1, 2 and 3 stage fine filter respectively; R9–R12 – storage tanks ($V=35 \text{ м}^3$); R13 – heating heater

Предполагали, что в типовой и модернизированных линиях через 3–4 месяца вышел из строя частично 1 элемент, а остальные сохраняют работоспособность.

Результаты комплексной оценки эффективности и надёжности линий подготовки морской воды, %

Таблица 1

Table 1

The results of a comprehensive evaluation of the effectiveness and reliability of the lines of sea water, %

Существующие технологические линии Existing production lines	
Показатели эффективности и надёжности Indicators of efficiency and reliability	Типовая линия подготовки морской воды на рыбоводных предприятиях (Дальний Восток) Typical seawater preparation line in hatcheries (Far East)
R(t)	94,44%
F(t)	5,56%
Модернизированная линия подготовки морской воды на предприятиях рыбной отрасли The upgraded line of desalination on fishing plants	
R(t)	96,15%
F(t)	3,85%
Повышение эффективности и надёжности линий на: Improving the efficiency and reliability of the lines:	
R(t)*	1,71%
F(t)**	1,71%
* R(t) – вероятность появления отказов в момент времени t (3–4 мес.), % the probability of failure at time t (3–4 months.), %	
** F(t) – вероятность безотказной работы технологических линий, % probability of failure-free operation of production lines, %	

8. Составление этапов надёжного проектирования.

8.1. Осуществлялся подбор действующих стандартов на надёжность в технике [4–9].

8.2. Производился подбор действующих стандартов для агрегатно-технологической линии подготовки морской воды [10–12].

9. Определялись конструктивные параметры системы (продолжительность эксплуатации линии в год, техническое обслуживание линии, численность занятого, условия эксплуатации), показатели надёжности, характер отказов, последствия отказов, рекомендации по ремонту-пригодности, данные об эксплуатации: период

7. Оценка интенсивности отказов с учётом всех расчётных элементов системы.

В соответствии с выбранным методом оценки эффективности и надёжности технологических линий И. А. Рябина [1, 2] определены расчётные формулы.

Вероятность безотказной работы технологических линий определялась по формуле (3) [1, 2, 12]:

$$R(t) = 1 - \left(1 - \frac{n_s(t)}{n_s(t) + n_f(t)} \right) = 1 - \left(1 - \frac{n_s(t)}{n_0} \right), \quad (2)$$

где $n_s(t)$ – аппараты, сохраняющие работоспособность; $n_f(t)$ – аппараты, вышедшие из строя; n_0 – всего аппаратов в линии.

Величина $R(t)$ и вероятность появления отказов $F(t)$ в момент времени t (3–4 месяца) связывались соотношением: $R(t) + F(t) = 1$ [1, 2, 6].

Результаты комплексной оценки эффективности и надёжности существующей и модернизированной технологических линий подготовки морской воды представлены в таблице 1.

эксплуатации линии – 4 месяца в год (июнь–сентябрь), техническое обслуживание – 24 ч/сутки, численность занятого персонала – 2 человека, условия эксплуатации – морская вода, агрессивные среды.

Конструктивные параметры системы: количество занятых и резервных ёмкостей и их объем, погрешности и точности измерения контрольных приборов, степень очистки и подготовки морской воды, габариты оборудования и помещений.

Показатель ремонтпригодности – наличие запасного оборудования для очистки морской воды, наличие материалов.

Анализ характера отказов: некачественные производители, течь оборудования, поломки сложного оборудования, отсутствие расходных материалов, несоблюдение важных технологических параметров – температуры, солёности, освещения, кислотности, щёлочности сред, скорости воды. Грубое нарушение нормативных документов (ГОСТ, ОСТ, ТИ, ТУ и т. д.). Исследование окончательного варианта линии водоподготовки морской воды и конструкции фильтров грубой и тонкой очистки.

Последствия отказов: финансовые убытки, гибель ценных животных, упущенное время для нереста новой партии, подрыв репутации предприятия. Анализ зарубежных достижений и разработок в области водоподготовки морской воды для рыбоводных предприятий, использование отечественных достижений, обмен опытом в данной области, исследование промежуточных вариантов. Анализ надёжности и ремонтпригодности: использование современного и несложного оборудования и приборов (солемеры, насосы, резервуары, посуда, микроскопы, фильтры, трубопроводы, нагревательные приборы).

ЛИТЕРАТУРА

1 Угрюмова С.Д., Крикун А.И., Крикун Д.А., Дерябин А.А. и др. Отчет о НИР № 619/2015. Комплексная оценка эффективности и надёжности технологических линий на рыбоводных и рыбоперерабатывающих предприятиях. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2015. 210 с.

2 Угрюмова С.Д. Надёжность технических и технологических систем. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2014. 98 с.

3 Складчиков А.А. Оценка надёжности и управление рисками технологических нарушений на воздушных линиях электропередачи: дис. ... канд. техн. наук: 05.14.02. Чебоксары, 2012. 220 с.

4 ГОСТ 27.301–95. Надёжность в технике. Расчет надёжности. Основные положения. Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2002. 12 с.

5 ГОСТ 27.003–90. Надёжность в технике. Состав и общие правила задания требований по надёжности. М.: Стандартинформ, 2007. 20 с.

6 ГОСТ Р МЭК 61650–2007. Надёжность в технике. Методы сравнения постоянных интенсивностей отказов и параметров потока отказов. М.: Стандартинформ, 2008. 16 с.

7 ГОСТ Р 27.004–2009. Надёжность в технике. Модели отказов. М.: Стандартинформ, 2010. 16 с.

8 ГОСТ Р 27.605–2013. Надёжность в технике. Ремонтпригодность оборудования. Диагностическая проверка. М.: Стандартинформ, 2014. 28 с.

9 Угрюмова С.Д., Фёдорова А.И. Оценка надёжной эксплуатации фильтрующей загрузки в линии культивирования дальневосточного трепанга // Сб. научных трудов Дальрыбвтуза. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2012. Т. 27. С. 171–180.

Заключение

Надёжность разработанной нами системы водоподготовки морской воды для культивирования гидробионтов напрямую зависит от стабильности, надёжности и срока службы фильтров, используемых в линии.

Модернизация технологической линии подготовки морской воды для культивирования гидробионтов позволила повысить их эффективность в среднем на 1,71%, уменьшить количество ручного труда на 15,1%; контролировать процесс; обеспечивать наиболее быструю, эффективную очистку морской воды; снизить расходы на замену фильтрующей загрузки (картриджи необходимо менять каждые 3 месяца, ориентировочный срок эксплуатации же одной зернистой загрузки составляет 3–5 лет).

Сформулировано возникающее противоречие, применительно к фильтрам, связанное с необходимостью промывки или замены фильтрующих элементов после накопления определённого количества загрязнений.

10 ГОСТ 26070–83. Фильтры и сепараторы для жидкостей. М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1996. 15 с.

11 ГОСТ Р 53491.2–2012. Бассейны. Подготовка воды. Часть 2. М.: Стандартинформ, 2013. 44 с.

12 РД 52.10.243–92. Руководство по химическому анализу морских вод. М.: Комитет по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, 1992. 265 с.

REFERENCES

1 Ugryumova S.D., Krikun A.I., Krikun D.A., Deryabin A.A. et al. Otchet o NIR № 619/2015. Kompleksnaya otsenka effektivnosti i nadezhnosti tekhnologicheskikh linii na rybovodnykh i ryboprerabatyvayushchikh predpriyatiyakh [Research report number 619/2015. Comprehensive assessment of the efficiency and reliability of production lines on fish and fish processing plants] Vladivostok, Dalrybvuz, 2015. 210 p. (in Russian).

2 Ugryumova S.D. Nadezhnost' tekhnicheskikh i tekhnologicheskikh sistem [The reliability of the technical and technological systems] Vladivostok, Dalrybvuz, 2014. 98 p. (in Russian).

3 Skladchikov A.A. Otsenka nadezhnosti i upravlenie riskami tekhnologicheskikh narushenii na vozdushnykh liniyakh elektroperedach [Evaluation of reliability and risk management process violations in the overhead power lines. Dis. cand. tech. sci.] Cheboksary, 2012. 220 p. (in Russian).

4 GOST 27.301–95. Nadezhnost' v tekhnike. Raschet nadezhnosti. Osnovnye polozheniya [State standard 27.301–95. The reliability of the technique. Calculation of reliability. The main provisions]. Minsk, Mezghosudarstvennyi sovet po standartizatsii, metrologii i sertifikatsii, 2002. 12 p. (in Russian).

5 GOST 27.003–90. Nadezhnost' v tekhnike. Sostav i obshchie pravila zadaniya trebovaniy po nadezhnosti [State standard 27.003–90. The reliability of the technique. The composition and common rules on the safety requirements of the job] Moscow, Standartinform, 2007. 20 p. (in Russian).

6 GOST R IEC 61650–2007. Nadezhnost' v tekhnike. Metody sravneniya postoyannykh intensivnostei otkazov i parametrov potoka otkazov [State standard 61650–2007. The reliability of the technique. Comparison methods constant failure rates and failure flow parameter] Moscow, Standartinform, 2008. 16 p. (in Russian).

7 GOST R 27.004–2009. Nadezhnost' v tekhnike. Modeli otkazov [State standard 27.004–2009. The reliability of the technique. failure models] Moscow, Standartinform, 2010. 16 p. (in Russian).

8 GOST R 27.605–2013. Nadezhnost' v tekhnike. Remontoprignost' oborudovaniya [State standard 27.605–2013. The reliability of the technique.

Maintainability of equipment. The diagnostic test] Moscow, Standartinform, 2014. 28 p. (in Russian).

9 Ugryumova S.D. Evaluation of the safe operation of filter media in the culture of the Far Eastern trepang line. Sbornik nauchnykh trudov glavrybvtuza [Collection of scientific works of Dalrybvtuza] Vladivostok, Dalrybvtuz. 2012, vol. 27, pp. 171–180. (in Russian).

10 GOST 26070–83. Fil'try i separatory dlya zhidkostei [State standard 26070–83. Filters and separators for liquids] Moscow, Gosudarstvennyi komitet SSSR po standartam, 1996. 15 p. (in Russian).

11 GOST R 53491.2–2012. Basseiny. Podgotovka vody [State standard 53491.2–2012. Pools. Preparation of water. Part 2] Moscow, Standartinform, 2013. 44 p. (in Russian).

12 RD 52.10.243–92. Rukovodstvo po khimicheskomu analizu morkikh vod [GD 52.10.243–92. Guidelines for chemical analysis of sea water] Moscow, Komitet po gidro meteorologii i monitoring okruzhayushchei sredy, 1992. 265 p. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Светлана Д. Угрюмова д. т. н., профессор, кафедра технологических машин и оборудования, Дальневосточный гос. техн. рыб. хоз. ун-т, ул. Луговая, 52-Б, г. Владивосток, Россия, ms.s.d.u@mail.ru

Александра И. Крикун старший преподаватель, кафедра технологических машин и оборудования, Дальневосточный гос. техн. рыб. хоз. ун-т, ул. Луговая, 52-Б, г. Владивосток, Россия, aleksa13@list.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Svetlana D. Ugryumova Dc. Sci., professor, technological machines and equipment department, Far Eastern state technical fisheries university, Lugovaya, 52-B, Vladivostok, Russia, ms.s.d.u@mail.ru

Aleksandra I. Krikun senior lecturer, technological machines and equipment department, Far Eastern state technical fisheries university, Lugovaya, 52-B, Vladivostok, Russia, aleksa13@list.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Светлана Д. Угрюмова предложила методику проведения эксперимента

Александра И. Крикун обзор литературных источников по исследуемой проблеме, написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

CONTRIBUTION

Svetlana D. Ugryumova proposed a scheme of the experiment

Aleksandra I. Krikun review of the literature on an investigated problem, 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 10.03.2016

RECEIVED 3.10.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 07.04.2016

ACCEPTED 4.7.2016

Анализ потребительских предпочтений жителей г. Воронежа в отношении продуктов функционального назначения из плодово-ягодного сырья

Ирина П. Щетилина¹ irina.shchetilina@mail.ru

¹ кафедра теории экономики, товароведения и торговли, Воронеж. гос. ун-т инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Реферат. Последние десятилетия сохраняются негативные тенденции, связанные с состоянием здоровья населения страны. В структуре питания значительной части населения установлены нарушения. По данным научно-исследовательского института питания РАМН, на территории нашей страны повсюду распространены скрытые формы витаминной недостаточности, сочетающиеся с недостатком кальция, железа, йода. С целью увеличения доли производства пищевых продуктов массового потребления, обогащённых минеральными веществами и витаминами, использование растительного сырья Воронежской области является приоритетной задачей. Организму человека для обеспечения нормальной жизнедеятельности необходимо регулярное потребление микронутриентов. Важную роль в биологических процессах, в результате которых пища превращается в энергию, играют микро- и макроэлементы и витамины. Они обеспечивают защитные функции организма, участвуют в обновлении тканей. Однако, микронутриенты не синтезируются в организме, а водорастворимые витамины, в отличие от жирорастворимых быстро выводятся из организма, поэтому они должны регулярно поступать непосредственно с пищей. В трудах зарубежных и отечественных учёных вопросам разработки продуктов функционального назначения уделяется существенное внимание. Особый вклад вносят исследования академиков В. М. Позняковского, В. А. Тутельяна, профессора Б. П. Суханова и др. При разработке новых видов продуктов питания необходимо учитывать мнения потребителей о новинках. В работе проведено маркетинговое исследование рынка г. Воронежа социологическим опросом. Целью исследования являлось выявление предпочтений у потребителей функциональных продуктов. Проанализированы социально-демографический портрет респондентов, распределение участников опроса по образованию, возраст интервьюируемых, частота потребления функциональных продуктов, предпочтения респондентов по частоте потребления в зависимости от пола опрашиваемых. Проведён анализ предпочтений по конкретным группам продуктов, мест покупок продуктов функционального назначения, причины, побуждающие участников опроса к их покупке. Из анализа полученных результатов можно сделать вывод: участники опроса проявляют значительный интерес к продуктам функционального назначения; преобладали молодые люди с высшим образованием, заботящиеся о состоянии своего здоровья; основными местами приобретения обогащённых продуктов являются супермаркеты.

Ключевые слова: маркетинговые исследования, потребительские предпочтения, продукты функционального назначения, респонденты

The analysis of consumer preferences residents of Voronezh in respect of products of functional purpose from fruit and berry raw materials

Irina P. Shchetilina¹ irina.shchetilina@mail.ru

¹ theory of economics, commodity science and trade department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia

Summary. The last decade, the negative trend related to the health status of the population. In the structure of power a significant part of the population are violations. According to scientific research Institute of nutrition in our country commonplace latent forms of vitamin deficiency combined with lack of calcium, iron, iodine. With the aim of increasing the production of food products of mass consumption enriched with minerals and vitamins, the use of vegetable raw materials of the Voronezh region is a priority. The human body for normal functioning requires regular consumption of micronutrients. An important role in biological processes in which food is converted into energy, play a micro- and macroelements and vitamins. They provide the protective functions of the body are involved in tissue renewal. However, micronutrients are not synthesized in the body, and water-soluble vitamins, unlike fat-soluble are easily excreted from the body, so they should regularly come directly from food. In the works of foreign and domestic scientists the development of product functionality has received considerable attention. Special contribution study of academicians V. M. Bosnakovski, V. A. Tutelyan, professor B. P. Sukhanov and others In the development of new types of foods must take into account the views of consumers about new products. The paper presents marketing research of the market of Voronezh the survey. The aim of the study was to identify preferences of consumers of functional products. Analyzed socio-demographic profile of respondents the distribution of respondents by education, age of the interviewee, the frequency of consumption by respondents functional products, the preferences of respondents by frequency of consumption depending on the sex of the respondents. The analysis of preferences for specific groups of products, places to purchase products functional purpose, the reasons that motivate respondents to purchase products of functional purpose. From the obtained results it can be conclude that respondents have shown considerable interest in functional products; were young people with higher education who are concerned about their health status; main places for purchasing enriched products are the supermarkets.

Keywords: marketing research, consumer preferences, functional products, the respondents

Для цитирования

Щетилина И. П. Анализ потребительских предпочтений жителей г. Воронежа в отношении продуктов функционального назначения из плодово-ягодного сырья // Вестник ВГУИТ. 2016. № 2. С. 183–188. doi:10.20914/2310-1202-2016-2-183-188

For citation

Shchetilina I. P. The analysis of consumer preferences residents of Voronezh in respect of products of functional purpose from fruit and berry raw materials. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 2 pp. 183-188. (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2016-2-183-188

Введение

Формированию интереса потребителей к правильному сбалансированному питанию способствует стремление вести здоровый образ жизни. Повышается спрос на продукты с натуральными природными компонентами и отказ от искусственных добавок. Но нарушение режима дня, дефицит времени, загруженность на работе не всегда позволяют человеку уделять требуемое внимание своему физическому состоянию, здоровью и питанию.

У современного потребителя постепенно формируется новый подход к выбору продуктов питания: в настоящее время многие стремятся питаться и одновременно получать не только необходимые для организма белки, жиры, углеводы, но и сохранять и укреплять своё здоровье, уменьшать риск развития заболеваний [1, 4]. Перед производителями стоит задача поиска новых технологических и продуктовых решений, одним из которых является создание продуктов функционального назначения [5]. При разработке новых видов продуктов питания необходимо учитывать мнения потребителей о новинках. В работе проведено маркетинговое исследование рынка г. Воронежа социологическим опросом.

Цель исследования – выявление предпочтений у потребителей функциональных продуктов [2, 4].

Результаты и обсуждение

В проводимом социологическом исследовании принимали участие 100 респондентов: 65% составили женщины и 35% – мужчины. Участники опроса распределялись по возрасту на 6 групп. Возраст опрашиваемых составлял от 19 до 55 лет и старше. Социально-демографический портрет респондентов представлен на рисунке 1.

Распределение участников опроса по возрастным группам показало, что больше всего употребляют функциональные продукты в возрасте от 20 до 25 лет, что составило 27% респондентов, а также молодые люди до 19 лет (20% опрошенных) и минимальное число респондентов, употребляющих такие продукты – люди старше 55 (7%).

На рисунке 2 показано, как распределились опрошенные по наличию образования. Из анализа данных, представленных на рисунке 2 видно, что наибольшее количество участников опроса (38%) с высшим образованием, а самая немногочисленная группа – это респонденты с неполным средним (2%).

При проведении анализа предпочтений респонденты отвечали на вопрос «Знаете ли Вы о продуктах функционального назначения?». Результаты опроса представлены на рисунке 3. В результате, значительное количество участников опроса информированы о продуктах функционального назначения.

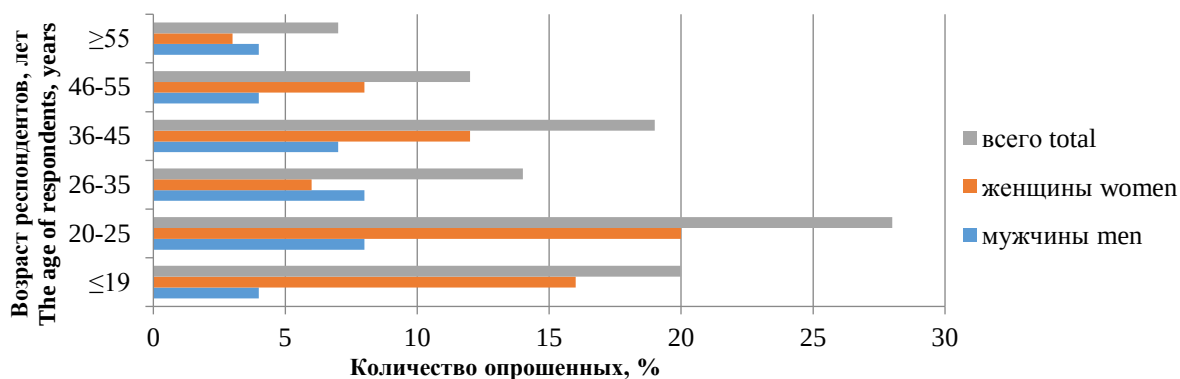


Рисунок 1. Социально-демографический портрет респондентов

Figure 1. Socio-demographic profile of respondents

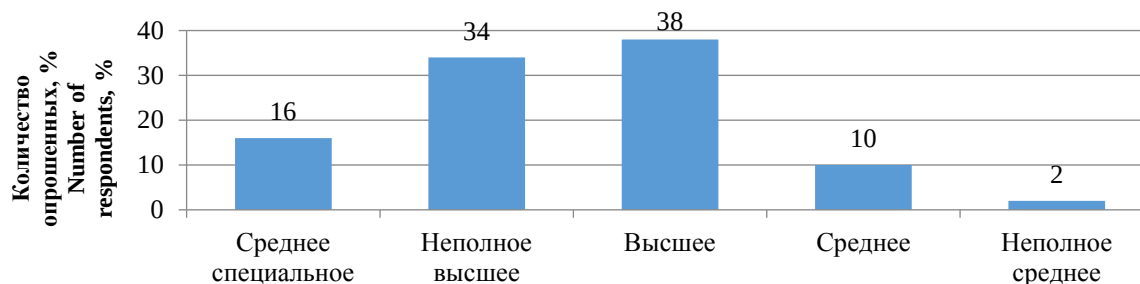


Рисунок 2. Распределение участников опроса по образованию

Figure 2. Distribution of survey participants by education

На следующем этапе исследовали частоту потребления продуктов функционального назначения респондентами. Результаты представлены на рисунке 4.

Видно, что значительная часть опрошенных (58%) покупают продукты функционального назначения 1 раз в неделю. Среди участников

опроса 6% никогда не приобретают функциональные продукты, в значительной степени ввиду высокой цены на данные продукты.

В зависимости от пола участников опроса установлено, что хотя бы раз в неделю продукты функциональной направленности употребляют 12% мужчин и 45% женщин (рисунок 5).

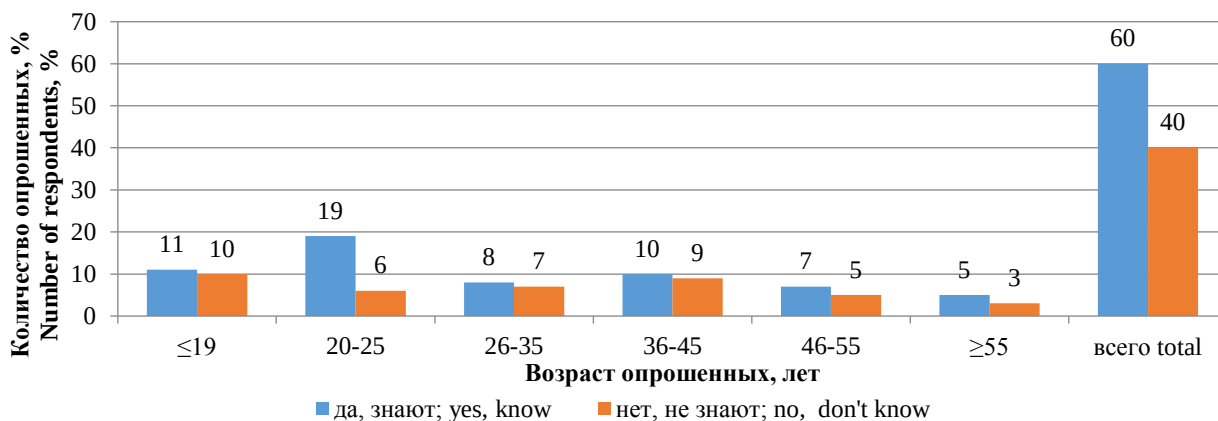


Рисунок 3. Возраст участников опроса, информированных о продуктах функционального назначения

Figure 3. Age of respondents, informed about the products of a functional purpose

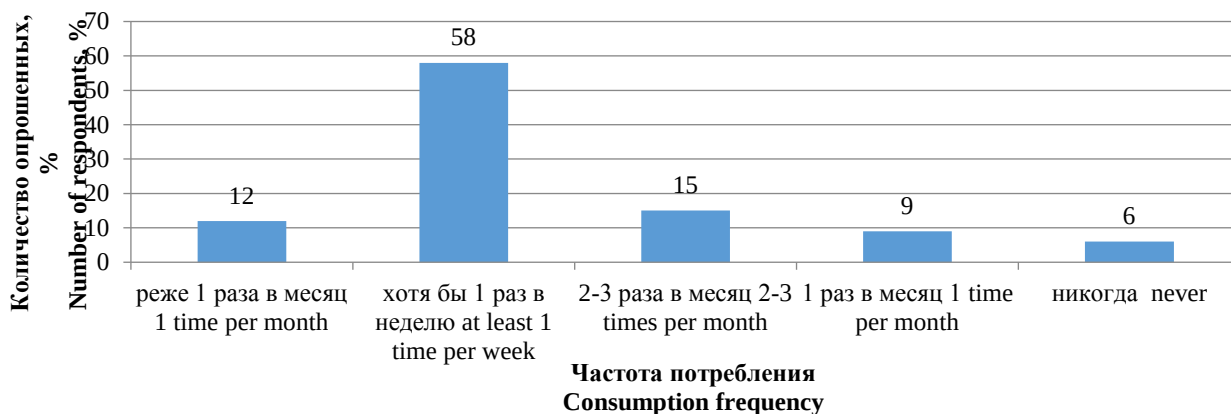


Рисунок 4. Частота потребления участниками опроса функциональных продуктов

Figure 4. The frequency of the survey participants in functional foods consumption

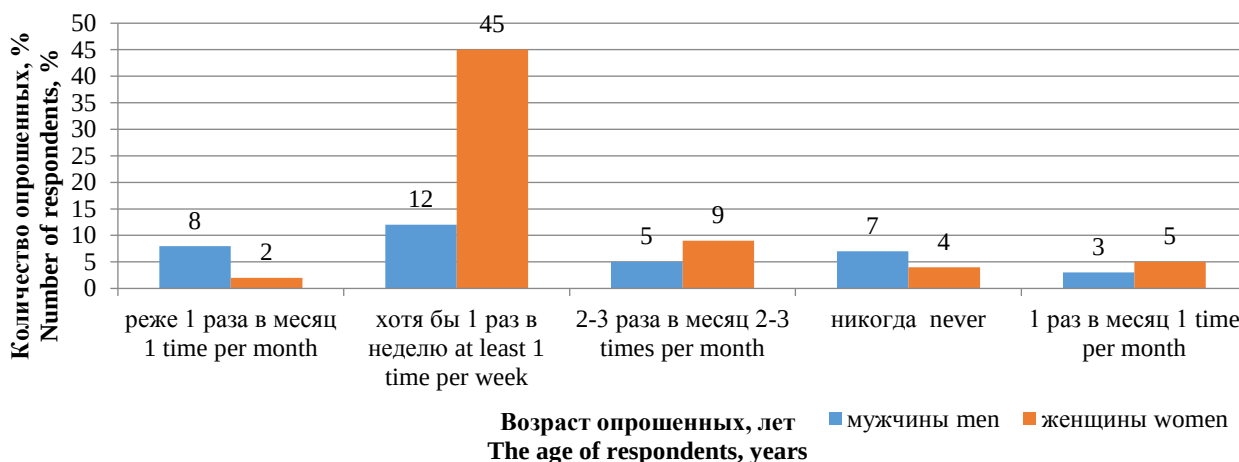


Рисунок 5. Предпочтения респондентов по частоте потребления в зависимости от пола опрашиваемых

Figure 5. Preferences of respondents by frequency of consumption depending on the gender of the respondents

Во время дальнейших исследований выявляли потребительские предпочтения по конкретной группе продуктов. Данные по результатам исследования представлены на рисунке 6. Видно, что самыми популярными у потребителей являются напитки и мучная продукция.

На следующем этапе работы выявлялись причины, побуждающие участников опроса к покупке продуктов функционального назначения. Результаты представлены на рисунке 7. Важнейшими свойствами обогащённых

продуктов являются их лечебно-профилактические свойства, которые способствуют укреплению здоровья, улучшению работоспособности, профилактики различных заболеваний. Значительная часть опрошенных приобретает функциональные продукты по причине целебных свойств, которыми они обладают (56%).

На следующем этапе работы предстояло выяснить, из каких источников участники опроса получают информацию об обогащённых продуктах. Результаты представлены на рисунке 8.

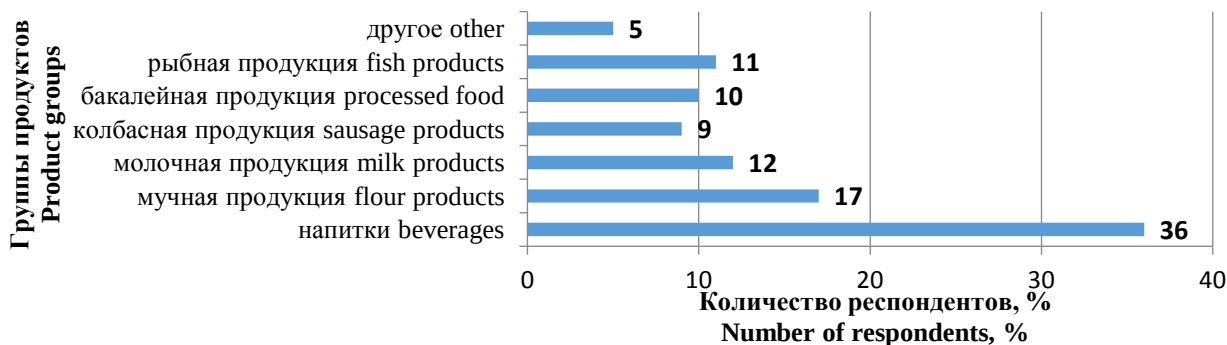


Рисунок 6. Анализ предпочтений по конкретным группам продуктов

Figure 6. Analysis of preferences for specific product groups

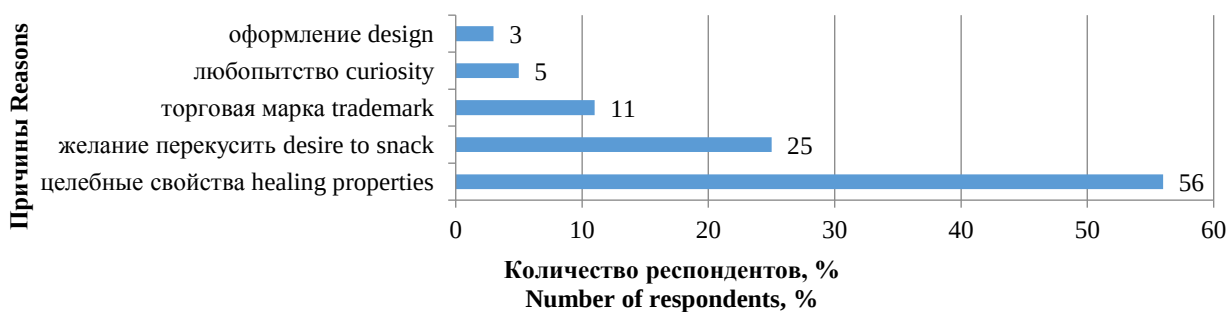


Рисунок 7. Причины, побуждающие участников опроса к покупке продуктов функционального назначения

Figure 7. Reasons why survey participants to purchase products of a functional purpose



Рисунок 8. Источники получения информации об обогащённых продуктах и степень доверия к ним

Figure 8. Sources of information about the products of enrichment and the degree of confidence in them

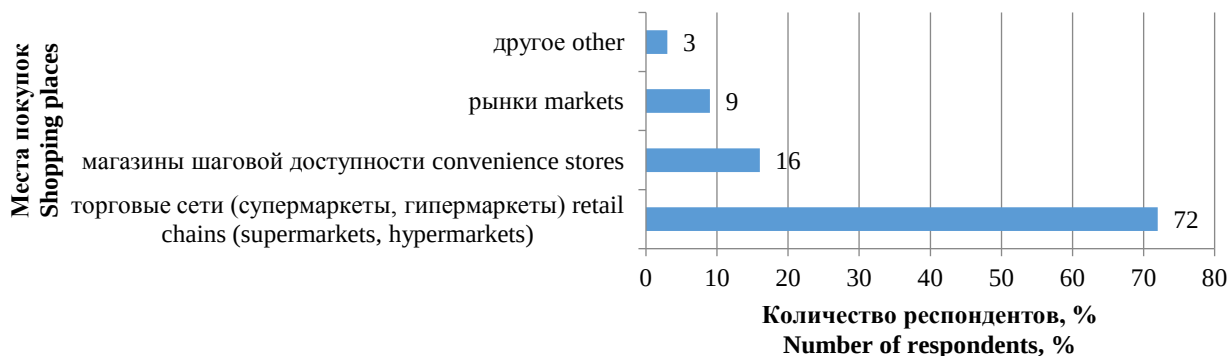


Рисунок 9. Анализ мест покупок продуктов функционального назначения

Figure 9. Analysis of places of purchases of products of a functional purpose

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что наибольший объем информации участники опроса получают от врачей (23%).

На завершающем этапе маркетинговых исследований участникам опроса задавали вопрос о месте приобретения обогащенных продуктов. Результаты представлены на рисунке 9.

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что 72% респондентов приобретают функциональные продукты в супермаркетах и 9% на рынке.

ЛИТЕРАТУРА

1 Щетилина, И. П., Попова Н. Н. Теоретические аспекты применения сушеного ягодного сырья в технологии продуктов специального назначения // Материалы II Международной науч.-техн. конф. "Продовольственная безопасность: научное, кадровое и информационное обеспечение", Воронеж, 11–12 ноября. Воронеж: ВГУИТ, 2015. С. 236–238.

2 Лоскутова Е. В. Товароведная характеристика дикорастущих ягод семейства вересковых и продуктов их переработки: дис. ... канд. тех. наук: 05.18.15. Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2014. 155 с.

3 Анурий В. Ф., Муромкина И. И., Евтушенко Е. В. Маркетинговые исследования потребительского рынка. СПб.: Питер, 2004. 269 с.

4 Новые технологии: в поисках «идеальной» таблетки. URL: <http://www.bioprogress.com>.

5 Щетилина И. П., Попова Н. Н., Киселева Е. А., Денисова А. А. Разработка рецептуры киселя функционального назначения с использованием местного ягодного сырья // Вестник МАХ. 2016. № 2. С. 38–41.

6 Soldatova E. A., Misteneva S. Y., Scherbakova N. A., Gerasimov T. V. et al. The regularities of development technologies of production sugar biscuit with using a fruit-growing raw material. Topic

Заклучение

Из анализа полученных результатов потребительских предпочтений продуктов функционального назначения жителей г. Воронежа можно сделать вывод:

- участники опроса проявляют значительный интерес к продуктам функционального назначения;
- преобладали молодые люди с высшим образованием, заботящиеся о состоянии своего здоровья;
- основными местами приобретения обогащенных продуктов являются супермаркеты.

of the issue. product of functional purpose // Confectionary manufacture. 2015. № 6. P. 6–9.

7 Lobosova L. A., Magomedov M. G., Maximenkova A. V., Arsanukaev I. K. Vegetable Raw Materials of New Types in the Recipe of Short-Removable Pastry Cookies. Topic of the issue. product of functional purpose // Confectionary manufacture. 2015. № 6. P. 10–12

REFERENCES

1 Shchetilina I. P., Popova N. N. Theoretical aspects of the use of dried berry raw materials in the technology of special products. Materialy II Mezhdunarodnoi nauch.-tekhn. konf. "Prodo-vol'stvennaya bezopasnost'" [Materials of II International scientific.-tech. Conf. "Food security: scientific, personnel and information security", Voronezh, 11–12 November] Voronezh: VGUIT, 2015, pp. 236–238. (in Russian).

2 Loskutova E. V. Tovarovednaya kharakteristika dikorastushchikh yagod semeistva vereskovykh i produktov ikh pererabotki. Diss. kand. tekhn. nauk. [Commodity description wild berries of the Heath and their derivatives. Dis. cand. tech. sci.] Kemerovo, KGITPP, 2014. 155 p. (in Russian).

3 Anurin V. F., Muromkin I. I., Evtushenko E. V. Marketingovoe issledovanie potrebitel'skogo rynka [Marketing research consumer market] [Text] Saint-Petersburg, Piter, 2004. 269 p. (in Russian).

4 Novye tekhnologii v poiskakh "ideal'noi"

tabletki [New technologies: in search of the "ideal other" tablets]. Available at: [http:// www.bioproggress.com](http://www.bioproggress.com). (in Russian).

5 Shchetilina I. P., Popova N. N., Kiseleva E. A., Denisova A. A. Formulation of jelly functional purpose with the IP-use local berry raw materials. Vestnik MaKh. [Proceedings of MAF] 2016, no. 2, pp. 38-41. (in Russian).

6 Soldatova E. A., Misteneva S. Y., Scherbakova N. A., Gerasimov T. V. et al. The regularities

of development technologies of production sugar biscuit with using a fruit-growing raw material. Topic of the issue. product of functional purpose. Confectionary manufacture, 2015, no. 6, pp. 6-9.

7 Lobosova L. A., Magomedov M. G., Maximenkova A. V., Arsanukaev I. K. Vegetable Raw Materials of New Types in the Recipe of Short-Removable Pastry Cookies. Topic of the issue. product of functional purpose. Confectionary manufacture, 2015, no. 6, pp. 10-12.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Ирина П. Щетилина к.т.н., доцент, кафедра теории экономики, товароведения и торговли, Воронеж. гос. ун-т инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, irina.shchetilina@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Ирина П. Щетилина выполнила расчёты, написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 13.04.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 12.05.2016

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Irina P. Shchetilina c. t. sc., associate professor, theory of economics, commodity science and trade department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia, irina.shchetilina@mail.ru

CONTRIBUTION

Irina P. Shchetilina performed computations, 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 4.13.2016

ACCEPTED 5.12.2016

Получение и перспективы применения металлсодержащих биокорректоров в составе пленочных покрытий для поддержания здоровья человека

Людмила П. Лазурина, ¹	kafbht@yandex.ru
Яна В. Тихонова, ¹	Yana.Tikhonova@yandex.ru
Диана А. Алиева, ¹	DA.Alieva@yandex.ru
Людмила В. Антипова ²	meatech@yandex.ru

¹ кафедра биологической и химической технологии, Курский гос. мед. Университет, ул. Ямская, 18, г. Курск, 305033, Россия

² кафедра технологии продуктов животного происхождения, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия

Реферат. Актуальной проблемой координационной химии остается в настоящее время изучение смешанолигандного комплексобразования. Лиганды различной природы, входящие во внутреннюю среду комплекса, оказывают взаимное влияние, изменяя химические свойства комплексов (кислотно-основные, окислительно-восстановительные, скорость замещения лигандов во внутренней среде) и их биологическую активность. Согласно литературным данным, вопросы взаимного влияния лигандов, которое ведет к изменению реакционной способности комплексов, широко изучаются с привлечением лигандов различной природы. В последнее время резко возрос интерес к нанообъектам различной природы. Это связано с тем, что многие физические, химические и биологические свойства наночастиц значительно отличаются от аналогичных характеристик крупных (макроскопических) объектов. Цель исследования заключалась в изучении условий образования (соотношения компонентов, кислотности) в растворах смешанолигандных металлсодержащих биоконплексов меди. Проведенные исследования показали, что условия проведения синтеза оказывают значимое влияние на получение наночастиц цинка, меди и кобальта. Исследование морфологии и размеров полученных наночастиц проводили на растровом электронном микроскопе Quanta 650 FEG в режиме высокого вакуума (давление в камере от $8 \cdot 10^{-3}$ до $3 \cdot 10^{-3}$ Па). Полученные наночастицы изучаемых металлов представляют собой кангломераты частиц сложной структуры и различной формы размерами до 200 нм, а также кристаллы сферической формы размерами 40–90 нм. Показано, что комплексобразование металла с лекарственными средствами (лигандами) приводит к повышению их антимикробной активности и расширению спектра действия по сравнению с исходными лигандами. изучаемые биоконплексы являются безвредными биологически активными веществами, которые могут быть рекомендованы для дальнейшего изучения.

Ключевые слова: микроэлементы, медь, хелаты, биокорректоры, витамины

Preparation and application prospects metal containing biocorrectors as part of film coverings to maintain human health

Lyudmila P. Lazurina, ¹	kafbht@yandex.ru
Yana V. Tikhonova, ¹	Yana.Tikhonova@yandex.ru
Diana A. Alieva, ¹	DA.Alieva@yandex.ru
Lyudmila V. Antipova ²	meatech@yandex.ru

¹ biological and chemical technology department, Kursk State Medical University, Kursk, Yamskaya Str., 18, 305033, Russia

² technology of animal products department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia

Summary. The study of mixed-ligand complex formation is important problem of coordination chemistry currently. The ligands of different nature within the domestic environment of the complex, have a mutual influence, changing the chemical properties of complexes (acid-base, oxidation-reduction, the rate of ligand substitution in the internal environment) and their biological activity. According to the literature, the issues of mutual influence of ligands, which leads to a change in the reactivity of the complexes have been widely studied with the assistance of ligands of different nature. In recent years sharply increased interest in nanoobjects of different nature. This is due to the fact that many of the physical, chemical and biological properties of the nanoparticles significantly different characteristics from those of larger (macroscopic) objects. The aim of the study was to examine the conditions of formation (ratio of components, acidity) in solutions of mixed-metal biocomplexes copper. The studies have shown that the conditions of synthesis have significant impact on obtaining nanoparticles of zinc, copper and cobalt. The study of morphology and size of the resulting nanoparticles were performed on a scanning electron microscope Quanta FEG 650 in high vacuum (pressure in the chamber $8 \cdot 10^{-3}$ to $3 \cdot 10^{-3}$ Pa) mode. The resulting nanoparticles are studied metal particles kanglomeraty complex structure of various shapes and sizes up to 200 nm, and the crystals are spherical shape sizes of 40–90 nm. It is shown that metal complexation with drugs (ligands) leads to improvement of antimicrobial activity spectrum and expansion relative to the parent ligands, the studied biocomplexes are harmless biologically active substances, which can be recommended for further study.

Keywords: micronutrients, copper, chelates, biocorrectors, vitamins

Для цитирования

Лазурина Л. П., Тихонова Я. В., Алиева Д. А., Антипова Л. В. Получение и перспективы применения металлсодержащих биокорректоров в составе пленочных покрытий для поддержания здоровья человека // Вестник ВГУИТ. 2016. № 2. С. 189–192. doi:10.20914/2310-1202-2016-2-189-192

For citation

Lazurina L. P., Tikhonova Y. V., Alieva D. A., Antipova L. V. Preparation and application prospects metal containing biocorrectors as part of film coverings to maintain human health. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 2 pp. 189–192. (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2016-2-189-192

Введение

Государственная политика в области здорового питания до 2020 года направлена на сохранение и укрепление здоровья населения, профилактику заболеваний за счёт развития производства пищевых продуктов и биологически активных добавок; разработки и внедрение в пищевую промышленность инновационных технологий, включая био- и нанотехнологии.

Наиболее распространённая причина патологических процессов в человеческом организме – избыточное накопление в организме кислородных свободных радикалов. Их вредное воздействие приводит к повреждению стенок сосудов. Мембран, окислению липидов. Такое состояние называют оксидантным стрессом [1].

Вредное воздействие свободных радикалов можно уменьшить систематическим употреблением пищевых продуктов и напитков, лекарственных растительных препаратов, биологически активных добавок, обладающих высокой антиоксидантной активностью. Наиболее известными природными антиоксидантами считались витамины Е, С и каротиноиды. Однако они не обладают достаточной активностью для эффективного применения с целью коррекции антиоксидантного статуса человека. [2].

Наряду с витаминами, огромную роль в нормальном течении биохимических процессов играют микроэлементы. В связи с тем, что неорганические формы микроэлементов менее эффективно усваиваются организмом и являются более токсичными веществами, важным является производство их органических форм, так как благодаря прочной связи хелаты не взаимодействуют с витаминами, не вызывают антогонизма в отношении других микроэлементов.

Актуальной проблемой координационной химии остаётся в настоящее время изучение смешанолигандного комплексобразования, т. е. проблема влияния лиганд. Лиганды различной природы, входящие во внутреннюю среду комплекса, оказывают взаимное влияние, изменяя химические свойства комплексов (кислотно-основные, окислительно-восстановительные, скорость замещения лигандов) и их биологическую активность. Согласно литературным данным, вопросы взаимного влияния лигандов, которое ведёт к изменению реакционной способности комплексов, широко изучаются с привлечением лигандов различной природы.

Цель исследования – изучение условий образования (соотношения компонентов, кислотности) в растворах смешанолигандных металлсодержащих биок комплексов меди.

1.1 Материалы и методы

Комплексообразование металлов в растворах изучалось методами спектро- и фотометрии, рН-потенциометрии и другими физико-химическими методами. Для установления состава комплексов использованы спектро- и фотометрические методы: изомольных серий (основан на определении оптической плотности D растворов с переменным значением CM/CL ($0-1$) при $CM+CL = \text{const}$ и $pH = \text{const}$); метод насыщения (определении D растворов с переменными значениями CL или CM при постоянстве концентраций CM или CL соответственно; $pH = \text{const}$). Измерения оптической плотности окрашенных комплексов проведены на приборе КФК-2-УХЛ 4,2 с толщиной кюветы $l = (10 \pm 0,1)$. С учётом кислотно-основных свойств выбранных лиганд, подобраны условия синтеза (pH , соотношение реагентов), получены и проанализированы их соли и установлено, что выделенные соли являются кристаллогидратами.

Были изучены реакции комплексообразования с целью разработки способов получения хелатных соединений микроэлементов.

Для получения комплексных соединений с целью в лабораторных условиях были приготовлены растворы лиганда 1 и лиганда 2 в водной и спиртовой среде и медьсодержащая соль в водной среде. При постоянном перемешивании, при температуре 60°C растворы соли и лиганда 1 медленно добавлялись к раствору лиганда 2. После выдерживания раствора при перемешивании в течение 25–30 минут образуется осадок. Последовательно выполняются стадии фильтрации, промывки и сушки.

Подтверждением образования смешанолигандных комплексов являлось увеличение и смещение в коротковолновую область максимумов полос поглощения по сравнению лигандами.

Показано, что стабильность смешанолигандных комплексов выше по сравнению с однородными комплексами, это, возможно, объясняется статистическим эффектом и взаимным влиянием лигандов.

Изучение наночастиц металлов играет большую роль в развитии современных нанотехнологий, что связано с широким спектром возможностей их практического применения, в которых используются свойства как наночастиц, так и модифицированные ими материалы. Сегодня открываются широкие перспективы для применения наночастиц металлов в других областях техники, а также в биологии и медицине.

В последнее время резко возрос интерес к нанобъектам различной природы. Это связано с тем, что многие физические, химические и биологические свойства наночастиц значительно отличаются от аналогичных характеристик крупных (макроскопических) объектов.

Один из этапов работы заключался в изучении условий химического синтеза наночастиц цинка, меди и кобальта.

Проведённые исследования показали, что условия проведения синтеза оказывают значимое влияние на получение наночастиц цинка, меди и кобальта. Исследование морфологии и размеров полученных наночастиц проводили на растровом электронном микроскопе Quanta 650 FEG в режиме высокого вакуума (давление в камере от $8 \cdot 10^{-3}$ до $3 \cdot 10^{-3}$ Па).

Установлено, что полученные наночастицы изучаемых металлов представляют собой кангломераты частиц сложной структуры и различной формы размерами от 1 до 200 мкм, а также сферической формы диаметром 40–90 нм.

Изучено влияние синтезированных биоконплексов на противомикробную активность ряда стандартных микроорганизмов.

Антибактериальную активность лиганд, их комплексных соединений с биометаллами и плёнок, приготовленных на их основе, в отношении факультативно анаэробных микроорганизмов определяли *in vitro* методом диффузии в агар [3]. В соответствии с рекомендациями ВОЗ и Государственной фармакопеей [4], для оценки активности новых биоконплексов в качестве тест-культур использовали штаммы аэробных бактерий и грибов из коллекции ГИСК имени Л.А. Тарасевича (Москва): *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Staphylococcus aureus* 209-P, *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Bacillus cereus* ATCC 10702, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Proteus vulgaris* ATCC 4636, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Candida albicans* NCTC 2625.

Для определения минимальной подавляющей концентрации биоконплексов использовался метод серийных разведений в отношении тех же тест-культур микроорганизмов. Двукратные разведения препаратов в жидкой питательной среде проводили от 10,0 до 0,31 мг/мл. Тест-культуры вносили в объёме 0,1 мл взвеси с концентрацией 1 млрд м. т./мл.

Для индукции оценки выраженности иммунного ответа животных иммунизировали эритроцитами барана (ЭБ). ЭБ хранили при 4 °С, перед употреблением их трёхкратно отмывали

изотоническим раствором хлорида натрия и центрифугировали. Антиген вводили внутриворшинно в дозе 108 степени клеток на 1 кг массы тела. О выраженности гуморального иммунного ответа (ГИО) судили по количеству антителообразующих клеток (АОК) в селезёнке. Число АОК ЭБ устанавливали методом прямого локального гемолиза в агаре по К. Мальберг и Э. Зигль [5].

Изучена подострая токсичность, раздражающее и алергизирующее действие на кожу экспериментальных животных по методике Е. А. Иевлевой; влияние на некоторые обменные процессы в коже (уровень нуклеиновых кислот определяли по М. Н. Баранову, содержание суммарных липидов по Хуэрго, общих и растворимых белков по Д. Бейли).

Проведённые нами сравнительные исследования показали, что комплексообразование металла с лекарственными средствами (лигандами) приводит к повышению их антимикробной активности и расширению спектра действия по сравнению с исходными лигандами [6].

Установлено, что биоконплексы в отношении всех изученных тест-микробов проявляли более высокую по сравнению с лигандами антимикробную активность, так как зона задержки роста в отношении исследованных микроорганизмов значимо увеличивалось (в 2–3 раза).

Результаты эксперимента показали, что введение биоконплексов активизировало иммуномодулирующее действие лиганд на формирование гуморального иммунного ответа на эритроциты барана, о чём свидетельствовало увеличение количества антителообразующих клеток в 1,5–2 раза.

Изучение раздражающего, алергизирующего, противовоспалительного влияния новых биоконплексов на кожу экспериментальных животных; регенеративное воздействие на метаболизм нуклеиновых кислот, липидов и белков позволило сделать вывод, что они не обладали раздражающим и алергизирующим действием на кожу морских свинок в 0,1 и 0,5%-х концентрациях, не оказывали отрицательного воздействия на морфологическую структуру кожи и печени. Биоконплексы не проявляли общетоксического действия на экспериментальных животных – аппетит, привес, реактивность, подвижность, состояние кожи и шерсти не отличалось от контроля.

На основании проведённых исследований изучаемые биоконплексы являются безвредными биологически активными веществами, которые могут быть рекомендованы для дальнейшего изучения.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Яшин А.Я., Черноусова Н.И. Определение содержания природных антиоксидантов в пищевых продуктах и БАДах // Пищевая промышленность. 2007. № 5. С. 28–30.
- 2 Куцов С.В., Ткачев А.Г. Определение содержания природных антиоксидантов в зерне злаковых культур // Вестник ВГТА 2010. № 3. С. 67–70.
- 3 Государственная фармакопея СССР. XI изд. М.: Медицина. 1990. 397 с.
- 4 Государственная фармакопея СССР. X изд. М.: Медицина. 1968. 1076 с.
- 5 Мальберг К., Зигль Э. Метод локального гемолиза // Иммунологические методы. 1987. С. 57–72.
- 6 Лазурина Л.П., Калущий П.В., Басарева О.И. Изучение биологической активности некоторых комплексных соединений металлов // Врач-аспирант-2010. № 3. С. 129–137.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Людмила П. Лазурина д. б. н, профессор, зав. Кафедрой, кафедра биологической и химической технологии, Курский гос. мед. Университет, ул. Ямская, 18, г. Курск, 305033, Россия, kafbht@yandex.ru

Яна В. Тихонова аспирант, кафедра биологической и химической технологии, Курский гос. мед. Университет, ул. Ямская, 18, г. Курск, 305033, Россия, Yana.Tikhonova@yandex.ru

Диана А. Алиева аспирант, кафедра биологической и химической технологии, Курский гос. мед. Университет, ул. Ямская, 18, г. Курск, 305033, Россия, DA.Alieva@yandex.ru

Людмила В. Антипова д. т. н, профессор, кафедра технологии продуктов животного происхождения, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия, meatech@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Людмила П. Лазурина предложила методику проведения эксперимента и организовал производственные испытания

Яна В. Тихонова обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провел эксперимент, выполнил расчеты

Диана А. Алиева написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несет ответственность за плагиат

Людмила В. Антипова консультация в ходе исследования

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 04.03.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 01.04.2016

REFERENCES

- 1 Yashin A.Ya., Chernousova N.I. Determination of the content of natural antioxidants in food and BAA. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food Industry] 2007, no. 5, pp. 28-30. (in Russian)
- 2 Kutsov S.V., Tkachev A.G. -The definition of the content of natural antioxidants in grain cereals. *Vestnik VGTA* [Proceedings of VSTA] 2010, no. 3, pp. 67-70. (in Russian)
- 3 Gosudarstvennaya farmakopeya SSSR [The State Pharmacopoeia of the USSR. XI ed] Moscow, Meditsina, 1990, 397 p. (in Russian)
- 4 Gosudarstvennaya farmakopeya SSSR [State Pharmacopoeia of the USSR. X ed.] Moscow, Meditsina, 1990, 1076 p. (in Russian)
- 5 Malberg K., Siegel E. Metod local hemolysis. *Immunologicheskie metody* [Immunological methods] 1987, pp 57-72. (in Russian)
- 6 Lazurina L.P., Kalutskii P.V., Basareva O.I. The study of the biological activity of some metal complexes. *Vrach-aspirant* [Doctor-graduate student] 2010, no. 3, pp. 129-137. (in Russian)

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Lyudmila P. Lazurina d. b sc., professor, head of department, biological and chemical technology department, Kursk State Medical University, Kursk, Yamskaya Str., 18, 305033, Russia, kafbht@yandex.ru

Yana V. Tikhonova graduate student, biological and chemical technology department, Kursk State Medical University, Kursk, Yamskaya Str., 18, 305033, Russia, Yana.Tikhonova@yandex.ru

Diana A. Alieva graduate student, biological and chemical technology department, Kursk State Medical University, Kursk, Yamskaya Str., 18, 305033, Russia, DA.Alieva@yandex.ru

Lyudmila V. Antipova d. t sc., professor, technology of animal products department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia, meatech@yandex.ru

CONTRIBUTION

Lyudmila P. Lazurina proposed a scheme of the experiment and organized production trials

Yana V. Tikhonova review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

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

Lyudmila V. Antipova consultation during the study

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 3.4.2016

ACCEPTED 4.1.2016

Анализ пылеочистного оборудования, используемого при производстве растворимых порошков

Елена А. Рудыка,¹ calidahieme@gmail.com
Елена В. Батурина¹ batyrina1717@mail.ru

¹ кафедра технологии органического синтеза и высокомолекулярных соединений., Воронеж. гос. ун-т. инж. технол., пр-т Революции, 19, Воронеж, 394036, Россия

Реферат. Проанализирована система очистки воздуха цеха сушки, специализирующегося на производстве пищевых порошков, выявлены места пылевыведения в цехе сушки, при производстве растворимых пищевых порошков, определены параметры отработанного теплоносителя сушилки, проанализированы свойства полученного продукта, а также определена эффективность работы используемых средств очистки воздуха. Проанализирована используемая на предприятии двухступенчатая система очистки. В качестве первой ступени очистки установлен конический циклон, в качестве второй ступени очистки предложен исследуемый пылеуловитель с внутренней циркуляцией жидкости. Выявлено, что при сушке этого порошка в выбросах содержится большая доля мелкодисперсной фракции пыли. Был проведен ряд исследований с этой пищевой пылью. Установлено, что эффективность улавливания в циклоне составляла от 68% (пыль чая) до 92% (пыль концентрата квасного сусла). Анализируя полученные данные отмечено, что эффективность очистки отработанного теплоносителя в большой степени зависит от дисперсного состава пищевой пыли, и для частиц размером менее 10 мкм является недостаточной. Предложено использование для очистки теплоносителя мокрого пылеуловителя с внутренней циркуляцией жидкости. Определены закономерности изменения концентрации сухих веществ в очищающей жидкости, ее вязкости и поверхностного натяжения с увеличением времени работы пылеуловителя с момента пуска. Установлено, что увеличение концентрации сухих веществ в очищающей жидкости с увеличением времени работы аппарата с момента пуска приводит к изменению поверхностного натяжения и вязкости этой жидкости. Показано, что эффективная пылеочистка в аппарате снижается по мере возрастания вязкости рабочей жидкости. Установленные теоретически и экспериментально закономерности могут быть использованы при расчете оптимального удельного расхода жидкости, обеспечивающего эффективную очистку выбросов и возвращение уловленного продукта в технологический цикл.

Ключевые слова: сушилка, очистка воздуха, пыль, вязкость, поверхностное натяжения

Analysis of dust removal equipment used in the manufacture of soluble powders

Elena A. Rudyka,¹ calidahieme@gmail.com
Elena V. Baturina¹ batyrina1717@mail.ru

¹ department of organic synthesis and high molecular compounds, Voronezh state university of engineering technology, Revolyutsii Av. 19, 394036, Voronezh, Russi

Summary. Analyzed the system of drying plant air cleaning, specializing in the production of food powders, dust emission identified place in the shop drying in the production of soluble dietary powders, the parameters of the dryer exhaust coolant, analyzed the properties of the product, as well as determined the effectiveness of the use of air purification equipment. Analyzed used at the enterprise two-stage cleaning system. As a first purification stage conical cyclone installed as a second stage purification analyzed dust collector is proposed with internal circulation of the liquid. It was found that the drying of the powder contained in the emissions of a large proportion of the fine fraction of dust. Several studies have been conducted with this food dust. It was found that the collection efficiency in the cyclone ranged from 68% (tea dust) to 92% (dust kvass wort). Analyzing the data obtained indicated that the efficiency of cleaning exhaust coolant is heavily dependent on the food composition of disperse dust, and less than 10 microns particles is insufficient. It is proposed to use for cleaning the coolant wet dust collector with internal circulation of the liquid. The regularities of change of concentration of solids in the cleaning liquid, its viscosity and surface tension with increasing operating time since the start of the dust collector. It is found that increasing the concentration of solids in the cleaning liquid increases with the operating time of the machine since the start-up leads to changes in surface tension and viscosity of the liquid. It is shown that the effective dust collection in the machine decreases as the viscosity of the working fluid. Both theoretically and experimentally established patterns may be used when calculating the optimum specific liquid flow to provide effective cleaning and releases the trapped product return process cycle.

Keywords: dryer, cleaning the air, dust, viscosity, surface tension

Введение

На предприятиях пищевой промышленности большое число технологических процессов сопровождается выделением пыли. Это снижает безопасность производства, является актуальной проблемой, решение которой важно как с экологической, так, и с экономической точки зрения.

Проблема снижения потерь готового продукта на стадии распылительной сушки имеет важное экономическое значение. Величина уноса продукта с отработанным воздухом из-за несовершенства методов и аппаратов очистки достигает значительных размеров.

Для цитирования

Рудыка Е. А., Батурина Е. В. Анализ пылеочистного оборудования, используемого при производстве растворимых порошков // Вестник ВГУИТ. 2016. № 2. С 193–196. doi:10.20914/2310-1202-2016-2-193-196

For citation

Rudyka E. A., Baturina E. V. Analysis of dust removal equipment used in the manufacture of soluble powders. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no 2 pp. 193–196 (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2016-2-193-196

Основным мероприятием по защите атмосферы от промышленных выбросов является применение технических средств. При этом выбор необходимой системы очистки связан с физико-химическими характеристиками выбросов. Анализ литературных источников показывает, что в настоящее время проводится работа по разработке высокоэффективных пылеулавливающих устройств, учитывающих особенности конкретного производства.

Вредность пылевых выбросов зависит не только от агрессивности и химического состава частиц, но и от их дисперсного состава. Особенно опасными для здоровья человека являются мелкодисперсные частицы, размером менее 5 мкм, которые не задерживаются в верхних дыхательных путях. Они и попадают в организм человека, нанося вред органам дыхания.

На пищевых предприятиях широко используются аппараты сухой очистки, обладающие рядом преимуществ и недостатков, ограничивающих их применение в качестве единственной степени очистки. В первую очередь этим фактором является недостаточная эффективность очистки воздуха от мелкодисперсной пыли. Поэтому рекомендуется применять комбинированные способы очистки.

При ведении многих технологических процессов, в том числе при эксплуатации сушильного оборудования в отраслях пищевой промышленности, хорошо зарекомендовала себя двухступенчатая схема очистки теплоносителя.

В настоящее время в качестве второй степени очистки нередко используются фильтры или аппараты мокрой очистки. Применение каждого из этих пылеуловителей также имеет свои особенности. Используемые аппараты должны обладать высокой эффективностью пылеулавливания, иметь небольшое гидравлическое сопротивление, минимальный расход рабочей жидкости.

Перечисленным требованиям, предъявляемым к очистным устройствам, в значительной мере соответствуют мокрые пылеуловители с внутренней циркуляцией жидкости. Поэтому эти аппараты получают широкое распространение при очистке воздушных выбросов.

Нами проводилась разработка системы очистки на линии сушки растворимых пищевых порошков. Сырье, поступившее на предприятие, разводится водой до требуемой концентрации, перемешивается и предварительно нагревается, затем подаётся насосом на одну из пневматических форсунок распылительной сушилки РС-250.

В рабочем объёме сушилки распылённый исходный продукт смешивается с теплоносителем и высушивается, а отработанный теплоноситель поступает в циклон на очистку вместе с частью не уловленного пищевого продукта.

Представленный технологический процесс сопровождается потерей ценного пищевого продукта. Анализ полученных ранее результатов показывает, что в среднем потери сухого продукта составляют около 4% при сушке цикория, 3% при сушке концентрата квасного сусла, 9% при сушке порошка чая от производительности сушилки.

Причинами этих потерь являются неплотности соединения элементов сушильной камеры и отводящего трубопровода, разгерметизации сушильной камеры вследствие необходимости периодических остановок технологического процесса.

Участки повышенной запылённости воздуха возникают при проведении операций по разгрузке сухого продукта, его развеса и упаковки в бумажные мешки. Осевшая пыль периодически убирается из помещения, но происходит это, как правило, сухим способом, что приводит к взмучиванию мелкодисперсной пыли в воздухе рабочей зоны.

Но все же основной причиной потери готового пищевого продукта, а также дополнительного загрязнения воздуха в санитарной зоне предприятия является недостаточно эффективная работа используемого очистного оборудования.

Сушка пищевых порошков происходила при расходе исходного продукта около 1000 дм³/час. Расход воздуха, который подавался в циклон, находится в интервале 8500–8750 м³/час. Температура измерялась на входе в циклон и колебалась в пределах 92–97 °С.

На предприятии была предложена для использования двухступенчатая система очистки. В качестве первой степени очистки установлен конический циклон.

После этого был проведён ряд исследований с мелкодисперсной пищевой пылью. Эффективность улавливания в циклоне составляла от 68% (пыль чая) до 92% (пыль концентрата квасного сусла).

Анализируя полученные данные можно отметить, что эффективность очистки отработанного теплоносителя в большой степени зависит от дисперсного состава пищевой пыли, и для частиц размером менее 10 мкм является недостаточной. Это доказывает, что производству требуется более эффективное средство очистки, способное улавливать мелкодисперсные фракции пыли, составляющие основную массу пищевого продукта, теряемого в процессе сушки.

Для определения дисперсного состава исследуемого пылевидного продукта мы использовали струйный сепаратор – импактор.

В качестве второй ступени очистки нами был предложен исследуемый пылеуловитель с внутренней циркуляцией жидкости.

Но использование данного вида аппаратов также имеет свои особенности. Вопросом особой важности в данном случае является выполнение необходимых требований к качеству используемой воды, которая затем возвращается в технологический процесс и смешивается с суспензией поступившего продукта.

А значит необходимо выполнение следующих необходимых условий:

- используемая вода не должна ухудшать качество получаемого продукта;
- должна быть обеспечена безаварийная работа оборудования;
- оно не должно разрушаться вследствие коррозии, на стенках не должны появляться отложения;
- не должно быть негативного влияния на здоровье пользователей за счёт изменения токсикологических или эпидемиологических характеристик воды.

Таким образом, использование замкнутой системы водообеспечения не только

уменьшает объем циркулирующей воды и, соответственно, снижает затраты на очистку выбросов, но и предполагает постоянный контроль за качественным составом используемой воды.

Процесс очистки выбросов в аппаратах с внутренней циркуляцией жидкости и самоорошением заключается в переходе частиц пыли из воздушного потока в жидкую фазу аппарата.

Поэтому большое значение имеет исследование процесса поглощения выделяющегося пылевидного продукта очищающей жидкостью.

Целью дальнейших исследований являлось определение закономерностей изменения концентрации сухих веществ в очищающей жидкости, её вязкости (μ) и поверхностного натяжения (σ) с увеличением времени работы пылеуловителя с момента пуска.

Изучено влияние концентрации сухих веществ на коэффициент динамической вязкости и поверхностное натяжение жидкости. Установлено, что увеличение концентрации сухих веществ в очищающей жидкости с увеличением времени работы аппарата с момента пуска приводит к изменению поверхностного натяжения и вязкости этой жидкости (таблица 1). Это оказывает влияние на эффективность очистки воздуха в этом аппарате.

Таблица 1

Определение вязкости и поверхностного натяжения очищающей жидкости пылеуловителя с увеличением времени работы аппарата

Table 1

Determination of the viscosity and surface tension of the cleaning liquid scrubber with increasing time of the apparatus

Время работы аппарата с момента пуска, ч Device operating time (since the start), h	Поверхностное натяжение Surface tension 6×10^3 , Н/м N/m (при $M=0,001$ м ³ /ч м ³ /h)			Коэффициент динамической вязкости, Dynamic viscosity coefficient $\mu \times 10^3$, Па/с Pa/s (при $M=0,001$ м ³ /ч м ³ /h)		
	при температуре жидкости, t °C at a liquid temperature, t °C			при температуре жидкости, t °C at a liquid temperature, t °C		
	20	40	60	20	40	60
14	73,6	67,9	64,5	-	-	-
28	74,5	68,8	65,6	1,30	0,81	0,57
34	75,1	69,5	66,3	1,55	0,97	0,67
48	75,6	70,2	67,0	1,96	1,18	0,79
76	76,5	71,5	67,7	3,20	1,84	1,20
112	77,3	-	69,0	6,18	3,39	2,15

Опыты проводились при концентрации пыли цикория в отработанном воздухе 150 мг/м³ на входе в рассматриваемый пылеуловитель. Расход очищающей жидкости составлял 0,01 м³/ч и 0,001 м³/ч.

Анализируя полученные данные можно отметить, что увеличение продолжительности взаимодействия запылённого потока с очищающей жидкостью сопровождается ростом поверхностного натяжения и динамической вязкости.

Установлено, что кинематическую вязкость водно-цикориевого раствора можно определить по следующему уравнению:

$$n_p = n_b / A^7 C,$$

где n_p и n_b – коэффициент кинематической вязкости (м²/с) соответственно раствора и воды при данной температуре t °C; C – массовая концентрация раствора, % безводного цикория;

$$A = 2,29840^4 + 0,0465690^4 (t - 20).$$

Для вычисления поверхностного натяжения водно-цикориевых растворов на основании экспериментальных данных при температуре 20 °С предложено эмпирическое уравнение:

$$s_{20} = s_0 (1 + 0,00192 \cdot C),$$

где s_{20} – поверхностное натяжение воды при температуре 20 °С.

При других температурах s можно рассчитать по уравнению:

ЛИТЕРАТУРА

1 Рудыка Е.А., Батурина Е.В., Семенихин О.А., Матющенко И.Н. Модернизация аппаратов очистки отработанного воздуха в пищевой промышленности // Вестник Воронежского технического университета. 2010. Т. 6. № 8. С. 40–42.

2 Швыдкий В.С., Ладигичев М.Г. Очистка газов: Справочное издание. М.: Теплоэнергетик, 2002. 640 с.

3 Гавриленков А.М., Емельянов А.Б., Шаров А.В. Экологические аспекты интенсификации конвективной сушки // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2012. № 3. С. 137–139.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Елена А. Рудыка к.т.н., доцент, кафедра технологии органического синтеза и высокомолекулярных соединений, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, calidahieme@gmail.com

Елена В. Батурина к.т.н., доцент, кафедра технологии органического синтеза и высокомолекулярных соединений, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, baturina1717@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Елена В. Батурина предложила методику проведения эксперимента и организовала производственные испытания

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

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 15.03.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 12.04.2016

$$s = s_{20} [1 - 0,0026 (t - 20)],$$

где 0,0026 – эмпирический коэффициент.

Также проводились исследования по определению эффективности работы пылеуловителя в условиях длительного самоорошения. В результате было выяснено, что эффективность пылеочистки в аппарате снижается при увеличении вязкости рабочей жидкости.

REFERENCES

1 Rudyka E.A., Baturina E.V., Semenikhin O.A., Matyushchenko I.N. Modernization of exhaust air cleaning machines in the food industry. *Vestnik Voronezhskogo tekhnicheskogo universiteta* [Proceedings of Voronezh Technical University] 2010, vol. 6, no. 8, pp. 40–42. (in Russian).

2 Shvydkii V.S., Ladigichev M.G. Ochistka gazov [Cleaning gas: Reference book] Moscow, Teploenergetik, 2002, 640 p.. (in Russian).

3 Gavrilencov A.M., Emelyanov A.B., Sharov A.V. Environmental aspects of the intensification of convective drying. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET] 2012, no. 3, pp. 137–139. (in Russian).

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Elena A. Rudyka cand.tech.sci., associate prof., chair of organic synthesis and high molecular compounds Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, Russia, calidahieme@gmail.com

Elena V. Baturina cand.tech.sci., associate prof., chair of organic synthesis and high molecular compounds, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, Russia, ba-turina1717@mail.ru

CONTRIBUTION

Elena A. Rudyka proposed a scheme of the experiment and organized production trials

Elena A. Rudyka 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 3.15.2016

ACCEPTED 4.12.2016

Влияние диспергаторов на старение и морозостойкость эластомерных композиций на основе бутадиеннитрильных каучуков

Раиса М. Долинская,	¹	raisa_dolinskaya@mail.ru
Николай Р. Прокопчук,	¹	tnsippm@belstu.by
Марина Е. Лейзеронек,	²	czl@aobrt.by
Юлия В. Коровина	²	technical@aobrt.by

¹ кафедра технологии нефтехимического синтеза и переработки полимерных материалов, УО «Белорусский государственный технологический университет», ул. Свердлова, 13а, г. Минск, 220006, Республика Беларусь

² ОАО «Беларусьрезинотехника», ул. Минская, 102, г. Бобруйск, 213829, Республика Беларусь

Реферат. Изучена возможность использования диспергаторов различной природы для производства резиновых технических изделий с расширенными температурными режимами эксплуатации. Исследовано влияние диспергаторов Dispergator FL и INT 159 на свойства резиновых смесей для получения изделий с высокой устойчивостью к тепловому старению или морозостойкостью. Исследование влияния модификаторов проводили для резиновых смесей на основе бутадиеннитрильных каучуков синтетических (БНКС)-18 и БНКС-28. Установлено, что при добавлении диспергатора Dispergator FL увеличивается показатель относительной деформации сжатия (ОДС) и соответственно термостабильность резин. Введение в состав эластомерной композиции диспергатора INT 159 практически не влияет на морозостойкость, а Dispergator FL ухудшает её (коэффициент морозостойкости снижается на 15,4–17,8%). Вероятно, это связано с тем, что при пониженных температурах в присутствии Dispergator FL происходит большее замедление релаксационных процессов и снижение энергии теплового движения звеньев макромолекул каучуков. Она становится недостаточной для преодоления межмолекулярного взаимодействия в модифицированной системе и совершения конформационных переходов макромолекул под действием внешней нагрузки. Механическая энергия в большей мере затрачивается не на изменение формы макромолекул, а на их механодеструкцию. Однако это повышает термостабильность, т. к. она тем выше, чем ниже молекулярная подвижность. Компоненты диспергатора INT 159, располагаясь по границам надмолекулярных образований эластомеров, повышают подвижность звеньев макромолекул каучуков и ослабляют химические связи в них, снижают термостойкость, но при этом диспергатор INT 159 практически не снижает морозостойкость, поэтому его целесообразно применять при получении морозостойких эластомерных композиций. При получении термостабильных эластомерных композиций необходимо использовать Dispergator FL, а морозостойких – диспергатор INT 159.

Ключевые слова: диспергатор, морозостойкость, термостабильность, резинотехнические изделия

Influence of dispersants on aging and frost elastomeric compositions based on butadiene acrylonitrile rubbers

Raisa M. Dolinskaya,	¹	raisa_dolinskaya@mail.ru
Nicholas R. Prokopchuk,	¹	tnsippm@belstu.by
Marina E. Leyzeronok,	²	czl@aobrt.by
Yulia V. Korovina	²	technical@aobrt.by

¹ department of technology of petrochemical synthesis and polymer materials processing, Belarusian state technological university, Sverdlova street, 13a, Minsk, 220006, Re-public of Belarus,

² OJSC "Belarusrezinotekhnika", Minskaya street, 102, Bobruisk, 213829, Mogilev region, Republic of Belarus

Summary. The possibility of use of dispersators of various nature for production of rubber technical products with expanded temperature conditions of operation is studied. It is investigated influences of dispersators of Dispergator FL and INT 159 on properties of rubber mixes for receiving products with high resistance to thermal aging or frost resistance. Research of influence of modifiers was conducted for rubber mixes on the basis of butadienenitrile rubbers synthetic (BNRS)-18 and BNRS-28. It's established that at addition of a dispersator of Dispergator FL the indicator of relative deformation of compression (RDC) and respectively heat stability of rubbers increases. Introduction to structure of elastomeric composition of a dispersator of INT 159 practically doesn't influence frost resistance, and Dispergator FL worsens her (the coefficient of frost resistance decreases by 15.4–17.8%). Possibly it is connected with the fact that at the lowered temperatures in the presence of Dispergator FL there is a bigger delay of relaxation processes and decrease in energy of the thermal movement of links of macromolecules of rubbers. It becomes insufficient for overcoming of intermolecular interaction in the modified system and commission of conformational transitions of macromolecules under the influence of external loading. Mechanical energy is to a large extent mentioned not on change of a form of macromolecules, and on their mechanodestruction. However, it increases heat stability since it that is higher, than molecular mobility is lower. INT 159 dispersator components, settling down on borders of supramolecular formations of elastomers, increase mobility of links of macromolecules of rubbers, weaken chemical bonds in them, reduce thermal stability, but at the same time INT 159 dispersator practically doesn't reduce frost resistance therefore it is expedient to apply it when receiving frost-resistant elastomeric composition. Thus, when receiving thermostable elastomeric compositions it is necessary to use Dispergator FL, and frost-resistant – INT 159 dispersator.

Keywords: dispersant, frost resistance, thermal stability, rubber technical products

Для цитирования

Долинская Р. М., Прокопчук Н. Р., Лейзеронек М. Е., Коровина Ю. В. Влияние диспергаторов на старение и морозостойкость эластомерных композиций на основе бутадиеннитрильных каучуков // Вестник ВГУИТ. 2016. № 2. С 197–200. doi:10.20914/2310-1202-2016-2-197-200

For citation

Dolinskaya R. M., Prokopchuk N. R., Leyzeronok M. E., Korovina Y. V. Influence of dispersants on aging and frost elastomeric compositions based on butadiene acrylonitrile rubbers. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no 2 pp. 197–200 (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2016-2-197-200

Введение

Современное развитие техники потребовало создания и широкого применения эластомерных материалов, сочетающих многообразные и часто весьма противоречивые свойства. К числу таких свойств могут быть отнесены морозостойкость и термостабильность, необходимые для многих РТИ.

Поскольку ассортимент эластомеров, обладающих высокой устойчивостью к тепловому старению и отличными низкотемпературными свойствами, очень ограничен и они не всегда доступны, предпочтительнее использовать в композиции модификаторы [1–3]. Это позволяет, не прибегая к синтезу новых каучуков, создать целую гамму материалов с новым комплексом свойств и значительно расширить сырьевую базу промышленности по производству РТИ.

Температурные пределы практического использования резин во многом определяются их стойкостью к различным видам старения, а также морозостойкостью. Поэтому важной задачей является расширение температурных режимов эксплуатации резиновых технических изделий за счёт повышения термостабильности эластомерных материалов путём применения модификаторов различной природы.

Цель исследования – изучение влияния диспергаторов на свойства резиновых смесей для получения изделий с высокой устойчивостью к тепловому старению или морозостойкостью.

1.1 Материалы и методы

В работе исследовались диспергаторы: Dispergator FL, INT 159 [2–3].

Dispergator FL – гранулированная технологическая добавка на основе комбинации металлического мыла, спиртов и жирных кислот. Известно [4–5], что при добавлении Dispergator FL существенно улучшается текучесть резиновой смеси при переработке её в изделия методами экструдирования, каландрования, трансферного прессования или литья под давлением. Также Dispergator FL играет роль внутренней и внешней смазки, положительно влияя на извлекаемость формованных деталей из формы.

INT 159 представляет собой гранулы кремового цвета, полученные на основе низкомолекулярного полимера, пропитанного первичными алифатическими аминами. Эта добавка способствует улучшению диспергирования наполнителей и улучшению текучести смесей [2–3].

В литературе нет сведений о влиянии этих модификаторов на морозо- и термостабильность. Однако наличие в составе модифицирующих добавок Dispergator FL, INT 159 активных функциональных групп даёт основание предположить, что они могут оказывать влияние на структурную упорядоченность эластомера и тем самым привести к расширению температурных режимов эксплуатации изделий.

Исследование влияния модификаторов проводили для резиновых смесей на основе БНКС-18АМН и БНКС-28АМН – сополимеров бутадиена и нитрила акриловой кислоты 18 и 28% соответственно.

Опытные образцы эластомерных композиций изготавливали на лабораторных вальцах ЛВ 320 160/160 при постоянном охлаждении валков; вулканизацию проводили в гидравлическом прессе при температуре 143 ± 3 °С. Определение стойкости резин к старению при статической деформации сжатия проводили в соответствии с ГОСТ 9.029-74. Определение коэффициента морозостойкости по эластическому восстановлению после сжатия при температуре минус 20 °С и минус 45 °С – в соответствии с ГОСТ 13808-79.

1.2 Результаты и обсуждение

В таблице 1 приведены показатели относительной остаточной деформации сжатия (ОДС).

Как видно из таблицы 1, введение диспергатора INT 159 приводит к уменьшению показателя ОДС, а использование диспергатора Dispergator FL – увеличивает этот показатель. Чем менее подвижны участки цепей каучуков между узлами вулканизационной сетки, тем выше ОДС и термостабильность резин. Это можно объяснить взаимодействием полярных функциональных групп каучуков и диспергатора Dispergator FL. Компоненты диспергатора INT 159, располагаясь по границам надмолекулярных образований эластомеров, повышают подвижность звеньев макромолекул каучуков и ослабляют химические связи в них, снижают термостойкость.

Морозостойкость образцов вулканизатов полученных на основе БНКС-18АМН испытывали при температуре минус 45 °С, а образцы на основе БНКС-28АМН – при минус 20 °С, т. к. с увеличением связанного акриланитрила уменьшается морозостойкость резиновых смесей. Влияние диспергаторов на морозостойкость резин представлено в таблице 2.

Показатели относительной остаточной деформации сжатия

Table 1

Indicators of relative residual deformation of compression

Наименование добавки Name of an additive	Относительная остаточная деформация сжатия при температуре 100 °С в течение 24 часов, % Relative residual deformation of compression at a temperature of 100 °C within 24 hours, %
резиновая смесь на основе каучука БНКС-18АМН rubber mix on the basis of BNKS-18AMN rubber	
без добавки without additive	37,4
Dispergator FL	38,6
INT 159	35,8
резиновая смесь на основе каучука БНКС-28АМН rubber mix on the basis of BNKS-28AMN rubber	
без добавки without additive	35,1
Dispergator FL	36,4
INT 159	33,0

Таблица 2

Коэффициент морозостойкости по эластическому восстановлению после сжатия

Table 2.

Frost resistance coefficient on elastic restoration after compression

Наименование добавки Name of an additive	Коэффициент морозостойкости по эластическому восстановлению Frost resistance coefficient on elastic restoration
резиновая смесь на основе каучука БНКС-18АМН, при температуре минус 45 °С rubber mix on the basis of BNKS-18AMN rubber, at a temperature minus 45 °C	
без добавки without additive	0,45
Dispergator FL	0,37
INT 159	0,40
резиновая смесь на основе каучука БНКС-28АМН, при температуре минус 20 °С rubber mix on the basis of BNKS-28AMN rubber, at a temperature minus 20 °C	
без добавки without additive	0,52
Dispergator FL	0,44
INT 159	0,50

По данным таблицы 2, можно сделать вывод, что введение в состав эластомерной композиции диспергатора INT 159 практически не влияет на морозостойкость, а Dispergator FL ухудшает морозостойкость (коэффициент морозостойкости снижается на 15,4–17,8%). Вероятно, это связано с тем, что при пониженных температурах в присутствии Dispergator FL происходит большее замедление релаксационных процессов и снижение энергии теплового движения звеньев макромолекул каучуков.

Она становится недостаточной для преодоления межмолекулярного взаимодействия в модифицированной системе и совершения конформационных переходов макромолекул

под действием внешней нагрузки. Механическая энергия в большей мере затрачивается не на изменение формы макромолекул, а на их механодеструкцию. Однако это повышает термостабильность, т. к. она тем выше, чем ниже молекулярная подвижность. Диспергатор INT 159 мало снижает морозостойкость, поэтому его целесообразно применять при получении морозостойких эластомерных композиций.

Заключение

При получении термостабильных эластомерных композиций необходимо использовать Dispergator FL, а морозостойких – диспергатор INT 159.

ЛИТЕРАТУРА

1 Theory and application of process additives. Schill+Seilacher "Structo" AG. URL: www.struktol.de (дата обращения 17.03.2016).

2 Lower E.S Oleochemical in the processing of rubber and other elastomers. Part I // Pigment and resin technology 1991.V. 20. № 5. P. 10–14.

3 Lower E.S Oleochemical in the processing of rubber and other elastomers. Part II // Pigment and resin technology. 1991.V. 20. № 6. P. 4–8.

4 Yang R.C., Li K., Zhu J.P., Zhu T.K. et al. Research on the Mechanical Properties and Micro-Morphology of the Cement Stabilized Gravel with Rubber Particles // Applied Mechanics and Technology. 2013. № 6. P. 47–63.

5 Zhu J., Zhu T., Dong Z., Wu D. Effect of rubber particles on cement stabilized gravel system // Journal of Wuhan University of Technology. 2014. №3. P.92–98.

REFERENCES

1 Theory and application of process additives. The official company website Schill+Seilacher "Structol" AG. Available at: www.struktol.de (accessed 17.03.2016).

2 Lower E.S Oleochemical in the processing of rubber and other elastomers. Part I. Pigment and resin technology, 1991, vol. 20, no. 5, pp. 10–14.

3 Lower E.S Oleochemical in the processing of rubber and other elastomers. Part II. Pigment and resin technology, 1991, vol. 20, no. 6, pp.4–8.

4 Yang R.C., Li K., Zhu J.P., Zhu T.K. et al. Research on the Mechanical Properties and Micro-Morphology of the Cement Stabilized Gravel with Rubber Particles // Applied Mechanics and Technology, 2013, no. 6, pp. 47–63.

5 Zhu J., Zhu T., Dong Z., Wu D. Effect of rubber particles on cement stabilized gravel system // Journal of Wuhan University of Technology, 2014, no. 3, pp.92–98.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Раиса М. Долинская к. х. н., доцент, кафедра технологии нефтехимического синтеза и переработки полимерных материалов, УО «Белорусский государственный технологический университет», ул. Свердлова, 13а, г. Минск, 220006, Республика Беларусь, raisa_dolinskaya@mail.ru

Николай Р. Прокопчук д. х. н., профессор, кафедра технологии нефтехимического синтеза и переработки полимерных материалов, УО «Белорусский государственный технологический университет», ул. Свердлова, 13а, г. Минск, 220006, Республика Беларусь, tnsippm@belstu.by

Марина Е. Лейзеронек начальник центральной лаборатории, ОАО «Беларусьрезинотехника», ул. Минская, 102, г. Бобруйск, 213829, Республика Беларусь, czl@aobrt.by

Юлия В. Коровина к.т.н., заместитель начальника отдела новых видов продукции и перспективных технологий, ОАО «Беларусьрезинотехника», ул. Минская, 102, г. Бобруйск, 213829, Республика Беларусь, technical@aobrt.by

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Raisa M. Dolinskaya candidate of chemical sciences, associate professor, department of technology of petrochemical synthesis and polymer materials processing, Belarusian state technological university, Sverdlova str., 13a, Minsk, 220006, Republic of Belarus, raisa_dolinskaya@mail.ru

Nicholas R. Prokopchuk doctor of chemical sciences, professor, department of technology of petrochemical synthesis and polymer materials processing, Belarusian state technological university, Sverdlova str., 13a, Minsk, 220006, Republic of Belarus, tnsippm@belstu.by

Marina E. Leyzeronok head of the central laboratory, OJSC “Belarusrezinotechnica”, Minskaya str., 102, Bobruisk, 213829, Mogilev region, Republic of Belarus, czl@aobrt.by

Yulia V. Korovina candidate of technical sciences, deputy of the head of the department of new products and advanced technologies, OJSC “Belarusrezinotechni”, Minskaya str., 102, Bobruisk, 213829, Mogilev region, Republic of Belarus, technical@aobrt.by

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Раиса М. Долинская Постановка задачи исследования, написание рукописи и несёт ответственность за плагиат

Николай Р. Прокопчук Консультация в ходе исследования, интерпретация данных, корректировка рукописи до подачи в редакцию

Марина Е. Лейзеронек Проведение эксперимента, интерпретация данных

Юлия В. Коровина Проведение эксперимента и организация производственных испытаний

CONTRIBUTION

Raisa M. Dolinskaya Proposed a scheme of the experiment, wrote the manuscript and is responsible for plagiarism

Nicholas R. Prokopchuk Consultation during the study, data interpretation, correct it before filing in editing

Marina E. Leyzeronok conducted an experiment, data interpretation

Yulia V. Korovina conducted an experiment, organized production trials

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

ПОСТУПИЛА 03.03.2016

RECEIVED 3.3.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 31.03.2016

ACCEPTED 3.31.2016

Влияние промоторов адгезии на упруго-прочностные свойства и структуру эластомерных композиций

Ольга А. Кротова,	¹	o.krotova@belstu.by
Андрей В. Касперович,	¹	andkasp@belstu.by
Жанна С. Шашок,	¹	shashok@belstu.by
Любовь В. Попова	²	luba030883@yandex.ru

¹ кафедра технологии нефтехимического синтеза и переработки полимерных материалов, Белорусский гос. технол. ун-т

² кафедра инженерной экологии, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Реферат. Исследовано влияние новых промоторов адгезии на упруго-прочностные свойства ненаполненных эластомерных композиций на основе синтетического изопренового каучука СКИ-3, а также на структуру их вулканизатов. Синтезированные промоторы адгезии представляют собой модифицированные кобальтом, никелем, а также комбинацией кобальта и никеля кремнекислотные наполнители и содержат на поверхности пониженное количество (по сравнению с промышленным стеаратом кобальта) ионов металлов переменной валентности. Проведены испытания по определению зависимостей изменения условной прочности при растяжении, относительного удлинения при разрыве и плотности поперечного сшивания резин от дозировок исследуемых промоторов адгезии и количества ионов металлов на их поверхности. Выявлено влияние типа и дозировки синтезированных промоторов адгезии резины к латунированному металлокорду на стойкость эластомерных композиций к тепловому старению. Установлено, что вулканизаты, содержащие синтезированные промоторы адгезии, имеют большую стойкость к воздействию повышенных температур по сравнению с резинами, содержащими промышленный стеарат кобальта. Увеличение дозировок, модифицированных кремнекислотных наполнителей в эластомерных композициях и количества металлов на их поверхности приводит к снижению стойкости вулканизатов к тепловому старению. При этом ионы никеля оказывают меньшее окислительное воздействие на резины по сравнению с ионами кобальта, что может быть связано с их меньшей активностью. Определено, что введение промоторов адгезии приводит к образованию дополнительных поперечных связей. Выявлено, что использование в эластомерных композициях минеральных промоторов в меньшей степени оказывает влияние на плотность поперечного сшивания резин после теплового старения по сравнению со стеаратом кобальта. При введении в эластомерные композиции модифицированных никелем кремнекислотных наполнителей наблюдается увеличение плотности сшивания резин при воздействии повышенных температур.

Ключевые слова: промотор адгезии, эластомерная композиция, металлокорд, прочность, структура вулканизата

The influence of adhesion promoters on elastic and strength properties and structure of elastomeric compositions

Olga A. Krotova,	¹	o.krotova@belstu.by
Andrei V. Kasperovich,	¹	andkasp@belstu.by
Zhanna S. Shashok,	¹	shashok@belstu.by
Lubov V. Popova	²	luba030883@yandex.ru

¹ technology of petrochemical synthesis and polymer materials processing department, Belarusian state technological university

² environmental engineering department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Summary. The effect of new promoters on the adhesion of elastic and strength properties unfilled elastomeric compositions based on synthetic isoprene rubber SKI-3 and also on the structure of their vulcanizates are investigated. Synthesized adhesion promoters constitute silica fillers modified with cobalt, nickel, and a combination of cobalt and nickel. They contain on the surface a reduced number (compared with industrial stearate, cobalt) ions of metals of variable valence. Tests are carried out to determine the dependency of changes of the tensile strength, the elongation at break and the density of the crosslinking of rubbers on dosages of the investigated adhesion promoters and amounts of metal ions on their surface. The effect of type and dosage of the synthesized promoters of adhesion of rubber to steel bracedcord on heat aging resistance of elastomeric compositions are established. It is established that the vulcanizates containing synthesized adhesion promoters have greater high temperatures resistance as compared with the rubber materials containing industrial cobalt stearate. Increasing dosages of modified silica acid fillers in elastomeric compositions, quantity of metals on their surface leads to the decrease of the resistance of vulcanizates to heat ageing. While Nickel ions have less oxidation effect on rubber, compared to cobalt ions that may be due to their lesser activity It is determined that the introduction of adhesion promoters leads to the formation of additional cross-linking. It is revealed that use the mineral promoters in the elastomeric compositions affects less the density of cross-linkage of rubber after heat aging as compared with the cobalt stearate. When administered in an elastomeric composition the silica modified nickel, increasing the crosslinking density of rubber upon exposure to elevated temperatures was observed.

Keywords: adhesion promoter, elastomer composition, steel, strength, structure of vulcanizate

Для цитирования

Кротова О. А., Касперович А. В., Шашок Ж. С., Попова Л. В. Влияние промоторов адгезии на упруго-прочностные свойства и структуру эластомерных композиций // Вестник ВГУИТ. 2016. № 2. С 201–209. doi:10.20914/2310-1202-2016-2-201-209

For citation

Krotova O. A., Kasperovich A. V., Shashok Z. S., Popova L. V. The influence of adhesion promoters on elastic and strength properties and structure of elastomeric compositions. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no 2 pp. 201–209 (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2016-2-201-209

Введение

Одним из основных факторов, определяющих работоспособность резинометаллокордных систем, является надёжное крепление резины к металлокорду [1–3]. По этой причине большое внимание уделяется поискам новых эффективных промоторов адгезии, обеспечивающих высокие исходные показатели прочности связи латунированный металлокорд – резина и их лучшее сохранение при эксплуатации. Следует отметить, что в присутствии модификаторов адгезии, как правило, изменяются не только адгезионные свойства эластомерных композиций, но также и весь комплекс свойств вулканизатов – упруго-прочностные и динамические; стойкость к старению, усталостная выносливость и др.

Основным типом практически используемых промоторов адгезии являются системы на основе органических солей металлов переменной валентности и в первую очередь кобальта [4, 5]. Их использование, однако, сопряжено с некоторыми отрицательными явлениями: при дозировках в резиновой смеси промоторов более 0,1–0,3% (в пересчёте на атомы металла) ускоряется каталитическое окисление эластомерной матрицы, возрастает склонность эластомерных композиций к подвулканизации, происходит деструкция вулканизационных связей. В связи с этим создание промоторов адгезии, свободных от металлов переменной валентности или содержащих их в небольшой концентрации, является перспективным направлением развития производства резиноармированных изделий.

1.1 Цель, объекты и методы исследований

Цель работы – исследовать влияние новых синтезированных промоторов адгезии на основе кремнекислотного наполнителя на упруго-прочностные свойства эластомерных композиций и их структуру.

Синтезированные промоторы адгезии представляют собой модифицированный кобальтом, никелем, а также совместно кобальтом и никелем кремнекислотный наполнитель (МККН). Характеристика исследуемых модификаторов адгезии по количественному содержанию металла на их поверхности приведена в таблице 1.

В качестве объекта исследования использовалась ненаполненная эластомерная композиция

на основе синтетического изопренового каучука СКИ-3. Промоторы адгезии, а также кремнекислотный наполнитель (ККН) вводились в резиновые смеси в дозировках 0,5; 1,0 и 1,5 мас. ч. на 100,0 мас. ч. каучука. Образцом сравнения являлась эластомерная композиция, содержащая промышленный стеарат кобальта.

Определение физико-механических свойств резин проводилось в соответствии с ГОСТ 270-75. Исследование стойкости вулканизатов к термическому старению осуществлялось согласно ГОСТ 9.024-74. Для установления плотности поперечного сшивания резин использовалась методика равновесного набухания с применением уравнения Флори – Ренера.

Таблица 1

Характеристика промоторов адгезии

Table 1

Characterization of adhesion promoters

Обозначение Designation	Металл Metal	Содержание, мас. % Content, wt. %
Стеарат кобальта Cobalt stearate	Co	10,5
ККН SAA	–	–
МККН1 Co MSAA1 Co	Co	4,6
МККН2 Co MSAA2 Co	Co	7,3
МККН3 Co MSAA3 Co	Co	9,3
МККН1 Ni MSAA1 Ni	Ni	2,4
МККН2 Ni MSAA2 Ni	Ni	4,2
МККН3 Ni MSAA3 Ni	Ni	6,1
МККН1 Co-Ni MSAA 1 Co-Ni	Co Ni	1,8 0,7
МККН2 Co-Ni MSAA 2 Co-Ni	Co Ni	3,7 0,8
МККН3 Co-Ni MSAA 3 Co-Ni	Co Ni	5,8 1,2

1.2 Результаты и обсуждение

Механические свойства резин обусловлены их высокоэластичностью и релаксационными свойствами, т. е. зависимостью напряжения от времени действия нагрузки и скорости деформирования. Для оценки влияния промоторов адгезии на упруго-прочностные свойства вулканизатов определяли условную прочность при растяжении (f_p) и относительное удлинение при разрыве (ϵ_p) (таблица 2).

Упруго-прочностные показатели резин

Table 2

Elastic-strength characteristics of rubbers

Наименование про- мотора адгезии Name of adhesion promoter	Дозировка промотора адгезии, мас. ч. на 100 мас. ч. каучука Dosage of adhesion promoter, wt. h. on 100 wt. h rubber	Условная прочность при растяжении, МПа Conditional tensile strength, MPa	Относительное удлинение при разрыве, Elongation at break, %
Без промотора Without a promoter	–	23,5	820
Стеарат кобальта Cobalt stearate	0,5	23,6	825
	1,0	23,5	850
	1,5	23,1	835
ККН SAA	0,5	23,6	850
	1,0	24,4	860
	1,5	25,5	840
МККН1 Co MSAA1 Co	0,5	24,9	830
	1,0	23,2	840
	1,5	23,3	840
МККН2 Co MSAA2 Co	0,5	24,3	820
	1,0	24,2	840
	1,5	23,9	830
МККН3 Co MSAA3 Co	0,5	24,6	825
	1,0	24,1	830
	1,5	23,1	845
МККН1 Ni MSAA1 Ni	0,5	23,3	840
	1,0	23,8	820
	1,5	24,4	830
МККН2 Ni MSAA2 Ni	0,5	24,2	850
	1,0	23,6	860
	1,5	24,8	825
МККА3 Ni MSAA3 Ni	0,5	23,7	840
	1,0	24,1	830
	1,5	25,4	825
МККН1 Co-Ni MSAA1 Co-Ni	0,5	25,4	830
	1,0	25,5	850
	1,5	25,1	830
МККН2 Co-Ni MSAA2 Co-Ni	0,5	23,8	835
	1,0	23,6	855
	1,5	24,1	845
МККН3 Co-Ni MSAA3 Co-Ni	0,5	24,3	820
	1,0	24,3	830
	1,5	24,0	820

Из полученных данных видно, что условная прочность при растяжении и относительное удлинение при разрыве резин без промоторов адгезии и с промышленным стеаратом кобальта имеют близкие значения, которые находятся в диапазоне 23,1–23,6 Н и 820–850% соответственно. Результаты исследований упруго-прочностных свойств вулканизатов, содержащих синтезированные промоторы адгезии, показали, что их природа и дозировка практически не оказывают влияния на данные

показатели ненаполненных эластомерных композиций на основе каучука СКИ-3. Так, показатели условной прочности при растяжении находятся в пределах 23,1–25,5 МПа, а относительного удлинения при разрыве – от 820 до 860%.

Причиной изменения свойств каучуков под действием температуры является деструкция макромолекул в результате их окисления и образования радикалов. Этот процесс может быть охарактеризован по степени изменения физико-механических показателей вулканизатов.

Стойкость резин на основе ненаполненных резиновых смесей к тепловому старению оценивали по изменению условной прочности при растяжении (S_σ) и относительного удлинения при разрыве (S_ϵ) после старения в воздушной среде при 100 °С.

Результаты исследования стойкости к тепловому старению резин, содержащих исследуемые промоторы адгезии, представлены в таблице 3.

Таблица 3

Изменение упруго-прочностных показателей резин

Table 3

The change of elastic-strength characteristics of rubbers

Наименование промотора адгезии Name of adhesion promoter	Дозировка промотора адгезии, мас. ч. на 100 мас. ч. каучука Dosage of adhesion promoter, wt. h. on 100 wt. h rubber	Изменение условной прочности при растяжении после теплового старения, % Change conditional tensile strength after heat aging, %		Изменение относительного удлинения при разрыве после теплового старения, % Change of elongation at break after heat aging, %	
		72 часа 72 hours	120 часов 120 hours	72 часа 72 hours	120 часов 120 hours
Без промотора Without a promoter	—	-21,7	-38,7	-7,9	-17,1
Стеарат кобальта Cobalt stearate	0,5	-86,9	-97,5	-4,8	-10,3
	1,0	-92,8	разрушение destruction	-7,6	разрушение destruction
	1,5	-93,1	разрушение destruction	-4,8	разрушение destruction
KKH SAA	0,5	-21,2	-39,8	-10,0	-13,5
	1,0	-18,9	-41,4	-9,9	-18,6
	1,5	-13,3	-32,5	-9,5	-13,7
MKKH1 Co MSAA1 Co	0,5	-69,9	-90,4	-7,8	-13,3
	1,0	-80,2	-97,4	-8,9	-23,8
	1,5	-82,8	-99,1	-7,7	-22,6
MKKH2 Co MSAA2 Co	0,5	-73,3	-91,4	-7,9	-21,3
	1,0	-84,7	-96,7	-7,7	-22,0
	1,5	-84,9	-98,3	-8,4	-18,1
MKKH3 Co MSAA3 Co	0,5	-76,0	-92,3	-9,1	-18,2
	1,0	-87,1	-98,3	-6,6	-20,5
	1,5	-90,0	-99,1	-9,5	-26,6
MKKH1 Ni MSAA1 Ni	0,5	-18,5	-40,8	-9,5	-23,2
	1,0	-23,1	-42,9	-7,9	-22,0
	1,5	-26,2	-45,5	-9,6	-24,1
MKKH2 Ni MSAA2 Ni	0,5	-30,6	-43,8	-10,0	-24,7
	1,0	-33,5	-45,8	-9,9	-23,8
	1,5	-39,5	-50,0	-9,1	-21,8
MKKA3 Ni MSAA3 Ni	0,5	-34,2	-48,9	-8,9	-26,8
	1,0	-35,7	-50,2	-9,6	-24,7
	1,5	-40,2	-53,5	-9,7	-23,6
MKKH1 Co-Ni MSAA1 Co-Ni	0,5	-40,6	-51,6	-9,0	-22,3
	1,0	-43,5	-62,4	-10,0	-24,7
	1,5	-43,8	-72,1	-9,6	-19,9
MKKH2 Co-Ni MSAA2 Co-Ni	0,5	-41,2	-58,4	-9,6	-21,0
	1,0	-59,3	-78,0	-9,4	-24,0
	1,5	-66,4	-85,9	-9,5	-22,5
MKKH3 Co-Ni MSAA3 Co-Ni	0,5	-43,2	-67,5	-9,1	-18,3
	1,0	-65,8	-85,6	-9,0	-21,7
	1,5	-75,0	-91,7	-9,8	-22,0

Исследование влияния содержания ККН на стойкость резин к тепловому старению показало, что увеличение дозировки этого компонента в составе эластомерных композиций способствует сохранению упруго-прочностных свойств резин по сравнению с образцом без промотора адгезии. Причем S_0 вулканизатов с ККН после 72 ч старения составляет $-13,3\%$, после 120 ч $-32,5\%$, а для образца без промотора адгезии эти показатели несколько ниже.

В результате определения стойкости ненаполненных резин на основе СКИ-3 к тепловому старению установлено, что ионы металлов, входящие в состав как промышленного стеарата кобальта, так и синтезированных промоторов адгезии, ускоряют процессы окисления эластомерных композиций. Следует отметить, что наибольшие изменения наблюдаются в структуре вулканизатов, содержащих стеарат кобальта. Так, изменение условной прочности при растяжении образцов без промотора адгезии составляет $-21,7\%$ после 72 ч старения и $-38,7\%$ после 120 ч, а при введении 0,5 мас. ч. промышленного модификатора адгезии эти показатели составляют $-86,9$ и $-97,5\%$ соответственно. При этом выявлено, что после 120 ч старения резины, содержащие 1,0 и 1,5 мас. ч. стеарата кобальта, разрушились в термошкафу.

Введение модифицированных кобальтом кремнекислотных наполнителей в меньшей степени оказывает негативное влияние на стойкость резин к воздействию повышенных температур, чем использование промышленного промотора адгезии. При этом наибольшее изменение стойкости резин к тепловому старению выявлено при использовании кобальтсодержащего промотора с 9,3 мас. % Со и составляет от $-76,0$ до $-90,0\%$ после 72 ч старения и от $-92,3$ до $-99,1\%$ после 120 ч при дозировках модификатора адгезии соответственно 0,5–1,5 мас. ч. Повышенная стойкость резин к тепловому старению эластомерных композиций, содержащих новые промоторы адгезии, может быть обусловлена меньшим количеством ионов металла на поверхности модифицированных кремнекислотных наполнителей и, следовательно, меньшей их окислительной активностью.

В результате исследований выявлено, что вулканизаты с никель- и кобальтнিকельсодержащими промоторами адгезии в меньшей степени подвержены воздействию повышенных температур по сравнению с резинами, содержащими модифицированные кобальтом кремнекислотные

наполнители. Так, значения изменения условной прочности при растяжении резин при использовании модифицированных никелем кремнекислотных наполнителей составляют от $-18,5$ до $-40,2\%$ после 72 ч старения и от $-40,8$ до $-53,5\%$ после 120 ч. Эластомерные композиции с кобальтнিকельсодержащими МККН по стойкости к тепловому старению занимают промежуточное положение между резинами с кобальт- и никельсодержащими промоторами: S_0 находится в пределах от $-40,6$ до $-75,0\%$ после 72 ч старения и от $-51,6$ до $-91,7\%$ после 120 ч. Такой характер изменения свойств может быть связан с более низкой окислительной активностью ионов никеля по сравнению с ионами кобальта.

Анализ эластических свойств всех исследуемых композиций показал, что определённой зависимости в изменении относительного удлинения при разрыве в процессе теплового старения от дозировки и природы модификатора адгезии не наблюдается. Так, после 72 ч старения минимальное значение S_0 вулканизатов составляет $-4,8\%$ (при использовании 0,5 и 1,5 мас. ч. стеарата кобальта), а максимальное $-10,0\%$ (при введении 0,5 мас. ч. ККН и никельсодержащего МККН с 4,2 мас. % Ni, а также 1,0 мас. ч. МККН с 1,8 мас. % Со и 0,7 мас. % Ni). Аналогичный характер изменения свойств выявлен и после 120 ч старения (изменение относительного удлинения при разрыве находится в пределах от $-10,3$ до $-26,8\%$).

Структура пространственной сетки оказывает существенное влияние на прочностные и эластические свойства вулканизатов, а также определяет стойкость резин к термическим и термоокислительным воздействиям. Плотность поперечного сшивания является одной из основных характеристик образующейся пространственной сетки. При растяжении с конечной скоростью прочность резин при увеличении густоты сетки изменяется по кривой с максимумом. Положение максимума на кривой зависимости прочности от концентрации поперечных связей зависит от типа каучука и типа вулканизующей системы. Влияние типа вулканизующей системы на свойства резин связано прежде всего с образованием поперечных связей различной энергии. Результаты исследования влияния вводимых промоторов адгезии на характеристики вулканизационной сетки эластомерных композиций представлены в таблице 4.

Таблица 4

Характеристики вулканизационной сетки ненаполненных эластомерных композиций

Table 4

Vulcanization characteristics of the grid unfilled elastomeric compositions

Наименование промотора адгезии Name of adhesion promoter	Дозировка промотора адгезии, мас. ч. на 100 мас. ч. каучука Dosage of adhesion promoter, wt. h. on 100 wt. h rubber	Плотность поперечного сшивания $\nu \cdot 10^5$, моль/см ³ Density of cross-linkage $\nu \cdot 10^5$, mol/cm ³		
		до старения to aging	после 72 ч старения after 72 h of aging	после 120 ч старения after 120 h of aging
Без промотора Without a promoter	–	5,23	6,31	6,23
Стеарат кобальта Cobalt stearate	0,5	5,71	3,08	4,74
	1,0	5,69	1,95	–
	1,5	5,70	1,88	–
ККН SAA	0,5	5,40	6,26	6,08
	1,0	5,50	6,13	6,08
	1,5	5,65	6,20	6,19
МККН1 Co MSAA1 Co	0,5	5,99	4,55	5,73
	1,0	5,49	3,01	4,73
	1,5	5,68	2,99	4,29
МККН2 Co MSAA2 Co	0,5	5,80	4,39	5,35
	1,0	5,47	3,10	4,39
	1,5	5,60	2,82	4,22
МККН3 Co MSAA3 Co	0,5	5,79	3,80	5,39
	1,0	5,28	3,78	4,10
	1,5	5,17	2,62	4,45
МККН1 Ni MSAA1 Ni	0,5	5,43	6,53	6,61
	1,0	5,48	6,72	6,80
	1,5	5,56	6,87	6,96
МККН2 Ni MSAA2 Ni	0,5	5,46	6,61	6,84
	1,0	5,51	6,77	6,95
	1,5	5,57	6,91	7,01
МККА3 Ni MSAA3 Ni	0,5	5,49	6,68	7,12
	1,0	5,48	6,84	7,09
	1,5	5,54	6,96	7,08
МККН1 Co-Ni MSAA1 Co-Ni	0,5	5,38	6,52	6,14
	1,0	5,45	5,91	5,08
	1,5	5,53	5,22	3,95
МККН2 Co-Ni MSAA2 Co-Ni	0,5	5,58	6,33	5,61
	1,0	5,63	5,02	4,43
	1,5	5,78	4,54	3,29
МККН3 Co-Ni MSAA3 Co-Ni	0,5	5,84	5,90	5,03
	1,0	5,91	4,56	3,90
	1,5	5,97	3,62	2,74

Анализ данных показал, что введение практически всех промоторов адгезии приводит к увеличению плотности поперечного сшивания (ν) макромолекул каучука по сравнению с образцом без промотора. Это может свидетельствовать об участии модификаторов адгезии в процессе образования сетчатой структуры вулканизата, в результате чего могут образовываться дополнительные поперечные связи. Выявлено, что наибольшую

плотность сшивки имеют вулканизаты, содержащие 0,5 мас. ч. модифицированного кобальтом кремнекислотного наполнителя с 4,6 мас. % Со и 1,5 мас. ч. модифицированного кобальтом и никелем кремнекислотного наполнителя с 5,8 мас. % Со и 1,2 мас. % Ni, для которых плотность поперечного сшивания соответственно равна $5,99 \cdot 10^{-5}$ моль/см³ и $5,97 \cdot 10^{-5}$ моль/см³ (у образца без промотора адгезии $5,23 \cdot 10^{-5}$ моль/см³).

Изменение содержания стеарата кобальта не оказывает существенного влияния на плотность поперечного сшивания резин: ν находится в пределах $5,69 \cdot 10^{-5}$ – $5,71 \cdot 10^{-5}$ моль/см³. Дозировка модифицированных кобальтом кремнекислотных наполнителей и количество ионов металла на их поверхности оказывает неоднозначное влияние на плотность сшивки вулканизатов: ν изменяется в диапазоне от $5,17 \cdot 10^{-5}$ моль/см³ (у образца с 1,5 мас. ч. кобальтсодержащего МККН с 9,3 мас. % Со) до $5,99 \cdot 10^{-5}$ моль/см³ (у образца с 0,5 мас. ч. кобальтсодержащего МККН с 4,6 мас. % Со).

При введении никель- и кобальтсодержащих промоторов адгезии в эластомерные композиции плотность поперечного сшивания резин увеличивается с повышением дозировки данных компонентов и количества металлов на их поверхности. Однако, значения плотности сшивки в этих случаях ниже, чем при использовании стеарата кобальта (ν изменяется от $5,38 \cdot 10^{-5}$ до $5,63 \cdot 10^{-5}$ моль/см³). В тоже время плотность поперечного сшивания резин, содержащих модифицированные совместно кобальтом и никелем кремнекислотные наполнители с 3,7 мас. % Со и 0,8 мас. % Ni в дозировке 1,5 мас. ч. и с 5,8 мас. % Со и 1,2 мас. % Ni во всех дозировках, составляет $5,78 \cdot 10^{-5}$ – $5,97 \cdot 10^{-5}$ моль/см³, т. е. превосходит образцы с промышленным модификатором адгезии.

При высоких температурах в каучуках и резинах протекают разнообразные химические процессы, определяемые как химическим составом и структурой самого каучука, так и составом резины. В этом случае возможно беспорядочное сшивание макромолекул за счёт взаимодействия полимерных радикалов и образования разветвлённых и сшитых структур.

На основании полученных результатов установлено, что плотность поперечного сшивания вулканизатов без промоторов адгезии и содержащих ККН после 72 ч старения выше, чем у образцов до старения. Так, плотность сшивки резин без промотора адгезии составляет $6,31 \cdot 10^{-5}$ моль/см³, а с ККН в зависимости от вводимой дозировки находится в пределах $6,13 \cdot 10^{-5}$ – $6,26 \cdot 10^{-5}$ моль/см³. Увеличение продолжительности теплового старения образцов до 120 ч приводит к небольшому снижению (до 3 %) плотности сшивки данных резин.

При введении в эластомерные композиции стеарата кобальта, а также модифицированных кобальтом кремнекислотных наполнителей наблюдается уменьшение плотности поперечного сшивания резин после теплового старения в течение 72 ч по сравнению с образцами

до старения. Причём чем больше ионов кобальта содержится в эластомерной композиции, тем в большей степени происходит уменьшение плотности сшивки вулканизатов. Это может быть связано с разрушением полисульфидных поперечных связей и частичной деструкцией цепей полимеров, инициированной ионами кобальта, в процессе воздействия повышенных температур. Следует отметить, что использование в эластомерных композициях кобальтсодержащих минеральных промоторов в меньшей степени оказывает влияние на плотность поперечного сшивания резин после 72 ч старения по сравнению со стеаратом кобальта. Так, при изменении дозировки промышленного модификатора адгезии от 0,5 до 1,5 мас. ч. наблюдается уменьшение плотности поперечного сшивания вулканизатов от $3,08 \cdot 10^{-5}$ до $1,88 \cdot 10^{-5}$ моль/см³, что соответственно в 1,85–3,03 раза меньше, чем у образцов до старения. В тоже время в случае использования синтезированных промоторов адгезии наибольшее уменьшение плотности сшивки резин после 72 ч старения (от $3,80 \cdot 10^{-5}$ до $2,62 \cdot 10^{-5}$ моль/см³) выявлено при введении кобальтсодержащего МККН с максимальным (9,3 мас. %) содержанием кобальта.

Из полученных данных видно, что при увеличении времени старения до 120 ч плотность поперечного сшивания вулканизатов, содержащих 0,5 мас. ч. промышленного промотора адгезии и все модифицированные кобальтом кремнекислотные наполнители, несколько повышается по сравнению с образцами, подвергавшимися старению в течение 72 ч. Такой характер изменения плотности сшивки эластомерных композиций может быть связан с большим количеством радикалов, образующихся под действием повышенных температур, которые, рекомбинируя друг с другом, приводят к образованию дополнительных поперечных связей. Следует отметить, что при более длительном старении (120 ч) резины, содержащие стеарат кобальта, имеют более низкие значения плотности сшивки, чем образцы с кобальтсодержащими неорганическими промоторами. Так, плотность поперечного сшивания резин, содержащих 0,5 мас. ч. промышленного промотора адгезии составляет $4,74 \cdot 10^{-5}$ моль/см³, а при введении 0,5 мас. ч. кобальтсодержащих МККН значение этого показателя в зависимости от количества металла на поверхности модификатора адгезии находится в пределах от $5,73 \cdot 10^{-5}$ до $5,35 \cdot 10^{-5}$ моль/см³. Плотность сшивки эластомерных композиций, содержащих 1,0 и 1,5 мас. ч. стеарата кобальта, после 120 ч старения не определялась, поскольку данные образцы разрушились в термошкафу.

Плотность поперечного сшивания эластомерных композиций, содержащих модифицированные никелем кремнекислотные наполнители, при воздействии повышенных температур увеличиваться. При этом максимальное значение $\nu = 7,12 \cdot 10^{-5}$ моль/см³ после 120 ч старения имеет образец, содержащий 0,5 мас. ч. МККН с 6,1 мас. % Ni. Повышение плотности поперечного сшивания резин после старения может свидетельствовать о протекании процессов структурирования в объёме эластомерной матрицы за счёт взаимодействия образующихся радикалов под действием температуры.

После теплового старения в течение 72 ч вулканизаты с кобальтнیکельсодержащими промоторами в минимальных дозировках, а также с кобальтнیکельсодержащим МККН с 1,8 мас. % Со и 0,7 мас. % Ni в дозировке 1,0 мас. ч. характеризуются более высокой плотностью поперечного сшивания по сравнению с образцами до старения. При этом максимальное значение этого показателя ($6,52 \cdot 10^{-5}$ моль/см³) выявлено у образцов, содержащих промотор адгезии с 1,8 мас. % Со и 0,7 мас. % Ni в минимальной дозировке. Однако, при увеличении времени воздействия повышенных температур (120 ч) наблюдается уменьшение плотности сшивания эластомерные композиции с кобальтнیکельсодержащими промоторами. Причём чем выше дозировка данных модификаторов адгезии и больше количество металлов на их поверхности, тем меньше плотность поперечного сшивания резин. Так, плотность сшивки эластомерных композиций, содержащих МККН с 1,8 мас. % Со и 0,7 мас. % Ni уменьшилась от $6,14 \cdot 10^{-5}$ до $3,95 \cdot 10^{-5}$ моль/см³, а с 5,8 мас. % Со и 1,2 мас. % Ni от $5,03 \cdot 10^{-5}$ до $2,74 \cdot 10^{-5}$ моль/см³ при изменении дозировки соответственно от 0,5 до 1,5 мас. ч.

Таким образом, на основании полученных данных определено, что эластомерные композиции, содержащие синтезированные промоторы адгезии, в меньшей подвержены воздействию

повышенных температур по сравнению с резинами, содержащими промышленный стеарат кобальта. Увеличение дозировок модифицированных кремнекислотных наполнителей в эластомерных композициях и количества металлов на их поверхности приводит к снижению стойкости вулканизатов к тепловому старению. Это может быть связано с каталитической активностью металлов переменной валентности и ускорением реакции окисления полимера. Ионы никеля оказывают меньшее окислительное воздействие на резины по сравнению с ионами кобальта, что может быть связано с их меньшей активностью.

Установлено, что введение в резиновые смеси промоторов адгезии приводит к образованию дополнительных поперечных связей у вулканизатов. Резины, содержащие модифицированный кобальтом кремнекислотный наполнитель в дозировке 0,5 мас. ч., МККН с 3,7 мас. % Со и 0,8 мас. % Ni в дозировке 1,5 мас. ч., а также МККН с 5,8 мас. % Со и 1,2 мас. % Ni во всех дозировках, имеют наибольшую плотность поперечного сшивания до старения. Введение в эластомерные композиции стеарата кобальта, модифицированных кобальтом и комбинацией кобальта и никеля кремнекислотных наполнителей приводит к уменьшению плотности сшивки вулканизатов после теплового старения. Такой характер изменения свойств может быть связан с разрушением полисульфидных поперечных связей и частичной деструкцией цепей полимеров, инициированной ионами кобальта, в процессе воздействия повышенных температур. Выявлено, что использование в эластомерных композициях минеральных промоторов в меньшей степени оказывает влияние на плотность поперечного сшивания резин после теплового старения по сравнению со стеаратом кобальта. При введении в эластомерные композиции модифицированных никелем кремнекислотных наполнителей наблюдается увеличение плотности сшивания резин при воздействии повышенных температур.

5 Гришин Б.С. Материалы резиновой промышленности (информационно-аналитическая база данных): монография. Ч. 1. Казань: КГТУ, 2010. 506 с.

REFERENCES

- 1 Shmurak I.L. Adhesive joint of the steel cord/rubber. The formation and destruction. *Kauchuk i rezina* [Rubber]. 2013, no. 2, pp. 56–60. (in Russian).
- 2 Banerjee A. et al. Microstructural evolution in Cu–Sn coatings deposited on steel substrate and its effect on interfacial adhesion, *Surface & Coatings Technology*, 2015, vol. 262, pp. 200–209.
- 3 Ling, C.Y. et al. A computational study of adhesion between rubber and metal sulfides at rubber–brass interface, *Chemical Physics*, 2015, vol. 453, pp. 7–12.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Шмурак И.Л. Адгезионное соединение металлокорд/резина. Формирование и разрушение // *Каучук и резина*. 2013. № 2. С. 56–60.
- 2 Banerjee A. et al. Microstructural evolution in Cu–Sn coatings deposited on steel substrate and its effect on interfacial adhesion // *Surface & Coatings Technology*. 2015. V. 262. P. 200–209.
- 3 Ling, C.Y. et al. A computational study of adhesion between rubber and metal sulfides at rubber–brass interface // *Chemical Physics*. 2015. V. 453. P. 7–12.
- 4 Меледина Л.А. Использование гидроксилатов Со и Ni для повышения адгезии в системе резина–латунированный металлокорд // *Каучук и резина*. 2006. № 5. С. 18–21.

4 Meledina L.A. et al. Use hydroxylate Co and Ni to improve adhesion to brass - system rubber steel cord. *Kauchuk i rezina* [Rubber] 2006, no. 5, pp. 18–21. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Ольга А. Кротова аспирант, кафедра технологии нефтехимического синтеза и переработки полимерных материалов, УО «Белорусский государственный технологический университет», ул Свердлова 13а, г. Минск, 220006, Беларусь, o.krotova@belstu.by

Андрей В. Касперович к.т.н., заведующий кафедрой, кафедра технологии нефтехимического синтеза и переработки полимерных материалов, УО «Белорусский государственный технологический университет», ул Свердлова 13а, г. Минск, 220006, Беларусь, andkasp@belstu.by

Жанна С. Шашок к.т.н., доцент, кафедра технологии нефтехимического синтеза и переработки полимерных материалов, УО «Белорусский государственный технологический университет», ул Свердлова 13а, г. Минск, 220006, Беларусь, shashok@belstu.by

Любовь В. Попова к.т.н., доцент, кафедра инженерной экологии, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, luba030883@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Андрей В. Касперович предложил методику проведения эксперимента и организовал производственные испытания
Жанна С. Шашок, Любовь В. Попова консультация в ходе исследования

Ольга А. Кротова обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперимент, выполнила расчёты, написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 22.03.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 20.04.2016

5 Grishin B.S. Materialy rezinovoj promyshlennosti (informatsionno-analiticheskaya baza dannykh) [The materials of rubber industru (information-analytical database)] Kazan, KGTU, 2010, 506 p. (in Russian).

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Olga A. Krotova graduate student, department of Technology of Petrochemical Synthesis and Polymer Materials Processing, Belarusian State Technological University, 13a, Sverdlova str., Minsk, 220006, Republic of Belarus, o.krotova@belstu.by

Andrei V. Kasperovich Ph. D., head of department, department of Technology of Petrochemical Synthesis and Polymer Materials Processing, Belarusian State Technological University, 13a, Sverdlova str., Minsk, 220006, Republic of Belarus, andkasp@belstu.by

Zhanna S. Shashok Ph. D., associate professor, department of Technology of Petrochemical Synthesis and Polymer Materials Processing, Belarusian State Technological University, 13a, Sverdlova str., Minsk, 220006, Republic of Belarus, shashok@belstu.by

Lubov V. Popova Ph. D., associate professor, department of environmental engineering, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, Russia, luba030883@yandex.ru

CONTRIBUTION

Andrei V. Kasperovich proposed a scheme of the experiment and organized production trials

Zhanna S. Shashok, Lyuov V. Popova consultation during the study

Olga A. Krotova 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 3.22.2016

ACCEPTED 4.20.2016

Моделирование непрерывного процесса свободно-радикальной сополимеризации бутадиена со стиролом методом Монте-Карло

Татьяна А. Михайлова, ¹	T.A. Mihailova@yandex.ru
Эльдар Н. Мифтахов, ²	promif@mail.ru
Ильдус Ш. Насыров, ³	nasyrov.ish@skstr.ru
Светлана А. Мустафина ¹	Mustafina_SA@mail.ru

¹ кафедра математического моделирования, Стерл. филиал Баш. гос. ун-та, пр-т Ленина, 49, г. Стерлитамак, Россия

² кафедра физики и математики, Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т, филиал в г. Ишимбае, ул. Губкина, 15, г. Ишимбай, Россия

³ ОАО «Синтез-Каучук», ул. Техническая, 14, г. Стерлитамак, Россия

Реферат. В статье предложен алгоритм моделирования непрерывного процесса низкотемпературной свободно-радикальной сополимеризации бутадиена со стиролом в эмульсии, основанный на методе Монте-Карло. Этот процесс лежит в основе промышленного производства бутадиен-стирольного синтетического каучука, который является наиболее распространённым крупнотоннажным каучуком общего назначения. В основе алгоритма моделирования лежит имитация роста каждой макромолекулы образующегося сополимера и отслеживание происходящих с ней процессов. Моделирование осуществляется с учётом распределения по времени пребывания частиц в системе, что даёт возможность исследовать процесс, протекающий в батарее последовательно соединённых полимеризаторов. При этом каждый полимеризатор представляет собой реактор идеального смешения непрерывного действия. Так как процесс является непрерывным, то при моделировании учтено постоянное добавление порции реакционной смеси в первый реактор каскада. Построенная модель позволяет исследовать молекулярно-массовые и вязкостные характеристики образующегося продукта сополимеризации, прогнозировать массовое содержание бутадиена и стирола в сополимере, проводить расчёт молекулярно-массового распределения получаемого продукта в любой момент времени ведения процесса. По результатам проведённых вычислительных экспериментов проведён анализ влияния режима, вводимого во время ведения процесса регулятора на изменение характеристик образующегося бутадиен-стирольного сополимера. Так как рассматриваемый процесс проходит с участием мономеров двух типов, то помимо перечисленного модель позволяет исследовать композиционную неоднородность получаемого продукта, то есть проводить расчёт композиционного распределения и распределения макромолекул по размеру и составу. На основе предложенного алгоритма создано программное средство, позволяющее отслеживать изменение характеристик образующегося продукта в динамике.

Ключевые слова: сополимеризация, бутадиен, стирол, метод Монте-Карло, распределение по времени пребывания, молекулярно-массовое распределение, композиционная неоднородность.

Modeling of continuous free-radical butadiene-styrene copolymerization process by the Monte Carlo method

Tatiana A. Mikhailova, ¹	T.A. Mihailova@yandex.ru
Eldar N. Miftakhov, ²	promif@mail.ru
Ildus Sh. Nasyrov, ³	nasyrov.ish@skstr.ru
Svetlana A. Mustafina ¹	Mustafina_SA@mail.ru

¹ department of mathematical modeling, Sterlitamak branch of Bashkir state university, Lenin av., 49, Sterlitamak, Russia

² department of Physics and Mathematics, Ufa state aviation technical university, Ishimbay branch, Gubkina, 15, Ishimbay, Russia

³ JSC "Sintez-Kauchuk", Tekhnicheskaya, 14, Sterlitamak, Russia

Summary. In the paper the algorithm of modeling of continuous low-temperature free-radical butadiene-styrene copolymerization process in emulsion based on the Monte-Carlo method is offered. This process is the cornerstone of industrial production butadiene – styrene synthetic rubber which is the most widespread large-capacity rubber of general purpose. Imitation of growth of each macromolecule of the formed copolymer and tracking of the processes happening to it is the basis of algorithm of modeling. Modeling is carried out taking into account residence-time distribution of particles in system that gives the chance to research the process proceeding in the battery of consistently connected polymerization reactors. At the same time each polymerization reactor represents the continuous stirred tank reactor. Since the process is continuous, it is considered continuous addition of portions to the reaction mixture in the first reactor of battery. The constructed model allows to research molecular-weight and viscous characteristics of the formed copolymerization product, to predict the mass content of butadiene and styrene in copolymer, to carry out calculation of molecular-weight distribution of the received product at any moment of conducting process. According to the results of computational experiments analyzed the influence of mode of the process of the regulator introduced during the maintaining on change of characteristics of the formed butadiene-styrene copolymer. As the considered process takes place with participation of monomers of two types, besides listed the model allows to research compositional heterogeneity of the received product that is to carry out calculation of composite distribution and distribution of macromolecules for the size and structure. On the basis of the proposed algorithm created the software tool that allows you to keep track of changes in the characteristics of the resulting product in the dynamics.

Keywords: copolymerization, butadiene, styrene, Monte Carlo method, residence-time distribution, molecular-weight distribution, compositional heterogeneity.

Для цитирования

Михайлова Т. А., Мифтахов Э. Н., Насыров И. Ш., Мустафина С. А. Моделирование непрерывного процесса свободно-радикальной сополимеризации бутадиена со стиролом методом Монте-Карло // Вестник ВГУИТ. 2016. № 2. С 210–217. doi:10.20914/2310-1202-2016-2-210-217

For citation

Mikhailova T. A., Miftakhov E. N., Nasyrov I. Sh., Mustafina S. A. Modeling of continuous free-radical butadiene-styrene copolymerization process by the Monte Carlo method. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 2. pp. 210–217 (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2016-2-210-217

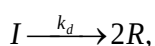
Введение

Обширную группу нефтехимической продукции составляют синтетические каучуки, которые представляют собой полимеры, способные перерабатываться в процессе вулканизации в резину. В настоящее время производится широкий ассортимент синтетических каучуков, отличающихся потребительскими свойствами, что напрямую зависит от используемых мономеров: бутадиен, стирол, изопрен и др. Их сочетание и способ полимеризации определяет конечные свойства получаемого продукта и его назначение.

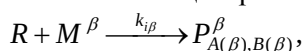
Бутадиен-стирольные синтетические каучуки являются одними из самых распространенных крупнотоннажных каучуков общего назначения. В основе промышленного производства лежит процесс низкотемпературной свободно-радикальной сополимеризации бутадиена со стиролом в эмульсии. Изучение этого процесса становится возможным при построении математической модели. В свою очередь, моделирование позволит прогнозировать свойства и модифицировать качественные показатели получаемого продукта, что является актуальной задачей на сегодняшний день.

1.1 Материалы и методы исследований

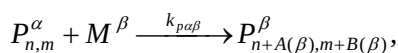
Предварительно необходимо выписать кинетическую схему процесса сополимеризации, при этом будем полагать, что реакционная способность активного центра растущей цепи определяется природой концевой звена. Кинетическую схему процесса составляют следующие стадии: распад инициатора



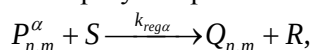
иницирование активных центров



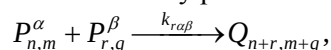
рост цепи



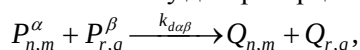
передача цепи на регулятор



обрыв цепи по механизму рекомбинации



обрыв цепи по механизму диспропорционирования



где $\alpha, \beta = 1, 2$; M^1, M^2 – мономеры первого и второго типа (бутадиен и стирол); $P_{n,m}^\alpha$ и $Q_{n,m}$ – активные и неактивные цепи полимера длиной $m+n$, состоящие из m звеньев мономера M^1 и

n звеньев мономера M^2 , оканчивающиеся мономером M^α ; $k_i, k_p, k_{reg}, k_d, k_r$ – константы элементарных стадий иницирования, роста, передачи цепи, диспропорционирования и рекомбинации соответственно; $A(\beta) = \{1, \text{если } \beta = 1; \text{иначе } 0\}$; $B(\beta) = \{1, \text{если } \beta = 2; \text{иначе } 0\}$.

Ранее в работе [1] был рассмотрен алгоритм моделирования периодического процесса сополимеризации бутадиена со стиролом, основанный на методе Монте-Карло. Но производство бутадиен-стирольного каучука представляет собой непрерывный процесс, протекающий одновременно в нескольких аппаратах, объединённых в каскад. Это связано с повышением производительности, стабильными показателями получаемого продукта и экономической эффективностью.

При моделировании периодического полимеризационного процесса все частицы системы на протяжении всего времени находятся в одном реакторе. В этом случае каждая реакция характеризуется временем моделирования, которое рассчитывается по формуле:

$$\Delta t = \frac{1}{R_{sum}} \ln\left(\frac{1}{r_p}\right), \quad (1)$$

где R_{sum} – сумма скоростей возможных элементарных реакций кинетической схемы процесса, r_p – случайное число, сгенерированное на отрезке $[0, 1]$. Но в случае непрерывного процесса стоит говорить о некотором среднем времени пребывания как о некоторой случайной величине, которая характеризуется вероятностной функцией распределения [2].

Согласно [3], вероятность того, что частица проводит время от t до $t + dt$ в текущем реакторе, равна $p(t)dt$, но так как рассматриваемые полимеризаторы представляют собой реакторы идеального смешения непрерывного действия, то для них величина $p(t)$ рассчитывается по формуле:

$$p(t) = \left(\frac{n}{\tau}\right)^n \frac{t^{n-1}}{(n-1)!} e^{-\frac{nt}{\tau}}, \quad (2)$$

где n – количество реакторов в системе, τ – среднее время пребывания реакционной смеси в одном реакторе (ч).

На рисунке 1 изображено распределение частиц реакционной смеси по времени пребывания для батареи из 12 полимеризаторов объемом $V = 10.8 \text{ м}^3$ с объемной скоростью потока $C_f = 9.5982 \text{ м}^3/\text{ч}$. В этом случае среднее время пребывания реакционной смеси в одном полимеризаторе равно 1.125 ч.

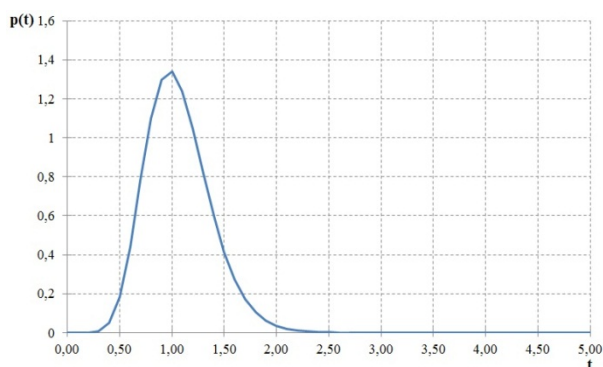


Рисунок 1. Распределение по времени пребывания в каскаде из 12 реакторов

Figure 1. Residence time distribution in the cascade of 12 reactors.

Таким образом, для моделирования непрерывного процесса полимеризации, проводящегося в каскаде реакторов идеального смешения, необходимо каждую частицу системы (молекулу, макромолекулу) дополнительно характеризовать временем пребывания в реакторе, которое определяется с использованием распределения (2). Для этого отрезку времени от 0 до t_{max} подбирали шаг разбиения dt , чтобы сумма вероятностей для каждого варианта времени пребывания была равна единице.

После этого необходимо сгенерировать случайное число $r_p \in [0,1]$ и подобрать такое значение порядкового номера f , чтобы существовало неравенство:

$$\sum_{i=1}^{f-1} p((f-1) \cdot dt) < r_p < \sum_{i=1}^f p(f \cdot dt). \quad (3)$$

Следовательно, в результате розыгрыша выбранной частице соответствует время пребывания $f \cdot dt$ [4].

Тогда для процесса, которому соответствует среднее время пребывания реакционной смеси 1.125 ч, таким отрезком времени является отрезок от 0 до 5 ч с шагом 0.1 ч.

Алгоритм моделирования непрерывного процесса сополимеризации бутадиена со стиролом можно представить в виде последовательности шагов, при этом учитывается, что каждый час в первый реактор добавляется порция реакционной смеси, соответствующая производственной рецептуре процесса.

Шаг 1. Зададим объём и характеристики подаваемой порции реакционной смеси, предварительно рассчитав количество молекул каждой составляющей смеси: бутадиен M^1 , стирол M^2 , инициатор I и регулятор S . Также необходимо задать технологические параметры процесса:

объём реактора V , количество реакторов m , объёмную скорость потока C_f и порядковые номера полимеризаторов, в которые подаётся регулятор.

Шаг 2. Преобразуем константы скоростей элементарных реакций:

$\tilde{k} = k$ для реакций первого порядка;

$\tilde{k} = \frac{k}{V \cdot N_A}$ для реакций второго порядка (V –

объём реактора, N_A – постоянная Авогадро).

Шаг 3. Вычислим скорость каждой реакции кинетической схемы R_i для реактора с порядковым номером j :

$$R_i = \tilde{k}_i \cdot X_A \cdot X_B,$$

где $\tilde{k}_i$ – константа скорости i -й реакции, в которой участвуют реагенты A и B ; X_A , X_B – концентрации реагентов (количество молекул). Посредством их суммирования получим общую скорость реакции:

$$R_{sum} = R_1 + R_2 + \dots + R_n,$$

где n – число элементарных реакций кинетической схемы процесса.

Шаг 4. Вычислим вероятность p_i осуществления каждой реакции в данный момент времени:

$$p_i = \frac{R_i}{R_{sum}}, \quad i = 1..n.$$

Очевидно, что $p_1 + p_2 + \dots + p_n = 1$

Шаг 5. Сгенерируем равномерно распределённое случайное число r_p на отрезке от 0 до 1 и подберём такое значение порядкового номера реакции в кинетической схеме процесса f , чтобы существовало неравенство:

$$\sum_{i=1}^{f-1} p_i < r < \sum_{i=1}^f p_i.$$

Следовательно, в результате имитационного выбора в реакторе с порядковым номером j должна произойти реакция под индексом f ($f = 1, n$).

Шаг 6. Для выбранной реакции рассчитаем время её моделирования Δt_j согласно формуле (1), а для каждой образованной или оборванной в результате шага 5 частицы определим время её выхода из текущего реактора t_{ex} :

$$t_{ex} = t + t_{dm},$$

где t – текущее время моделирования процесса с его начала, t_{dm} – время пребывания молекулы в текущем реакторе, вычисленное согласно распределению (2).

Шаг 7. Повторим последовательность действий с шага 3 по шаг 6 для каждого реактора каскада ($j = \overline{1, m}$)

Шаг 8. Изменим общее время моделирования, увеличив его на минимальное время моделирования реакции во всех полимеризаторах:

$$t = t + \min_{j=1, m} \Delta t_j.$$

Шаг 9. Для каждого реактора каскада переведём в следующий реактор все молекулы, время выхода которых меньше общего времени протекания процесса. После этого возвратимся к шагу 3.

Шаг 10. Продолжая рассуждения и повторяя последовательность действий с шага 3 по шаг 9, выстроим всю схему моделирования процесса.

Построенная модель даёт возможности для исследования характеристик бутадиен-стирольного сополимера. При этом информация о состоянии образующегося продукта может быть получена как на выходе из каждого реактора, так и при достижении необходимых значений конверсии.

1.2 Результаты и обсуждение

На основе разработанного алгоритма создан программный комплекс в среде программирования Visual Studio на языках C# и Visual C++. Он позволяет проводить вычислительные эксперименты по моделированию непрерывного процесса сополимеризации бутадиена со стиролом в каскаде реакторов идеального смешения. Программный комплекс даёт возможность решать прямую задачу определения молекулярно-массовых и вязкостных характеристик получаемого продукта, а также исследовать композиционное распределение образующегося сополимера.

При проведении вычислительного эксперимента был исследован процесс сополимеризации бутадиена со стиролом при следующих технологических параметрах ведения процесса и производственной рецептурой порции реакционной смеси:

- нагрузка на батарею по мономерам: 3,0 т/ч (бутадиен 70 мас. ч., стирол – 30 мас. ч.);
- дозировка инициатора (гидроперекись пинана): 0,048 мас. ч.;
- дозировка регулятора (трет-додецил меркаптан): 0,26 мас. ч. – первая точка (1 полимеризатор), 0,02 мас. ч. – вторая точка (7 полимеризатор);
- соотношение вода/мономеры = 220,8 / 100;
- рабочий объём полимеризатора $V = 10,8 \text{ м}^3$;
- число полимеризаторов: 12;
- объёмная скорость потока $C_f = 10,1432 \text{ м}^3/\text{ч}$;
- время нахождения реакционной смеси в одном полимеризаторе $\theta = V / C_f = 1,065 \text{ ч}$.

Таблица 1.

Данные производственного эксперимента

Table 2.

Data of production experiment

Номер реактора Number of reactor	Конверсия мономеров, % Conversion of monomers, %	Характ. вязкость, дл/г Intrinsic viscosity, dl/g	Содержание связанного стирола, % Content of bound styrene, %
4	42,0	1,13	20,8
5	60,5	1,23	21,5
9	76,6	1,52	23,3
12	82,0	1,74	24,7

На рисунке 2–4 изображено поведение конверсионной кривой и зависимостей характеристической вязкости от порядкового номера реакторов и конверсии мономеров. Результаты были получены по итогам моделирования 15 и 30 часов ведения процесса и удовлетворительно согласуются с экспериментальными данными.

Поведение кривой характеристической вязкости связано с расходом регулятора (рис. 5). Основная часть регулятора (более половины порции) расходуется в первом и втором реакторах, что существенно замедляет рост характеристической вязкости. Дополнительная подача регулятора во вторую точку в седьмой реактор способствует повторному замедлению бурного роста характеристик продукта. В дальнейшем регулятор расходуется полностью, чему и соответствует резкий рост молекулярной массы, а соответственно и характеристической вязкости получаемого сополимера.

Характер изменения молекулярной массы образующегося бутадиен-стирольного сополимера отображает зависимость коэффициента полидисперсности от номера полимеризатора в каскаде (рис. 6). По итогам моделирования 30 часов ведения процесса значения коэффициента полидисперсности меняются от 2 ед. в первом реактора до 5.5 ед. в последнем реакторе каскада, что соответствует стандартным показателям бутадиен-стирольного каучука. Точка перегиба кривой зависимости коэффициента полидисперсности от номера реактора связана с дробной подачей регулятора.

Изменение массового состава образующегося бутадиен-стирольного сополимера изображено на рис. 7: содержание бутадиена меняется с 80% в первом реакторе до 72% в последнем реакторе каскада, стирола – с 20% до 28% соответственно.

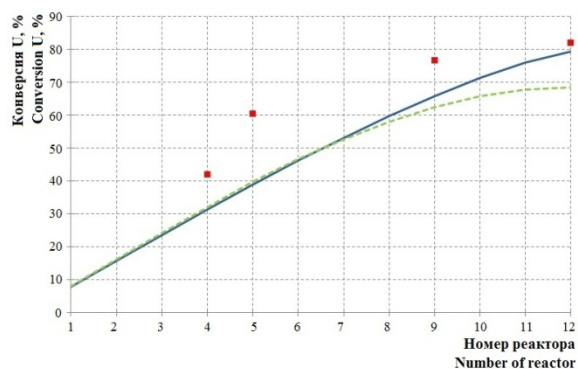


Рисунок 2. Зависимость расчётных (линия) и экспериментальных (точки) значений конверсии от номера реактора в каскаде: пунктир – 15 ч, сплошная линия – 30 ч ведения процесса

Figure 2. The dependence of the calculated (lines) and experimental (points) conversion's values from reactor's number in the cascade: the dotted line – 15 hours, the solid line – 30 hours conducting of the process

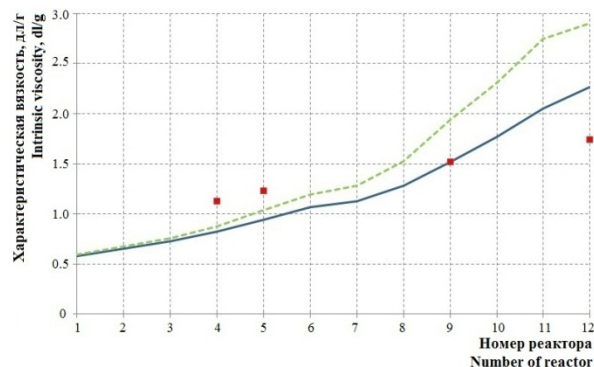


Рисунок 3. Зависимость расчётных (линия) и экспериментальных (точки) значений характеристической вязкости от номера реактора в каскаде: пунктир – 15 ч, сплошная линия – 30 ч ведения процесса

Figure 3. The dependence of the calculated (lines) and experimental (points) intrinsic viscosity's values from reactor's number in the cascade: the dotted line – 15 hours, the solid line – 30 hours conducting of the process

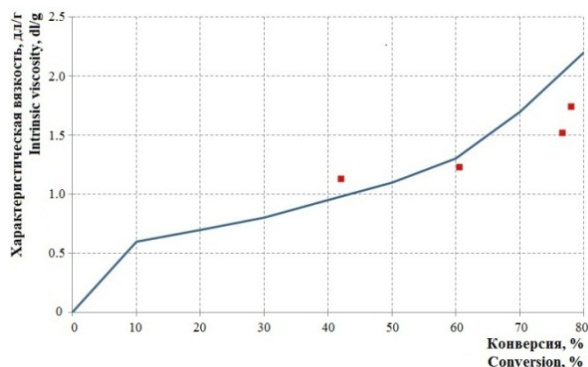


Рисунок 4. Зависимость расчётных (линия) и экспериментальных (точки) значений характеристической вязкости от конверсии мономеров

Figure 4. The dependence of the calculated (lines) and experimental (points) intrinsic viscosity's values from conversion of monomers

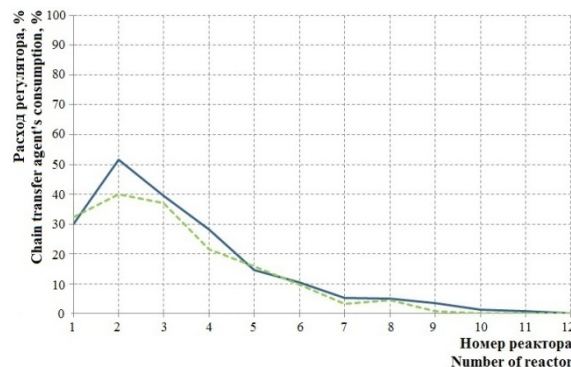


Рисунок 5. Изменение концентрации регулятора в реакторах: пунктир – 15 ч, сплошная линия – 30 ч ведения процесса

Figure 5. Changing chain transfer agent's concentration in the reactors: the dotted line – 15 hours, the solid line – 30 hours conducting of the process

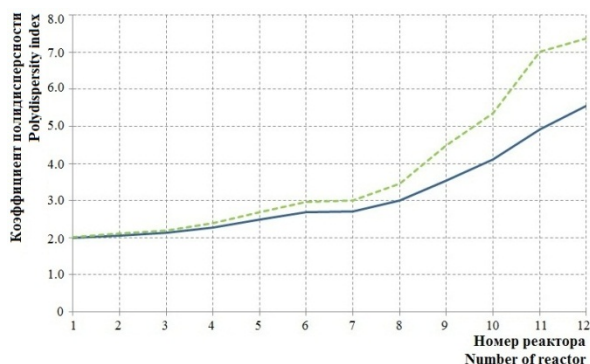


Рисунок 6. Изменение коэффициента полидисперсности образующегося сополимера в зависимости от номера реактора: пунктир – 15 ч, сплошная линия – 30 ч ведения процесса

Figure 6. Changing polydispersity index of the formed copolymer depending on the number of reactor: the dotted line – 15 hours, the solid line – 30 hours conducting of the process

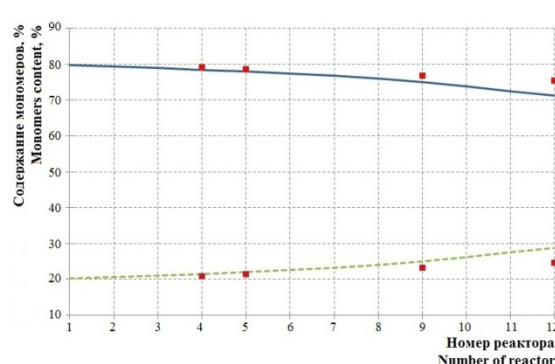


Рисунок 7. Зависимость массового содержания бутадиена (сплошная линия) и стирола (пунктир) от номера реактора (точки – экспериментальные данные)

Figure 7. Dependence of weight content of butadiene (solid line) and styrene (dotted line) from number of the reactor (points – experimental data)

На рисунке 8 изображена дифференциальная кривая молекулярно-массового распределения (ММР), которая демонстрирует соотношение макромолекул различной молекулярной массы в образце сополимера. При моделировании процесса сополимеризации методом Монте-Карло для построения ММР необходимо произвести численное фракционирование макромолекул образовавшегося сополимера по массе и рассчитать массовую долю каждой фракции сополимера. ММР бутадиен-стирольного сополимера с увеличением объёма реакционной смеси повторяет поведение модельного распределения Шульца–Флори, которое учитывает обрыв цепи в результате взаимодействия с регулятором [5].

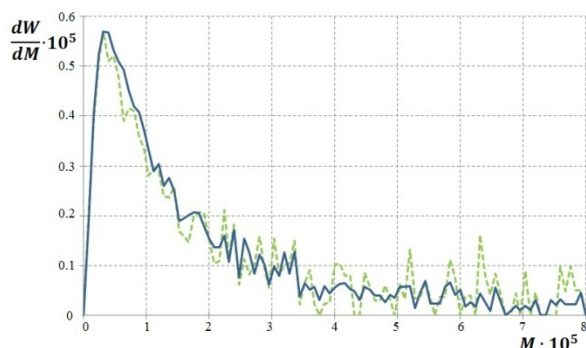


Рисунок 8. Дифференциальная кривая молекулярно-массового распределения бутадиен-стирольного сополимера

Figure 8. Differential curve of the molecular weight distribution of the butadiene-styrene copolymer

Так как исследуемый процесс производства бутадиен-стирольного каучука является сополимеризационным, то для образующихся макромолекул сополимера помимо отличия по размеру характерно отличие по составу (доле звеньев бутадиена и стирола).

Состав образующегося сополимера характеризует композиционное распределение, которое позволяет определить состав преобладающих в сополимере макромолекул. Для построения композиционного распределения продуктов бинарной сополимеризации необходимо построить соотношение между долей массового содержания первого мономера (бутадиена) в образующемся продукте и числовой долей макромолекул сополимера с учётом их размеров.

На рисунке 9 представлена кривая композиционного распределения продукта сополимеризации бутадиена со стиролом по

итомам моделирования 15 и 20 часов ведения процесса. В полученном продукте наблюдается преобладание макромолекул с долей бутадиена в составе в пределах 76–78%.

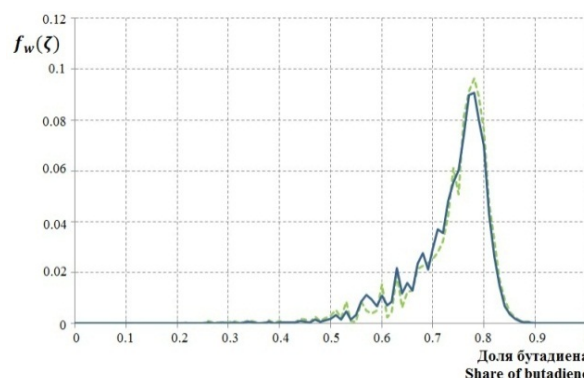


Рисунок 9. Композиционное распределение продукта сополимеризации бутадиена со стиролом, полученного в результате вычислительного эксперимента

Figure 9. Compositional distribution of the butadiene-styrene copolymerization product received as a result of computing experiment

Для построения распределения макромолекул сополимера по размеру и составу необходимо поделить образовавшиеся макромолекулы сополимера на фракции по массовому содержанию бутадиена и построить соотношение между степенью сополимеризации и числовой долей соответствующих макромолекул сополимера с учётом их размера.

На рисунках 10–12 показаны стационарные состояния, отвечающие различным составам бутадиен-стирольного сополимера по результатам вычислительного эксперимента по моделированию 30 часов ведения процесса.

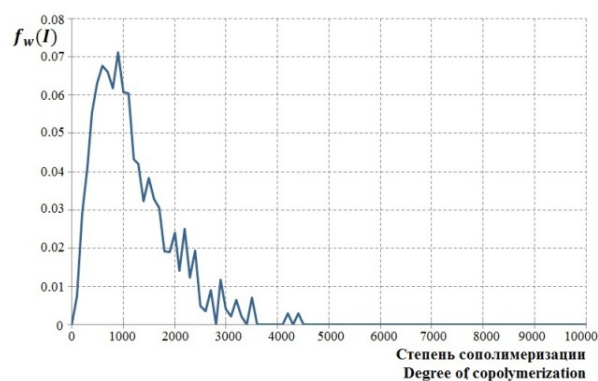


Рисунок 10. Распределение по размеру и составу макромолекул бутадиен-стирольного сополимера (бутадиен – 80%, стирол – 20%)

Figure 10. Distribution by the size and structure of the macromolecules of butadiene-styrene copolymer (butadiene – 80%, styrene – 20%)

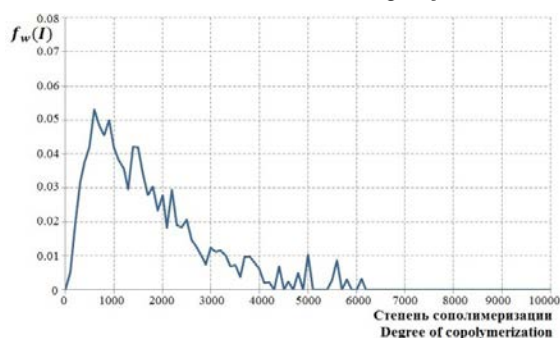


Рисунок 11. Распределение по размеру и составу макромолекул бутадиен-стирольного сополимера (бутадиен – 78%, стирол – 22%)

Figure 11. Distribution by the size and structure of the macromolecules of butadiene-styrene copolymer (butadiene – 78%, styrene – 22%)

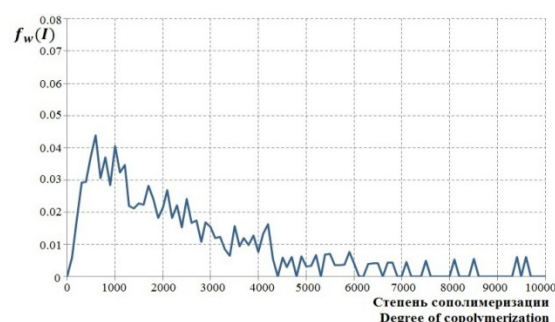


Рисунок 12. Распределение по размеру и составу макромолекул бутадиен-стирольного сополимера (бутадиен – 76%, стирол – 24%)

Figure 12. Distribution by the size and structure of the macromolecules of butadiene-styrene copolymer (butadiene – 76%, styrene – 24%)

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Mustafina S., Mikhailova T., Miftakhov E. Mathematical Study of the butadiene-styrene copolymerization product by the Monte-Carlo method // International journal of chemical sciences. 2015. № 13(2). P. 849–856.
- 2 Khapre A., Rajavathsavai D., Munshi B. Study on residence time distribution of CSTR using CFD // Indian Journal of Chemical Technology. 2016. № 23. P. 114–120.
- 3 Rawlings J.B., Ekerdt J.G. Chemical Reactor Analysis and Design Fundamentals. Madison: Nob Hill Publishing, 2002. 609 p.
- 4 Михайлова Т.А., Григорьев И.В., Мустафина С.А. Исследование синтеза бутадиен-стирольного сополимера на основе метода Монте-Карло с учётом распределения по времени пребывания // Фундаментальные исследования. 2015. № 5–3. С. 517–520.
- 5 Прокопов Н.И., Гервальд А.Ю. и др. Практикум по дисциплине «Методы исследования полимеров». М.: МИТХТ, 2013. 150 с.

Заключение

Таким образом, предложенный алгоритм моделирования, основанный на методе Монте-Карло, адекватно описывает непрерывный процесс сополимеризации бутадиена со стиролом, проводящийся в каскаде реакторов идеального смешения. Для осуществления моделирования процесса учтено распределение по времени пребывания частиц системы. Получаемая в результате моделирования информация даёт возможность исследовать молекулярно-массовые и вязкостные характеристики образующегося продукта сополимеризации в динамике и исследовать композиционную неоднородность при постоянной дозагрузке сырья.

Благодарность

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 16–31–00162_мол_а «Разработка математических методов исследования структуры и качественных свойств продуктов свободно-радикальной сополимеризации с целью повышения эффективности инновационного производства» и проекта № 2629 «Развитие теории и методов математического моделирования процессов в условиях частичной неопределённости исходной физико-химической и технологической информации», выполняемого в рамках базовой части государственного задания МОиН РФ.

REFERENCES

- 1 Mustafina S., Mikhailova T., Miftakhov E. Mathematical Study of the butadiene-styrene copolymerization product by the Monte-Carlo method. International Journal of Chemical Sciences, 2015, no. 13(2), pp. 849–856.
- 2 Khapre A., Rajavathsavai D., Munshi B. Study on residence time distribution of CSTR using CFD. Indian Journal of Chemical Technology, 2016, no. 23, pp. 114–120.
- 3 Rawlings J.B., Ekerdt J.G. Chemical Reactor Analysis and Design Fundamentals. Madison, Nob Hill Publishing, 2002. 609 p.
- 4 Mikhailova T.A., Miftakhov E.N., Mustafina S.A. Research of butadiene-styrene copolymer synthesis on the basis of Monte Carlo method taking into account the residence-time distribution. *Fundamental'nye issledovaniya* [Fundamental research] 2015, no. 5–3, pp. 517–520. (in Russian).
- 5 Prokopov N.I., Gervald A.Yu. Praktikum po discipline «Metody issledovaniya polimerov» [Practical work on the subject «Methods for Polymer Research»]. Moscow, MITKhT, 2013, 150 p. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Татьяна А. Михайлова аспирант, кафедра математического моделирования, Стерлитамакский филиал Башкирского государственного университета, проспект Ленина, 49, г. Стерлитамак, 453103, Россия, T.A. Mihailova@yandex.ru

Эльдар Н. Мифтахов к. ф.-м. н., доцент, кафедра физики и математики, Губкина, 15, г. Ишимбай, 453213, Россия, promif@mail.ru

Ильдус Ш. Насыров к. х. н., зам. ген. директора по развитию (науке), ОАО «Синтез-Каучук», ул. Техническая, 14, г. Стерлитамак, 453110, Россия, nasyrov.ish@skstr.ru.

Светлана А. Мустафина д. ф.-м. н., профессор, кафедра математического моделирования, Стерлитамакский филиал Башкирского государственного университета, проспект Ленина, 49, г. Стерлитамак, 453103, Россия, Mustafina_SA@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Татьяна А. Михайлова систематизировала информацию, произвела расчёты, проанализировала данные, написала рукопись и несёт ответственность за плагиат

Эльдар Н. Мифтахов обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провёл первичную обработку данных, проанализировал данные

Ильдус Ш. Насыров организовал производственные испытания, консультация в ходе исследования

Светлана А. Мустафина консультация в ходе исследования, предложил схему проведения эксперимента, корректировал рукопись до её подачи в редакцию

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 04.04.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 16.05.2016

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Tatiana A. Mikhailova graduate student, department of mathematical modeling, Sterlitamak branch of Bashkir State University, Lenin av., 49, Sterlitamak, Russia, T.A. Mihailova@yandex.ru

Eldar N. Miftakhov Ph. D., associate professor, department of physics and mathematics, Ufa State Aviation Technical University, Ishimbay Branch, Gubkina, 15, Ishimbay, Russia, promif@mail.ru

Ildus Sh. Nasyrov Ph. D., deputy CEO for development (science), JSC «Sintez-Kauchuk», Tekhnicheskaya, 14, Sterlitamak, Russia, nasyrov.ish@skstr.ru

Svetlana A. Mustafina D. Sc., professor, department of mathematical modeling, Sterlitamak branch of Bashkir State University, Lenin av., 49, Sterlitamak, Russia, Mustafina_SA@mail.ru

CONTRIBUTION

Tatiana A. Mikhailova codified information, made calculations, analyzed is given in kind, wrote the manuscript and responsible for plagiarism

Eldar N. Miftakhov review of the literature on the researched topic, spent primary processing of data, analyzed data

Ildous S. Nasyrov organized production testing, consultation during the study

Svetlana A. Mustafina consultation during the study, proposed a scheme of the experiment, proofread the manuscript before its submission to the Editor

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 4.4.2016

ACCEPTED 5.16.2016

Бутадиен- α -метилстирольный термоэластопласт, синтез и свойства

Алена В. Фирсова,	¹	vammp.004@mail.ru
Ольга В. Карманова,	¹	karolga@mail.ru
Валентина В. Ситникова,	²	vfniisk2007@yandex.ru
Евгений В. Блинов	²	vfniisk2007@yandex.ru

¹ кафедра химии и химической технологии органических соединений и переработки полимеров, Воронеж, гос. ун-т. инж. техн., Ленинский пр-т, 14, г. Воронеж, Россия

² Воронежский филиал НИИСК, ул. Менделеева, 3Б, г. Воронеж, 394014, Россия

Реферат. В ряду диен-винилароматических блок-сополимеров особое место занимает бутадиен- α -метилстирольный блок – сополимер – термоэластопласт (ТЭП ДМСТ-Р), содержащий в качестве пластичного – поли- α -метилстирольный блок и эластичного – полибутадиеновый блок. ТЭП ДМСТ-Р отличается повышенной теплостойкостью, эластичностью, сопротивлением износу по сравнению с бутадиен-стирольными термоэластопластами (ТЭП ДСТ). Проведён синтез блок-сополимеров бутадиена и α -метилстирола, который имеет ряд особенностей по сравнению с синтезом на основе бутадиена и стирола, что связано с поведением α -метилстирола в анионной полимеризации высокая скорость полимеризации в полярных средах и низкая скорость реакции в углеводородных растворителях. Технологические сложности при выпуске ДМСТ-Р обусловлены неполной конверсией α -метилстирола и необходимостью поддерживать высокую концентрацию от 60 до 80% α -метилстирола в шихте при синтезе 1-го блока под влиянием анионного катализатора *n*-бутиллития (*n*-BuLi). Установлено, что большое значение имеет низкая предельная температура полимеризации α -метилстирола (+61 °C) и связанная с этим обратимость реакции и высокая концентрация остаточного мономера. Выявлено, что высокой скорости полимеризации α -метилстирола можно достичь проведением реакции в углеводородном растворителе с добавками полярных соединений, таких как тетрагидрофуран (ТГФ) и метилтретбутиловый эфир (МТБЭ). Изучены условия синтеза ДМСТ-Р. Представлена кинетика полимеризации для первого блока ДМСТ-Р. Проведён анализ физико-механических показателей образцов ДМСТ-Р. Оптимальное содержание связанного α -метилстирола обеспечивает блок-сополимеру хороший комплекс свойств в сравнительно широком температурном интервале. При увеличении содержания связанного α -метилстирола повышается прочность при разрыве при нормальной и повышенной температуре, твёрдость и жёсткость полимера; снижается относительное удлинение и эластичность.

Ключевые слова: термоэластопласт, α -метилстирол, *n*-бутиллитий, тетрагидрофуран, метилтретбутиловый эфир, тетраэтоксисилан, циклогексан, показатель текучести расплава

Synthesis and properties of butadiene- α -methylstyrene thermoplastic elastomer

Alena V. Firsova,	¹	vammp.004@mail.ru
Olga V. Karmanova,	¹	karolga@mail.ru
Valentina V. Sitnikova,	²	vfniisk2007@yandex.ru
Evgeniy V. Blinov	²	vfniisk2007@yandex.ru

¹ chemistry and chemical technology of organic com-pounds and polymer processing department, Voronezh state university of engineering technologies, Leninsky Av., 14 Voronezh, Russia

² Voronezh branch NIISK, Mendeleev street, 3B Voronezh, 394014, Russia

Summary. Butadiene- α -methylstyrene block – copolymer – a thermoplastic elastomer (TPE-R DMST) occupies a special place among the ethylene – vinyl aromatic block copolymers. TPE-R DMST comprising as plastic – poly- α -methylstyrene unit and elastic – polybutadiene block. TPE-R DMST has high heat resistance, flexibility, abrasion resistance compared to butadiene-styrene thermoplastic elastomer (TPE DST). The synthesis of block copolymers of butadiene and α -methylstyrene was carried out. The process of polymerization the α -methylstyrene characterized the high speed of polymerization in polar medium and low reaction speed in hydrocarbon solvents. Anionic catalyst *n*-butyllithium (*n*-BuLi) and high concentration – 60–80% α -methylstyrene in the mixture influenced by synthesis of the 1st block of TPE-R DMST, it's technologically difficult. Found that the low temperature of polymerization α -methylstyrene (+61 °C), the reversibility of these reactions and the high concentration of residual monomer are very importance. It was revealed that a high polymerization rate α -methylstyrene can be achieved by conducting the reaction in a hydrocarbon solvent with polar additives compounds such as tetrahydrofuran (THF) and methyl tert-butyl ether (MTBE). The conditions for the synthesis of P-DMST were developed. The kinetics of polymerization for the first DMST-P unit was obtained. Analysis of physical and mechanical properties DMST-P samples was conducted. The optimum content of bound α -methylstyrene block copolymer provides a good combination of properties in a relatively wide temperature range. The tensile strength at normal and elevated temperatures, the hardness and the stiffness of the polymer increased by increasing the content of bound α -methylstyrene. The elongation and the elasticity reduced by increasing the content of bound α -methylstyrene.

Keywords: thermoplastic elastomer, α -methylstyrene, *n*-butyllithium, tetrahydrofuran, methyl tertiary butyl ether, tetraethoxysilane, cyclohexane, melt index

Для цитирования

Фирсова А. В., Карманова О. В., Ситникова В. В., Блинов Е. В. Бутадиен- α -метилстирольный термоэластопласт, синтез и свойства // Вестник ВГУИТ. 2016. № 2. С. 218–222. doi:10.20914/2310-1202-2016-2-218-222

For citation

Firsova A. V., Karmanova O. V., Sitnikova V. V., Blinov E. V. Synthesis and properties of butadiene- α -methylstyrene thermoplastic elastomer. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no 2 pp. 218–222 (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2016-2-218-222

Введение

В настоящее время, получение полимерной теплостойкой электроизоляционной композиции с высокими значениями показателей электрической прочности, удельного объёмного сопротивления и дугостойкости, а также имеющей высокие значения физико-механических показателей условной прочности и относительного удлинения при разрыве является главной задачей.

Перспективным направлением в области синтеза диенвинил-ароматических термоэластопластов (ТЭП) является использование поли- α -метилстирола для получения пластичных блоков. Вследствие высокой температуры стеклования поли- α -метилстирола (173 °C) термоэластопласты на основе бутадиена и α -метилстирола выгодно отличаются от термоэластопластов с полистирольными блоками более широким температурным интервалом сохраняя прочностные и эластические свойства материалов. Оптимальное содержание связанного α -метилстирола, обеспечивает хороший комплекс свойств ТЭП ДМСТ-Р и эффективное его использование в составах дорожного битума. При увеличении содержания связанного α -метилстирола повышаются прочность при растяжении в условиях комнатной и повышенной температур, твёрдость, жёсткость и остаточное удлинение полимера, снижаются относительное удлинение и эластичность.

Однако при выпуске ДМСТ-Р имеются некоторые технологические сложности, связанные с неполной конверсией α -метилстирола и необходимостью поддерживать высокую концентрацию α -метилстирола на стадии синтеза 1-го блока. Достаточно высокая скорость полимеризации α -метилстирола может достигаться путём проведения реакции в углеводородном растворителе при повышенной концентрации мономера или полимеризацией с добавками полярных соединений, например, таких как тетрагидрофуран.

1.1 Условия проведения синтеза

Синтез ТЭП ДМСТ-Р проводился в опытном цехе по двухаппаратной схеме. Синтез 1-го поли- α -метилстирольного блока проводился в аппарате ёмкостью 0,2 м³; 2-го блока (полимеризация бутадиена) и «сшивку» двублочного «живущего» сополимера – в аппарате объёмом 2 м³.

В полимеризатор ёмкостью 0,2 м³, снабжённый мешалкой якорного типа, циркуляционным насосом, рубашкой для теплоносителя,

загружался из дозоров растворитель, α -метилстирол, затем подавался ТГФ из переносного контейнера и раствор n -BuLi из дозера на титрование шихты до ярко-вишнёвого цвета. Затем дозировалось расчётное количество n -BuLi на полимеризацию. Температура реакционной массы поддерживается на уровне 18–22 °C путём подачи хладагента в термостатирующую рубашку аппарата. Полимеризация α -метилстирола протекала в течение 3–4-х часов до конверсии α -метилстирола 70–72%.

После достижения заданной конверсии α -метилстирола раствор 1-го блока переводился во второй аппарат ёмкостью 2 м³ с предварительно приготовленной бутадиеновой шихтой с концентрацией 16–18%. Начальная температура реакционной массы в аппарате составляла 10–12 °C. После подачи 1-го блока реакционная масса нагревалась до температуры 25–29 °C, далее полимеризация бутадиена протекала в адиабатическом режиме с повышением температуры до 70–85 °C в течение 20–40 минут. Через 5–7 минут после достижения максимальной температуры в аппарат из переносного контейнера дозировалось расчётное количество сшивающего агента ТЭОС. Реакция «сшивки» протекала в течение 60–90 минут при температуре 60–70 °C.

После завершения синтеза ДМСТ-Р в полимеризат вводилось расчётное количество стабилизатора агидола-2. Заправленный полимеризат подавался в водный дегазатор производительностью 15 кг/час. С целью получения неслипавшейся крошки с размером частиц 3–5 мм в дегазатор каждые 15 мин дозировался антиагломератор – хлористый кальций – 0,5 л 10%-го раствора. Сушка – в конвейерной сушилке при температуре $\approx$ 100 °C.

В качестве иницирующей системы использовался комплекс n -BuLi – ТГФ, который применяется в промышленном производстве ТЭП. Мольное соотношение ТГФ: n -BuLi = 1–2 : 1.

Для получения разветвлённого ТЭП ДМСТ-Р был выбран четырехфункциональный сочетающий агент тетраэтоксисилан (ТЭОС), широко применявшийся в опытном производстве ТЭП В. ф. НИИСК.

Синтез ТЭП производился в среде углеводородного растворителя – циклоалифатическом (циклогексан) или в смеси с алифатическим (гексан, нефрас). В настоящей работе растворитель содержал более 70% циклогексана, что обеспечивало хорошую растворимость поли- α -метилстирольного блока при высокой концентрации шихты (>60%) 1-го блока.

С целью достижения максимально возможной (~70–75%) конверсии α -метилстирола (при синтезе 1-го блока) необходимо обеспечить, по крайней мере, два условия:

- концентрация α -метилстирола в растворе более 60% (оптимально 65–75%);
- температура полимеризации не выше 25 °C (оптимально 16–22 °C).

На рис. 1 представлена кинетика полимеризации I-го поли- α -метилстирольного блока с мольными соотношениями ТГФ: н-BuLi = 1,58–1,71.

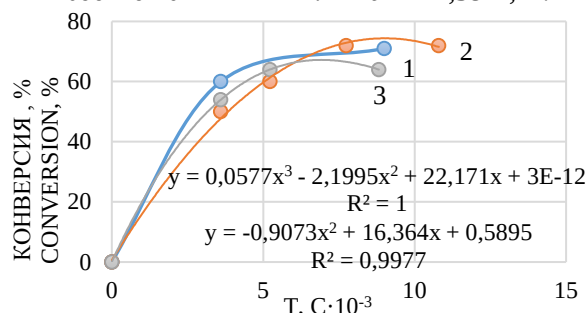


Рисунок 1. Зависимость конверсии α -метилстирола от времени полимеризации при соотношении ТГФ/н-BuLi: 1 – 1,58; 2 – 1,71; 3 – 1,63

Figure 1. The determination of conversion alpha-methylstyrene by the time of polymerization in a ratio of THF/n-BuLi: 1 – 1,58; 2 – 1,71; 3 – 1,63

После завершения полимеризации бутадиена в реакционную массу вводился при температуре 67–78 °C сшивающий агент – раствор ТЭОС из расчёта эквивалентное соотношение ТЭОС: н-BuLi (общий расход) = (0,9–1,2):1,0.

С целью повышения эффективности «сшивки» подачу ТЭОС осуществляли в два приёма, увеличив общее время «сшивки» до 2–2,5 час. Основное количество ТЭОС дозировалось на 1-й приём, на 2-й приём – сверх стехиометрии, чтобы гарантировать достаточное количество функциональных групп для «сшивки».

Физико-механические показатели ДМСТ-Р контролировались в каждом опыте.

Пробы полимеризата отбирались из аппарата на различных стадиях синтеза, заправлялись агидолом-2 (~1%) и выделялись на лабораторном водном дегазаторе. «Сшивку» проб осуществляли на вальцах при температуре 80–90 °C.

1.2 Результаты исследований

В таблице 1 приведены результаты физико-механических испытаний проб ДМСТ-Р.

Таблица 1

Физико-механические свойства образцов ДМСТ-Р

Table 1.

The physico-mechanical properties of the DMST samples

Наименование показателей Name of indicators	Значение показателей Value indicators								
№ опыта experience number	4	5		6	7		9		
«сшивки» "crosslinking"	2-ая 2-nd	1-ая 1-st	2-ая 2-nd	2-ая 2-nd	до сшивки	2-ая 2-nd	before crosslinking	1-ая 1-st	2-ая 2-nd
1. ПТР, г/10 мин, 190 °C, нагрузка 1. The MFR, g/10 min, 190 °C load – 5 кгс кг – 21 кгс kgf	>100	1,9 38,6	1,8 29,3	13,6 >100	2,2 43,3	2,0 >100	0,6 16,7	0,4 10,0	0,4 12,8
2. Условная прочность при растяжении, кгс/см² 2. Tensile strength, kgf / cm²	32	282	303	267	172	170	179	174	218
3. Относительное удлинение при разрыве, % 3. Elongation at break, %	810	1020	993	840	1045	1020	920	1020	963
4. Относительная остаточная деформация, % 4. Relative residual deformation, %	20	21	40	28	52	40	36	50	40
5. Эластичность, % 5. Elasticity, %	41	-	48	43	45	48	50	50	48
6. Твёрдость, усл. ед. 6. Hardness, standard units	26	-	65	59	65	57	60	67	64

Низкомолекулярный полимер (оп. № 4) с характеристической вязкостью 0,57 дл/г и высокой текучестью не обладает прочностью и может быть использован в смеси с высокомолекулярными полимерами для корректировки ПТР (показатель текучести расплава).

Как показывают экспериментальные данные процесс «сшивки» двублочника в основном завершается на 1-ой стадии (снижается текучесть, повышается прочность). Вторая «сшивка» в ряде случаев, ещё более повышала прочность и, вероятно, ускоряла релаксационные процессы в полимере.

Необходимо отметить, что в опытах № 7 и 9 пробы ДМСТ-Р до «сшивки» и после 1-ой «сшивки» имелись сопоставимые значения прочности (около 170 кгс/см²) и ПТР. Только после 2-ой «сшивки» значение прочности превысило 210 кгс/см².

В ряде синтезов использовали вместо ТГФ другой электронодонор – метилтретбутиловый эфир (МТБЭ). Дозировка МТБЭ была увеличена в 2–3 раза с целью обеспечения высокой скорости полимеризации α -метилстирола. При этом мольное соотношение МТБЭ: н-BuLi = 2,3–4,0, тогда как в случае использования ТГФ более высокая скорость полимеризации достигается при существенно пониженном мольном соотношении ТГФ: н-BuLi = 1,5–1,7.

При синтезе 1-го блока 70%-я конверсия α -метилстирола достигалась за 4 часа, молекулярная масса соответствовала дозировке н-BuLi. Синтез

2-го блока протекал активно с повышением температуры в адиабатическом режиме (28–87)°С.

«Сшивку» проводили в две стадии. Эффективность «сшивки» оценивали по характеристической вязкости полимера до и после «сшивки». Значение характеристической вязкости полимера после «сшивки» увеличилось ~ в 1,4 раза.

В таблице 2 приведены физико-механические показатели образцов ДМСТ-Р, синтезированных на иницирующей системе МТБЭ – н-BuLi. Как показывают данные таблицы 2, двублочный сополимер до «сшивки» обладал высокой текучестью и практически не имел прочности. В результате «сшивки» двублочника образующийся трёхблочный разветвлённый ТЭП ДМСТ-Р имел высокую прочность более 240 кгс/см² и хорошую текучесть – ПТР ~ 4–7 г./10 мин (Т = 190 °С, нагрузка 5 кгс), что свидетельствует о высокой эффективности «сшивки» в условиях выбранного режима.

Таблица 2

Физико-механические свойства образцов ДМСТ-Р

Table 2

The physico-mechanical properties of the DMST samples

Наименование показателей Name of indicators	Значение показателей Value indicators					
№ опыта experience number	1		3			1 + 3 усредн. average
«сшивки» “crosslinking”	before crosslinking	2-ая 2-nd	before crosslinking	1-ая 1-st	2-ая 2-nd	
1. ПТР, г/10 мин. 190 °С, нагрузка 1. The MFR, g/10 min, 190 °C load – 5 кгс кг – 21,6 кгс kgf	36,1 >100	7,6 51	34 >100	5,5 50	4,2 43	4,6 43
2. Условная прочность при растяжении, кгс/см ² 2. Tensile strength, kgf / cm ²	22	244	10		208	245
3. Относительное удлинение при разрыве,% 3. Elongation at break,%	1042	972	110		1020	967
4. Относительная остаточная деформация,% 4. Relative residual deformation,%	116	34	36		42	38
5. Эластичность,% 5. Elasticity,%	33	45	-		48	53
6. Твёрдость, усл. ед. 6. Hardness, standard units	30	55	-		56	48
7. Связанный α -метилстирол,% 7. Bound α -methylstyrene,%	36	36	36		36	36
8. Характеристическая вязкость, дл/г 8. Intrinsic viscosity, dl/g	0,45	0,64	0,56		0,72	0,73

Заключение

Показано, что при синтезе опытных образцов ДМСТ-Р по духаппаратной технологической схеме с использованием каталитических систем как н-BuLi/ТГФ или н-BuLi/МТБЭ, в обоих случаях достигаются заданные свойства ДМСТ-Р, соответствующие ТУ 38103585–85.

Установлено, что тетраэтоксисилан, выбранный в качестве «сшивающего» агента обеспечивает высокую эффективность «сшивки».

Оптимальный состав растворителя при этом должен соответствовать соотношению циклогексан: нефрас = (80–70) : (20–30)% масс.

ЛИТЕРАТУРА

1 Пат. № W02014142637 (A1), KZ, C08K13/04, C08L23/06. Способ получения термоэластопластов / Иманов А., Мухтар С., Сарсенбаева А., Нуркенов Н., Искужин А. № W02013KZ00003 20130314; Заявл. 14.03.2013; Оpubл. 18.09.2014.

2 De Rosa C., Auriemma F. Single site metalorganic polymerization catalysis as a method to probe the properties of polyolefins // *Polymer chemistry*. 2011. V. 2. № 10. P. 2155–2168. DOI: 10.1039/c1py00129a

3 Ахметов И.Г. и др. Кинетика полимеризации и молекулярные характеристики литиевого полибутадиена: влияние концентрации толуола и гексена-1 // *Каучук и резина*. 2010. № 3. С. 2–4.

4 Ахунова Р.Р. и др. Модифицирующая добавка для дорожного битума // *Электронный научный журнал нефтегазовое дело*. 2013. № 2. С. 359–369.

5 Подкопаева С.В., Хромых Е.А. Обоснование выбора технологического режима синтеза дивинил-стирольных термоэластопластов // *Промышленное производство и использование эластомеров*. 2014. № 2. С. 28–30.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Алена В. Фирсова аспирант, кафедра химии и химической технологии органических соединений и переработки полимеров, Воронеж, гос. ун-т. инж. техн., Ленинский пр-т, 14, г. Воронеж, Россия, vammpr.004@mail.ru

Ольга В. Карманова д.т.н., профессор, кафедра химии и химической технологии органических соединений и переработки полимеров, Воронеж, гос. ун-т. инж. техн., Ленинский пр-т, 14, г. Воронеж, Россия, karolga@mail.ru

Валентина В. Ситникова к.х.н., старший научный сотрудник, Воронежский филиал НИИСК, ул. Менделеева, 3Б, г. Воронеж, 394014, Россия, vfniisk2007@yandex.ru

Евгений В. Блинов директор, Воронежский филиал НИИСК, ул. Менделеева, 3Б, г. Воронеж, 394014, Россия, vfniisk2007@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Алена В. Фирсова обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провел эксперимент, выполнил расчеты

Ольга В. Карманова консультация в ходе исследования

Валентина В. Ситникова предложил методику проведения эксперимента и организовал производственные испытания

Евгений В. Блинов написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несет ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 28.03.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 26.04.2016

REFERENCES

1 Imanov A., Mukhtar S., Sarsenbaeva A., Nurkenov N. et al. Sposob polucheniya termoelastoplastov [Method for producing thermoplastic elastomers] Patent KZ, no. WO/2014/142637, 2014. (in Russian)

2 De Rosa C., Auriemma F. Single site metalorganic polymerization catalysis as a method to probe the properties of polyolefins. *Polymer chemistry*, 2011, vol. 2, no. 10, pp. 2155–2168. DOI: 10.1039/c1py00129a

3 Akhmetov I.G., Boreyko N.P., Bourganov R.T., Gluchovskoi V.S. et al. Kinetic parameters of “lithium” polybutadiene polymerization and its molecular characteristics – the influence of toluene and hexane-1 concentration. *Kauchuk i rezina*. [Rubber], 2010, no. 3, pp.2–4. (in Russian).

4 Akhunova R.R., Biglova R.Z., Talipov R.F., Tsadkin M.A. et al. A modifying additive to road bitumen. *Elektronnyi nauchnyi zhurnal neftegazovoe delo*. [Electronic science journal of the oil and gas business], 2013, no. 2, pp. 359–369. (in Russian).

5 Podkopaeva S.V., Khromykh E.A. Justification of the choice of the technological mode of production of butadiene-styrene thermoplastic elastomer. *Promyshlennoe proizvodstvo i is-pol'zovanie elastomerov*. [Industrial production and use of elastomers], 2014, no. 2, pp. 28–30. (in Russian)

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Alena V. Firsova graduate student, chemistry and chemical technology of organic compounds and polymer processing department, Voronezh state university of engineering technologies, Leninsky Av., 14 Voronezh, Russia, vammpr.004@mail.ru

Olga V. Karmanova D. t. sc., professor, chemistry and chemical technology of organic compounds and polymer processing department, Voronezh state university of engineering technologies, Leninsky Av., 14 Voronezh, Russia, karolga@mail.ru

Valentina V. Sitnikova Ph. D., senior researcher, Voronezh branch NIISK, Mendeleev street, 3B Voronezh, 394014, Russia, vfniisk2007@yandex.ru

Evgeniy V. Blinov director, Voronezh branch NIISK, Mendeleev street, 3B Voronezh, 394014, Russia, vfniisk2007@yandex.ru

CONTRIBUTION

Alena V. Firsova review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

Olga V. Karmanova consultation during the study

Valentina V. Sitnikova proposed a scheme of the experiment and organized production trials

Evgeniy V. Blinov 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 3.28.2016

ACCEPTED 4.26.2016

Визуальные и цветометрические экспресс-способы суммарного определения дубильных веществ в растительном сырье

Светлана П. Калинкина, ¹	kalinckina.svet@yandex.ru
Анна А. Казакова, ¹	anna.kazakova.94@mail.ru
Павел Т. Суханов, ¹	pavel.suhanov@mail.ru
Александр Н. Ильин ¹	santilla88@gmail.ru

¹ кафедра физической и аналитической химии, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия

Реферат. Статья посвящена разработке цветометрического экспресс-способа определения суммы дубильных веществ в водных извлечениях растительного сырья. В основе сорбционно-цветометрического тест-определения находится сорбция ДВ пенополиуретаном, импрегнированным FeCl₃, получение на его поверхности окрашенного в черно-зелёный цвет продуктов реакции и определение их в матрице сорбента. Селективность определения ДВ достигается специфическим взаимодействием полифенолов с ионами железа (III). Выявлены условия сорбционно-цветометрического способа: концентрация хлорида железа (III), импрегнированного в пенополиуретан; масса сорбента в аналитическом патроне; степень загрузки его реагентом; время контакта фаз. Разработаны цветовые шкалы для визуального определения суммы дубильных веществ в пересчёте на галловую кислоту. Проведена оцифровка изображений полученных шкал с применением компьютерной программы «Sorbfil TLC», исключающая субъективную оценку интенсивности окраски тест-шкалы. Получены результаты определения суммы дубильных веществ в водных извлечениях растительного сырья экспресс-способом с применением таблеток и аналитических патронов. Результаты тест-определения дубильных веществ с визуальной и денситометрической регистрацией аналитического сигнала приведены в сравнении с известными методами. Проведена метрологическая оценка результатов определения суммы ДВ сорбционно-цветометрическими экспресс-способами. Время визуального и денситометрического экспресс-определения ДВ с учётом пробоподготовки составляет 25–30 минут, относительная погрешность не превышает 28 %. Разработанные тест-способы количественной оценки содержания ДВ позволяют исключить применение сложного аналитического оборудования, проводить анализ во внелабораторных условиях, не требуют высокой квалификации персонала.

Ключевые слова: экспресс-способ, цветометрия, определение, дубильные вещества, растительное сырье.

Visual and colorimetric methods for rapid determination of total tannins in vegetable raw materials

Svetlana P. Kalinkina, ¹	kalinckina.svet@yandex.ru
Anna A. Kazakova, ¹	anna.kazakova.94@mail.ru
Pavel T. Suchanov, ¹	pavel.suhanov@mail.ru
Alexander N. Ilyin ¹	santilla88@gmail.ru

¹ physical and analytical chemistry department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia

Summary. The article is dedicated to the development of rapid colorimetric method for determining the amount of tannins in aqueous extracts of vegetable raw materials. The sorption-based colorimetric test is determining sorption tannins polyurethane foam, impregnated of FeCl₃, receiving on its surface painted in black and green color of the reaction products and the determination of their in sorbent matrix. Selectivity is achieved by determining the tannins specific interaction of polyphenols with iron ions (III). The conditions of sorption-colorimetric method: the concentration of ferric chloride (III), impregnated in the polyurethane foam; sorbent mass in the analytical cartridge; degree of loading his agent; the contact time of the phases. color scales have been developed for the visual determination of the amount of tannins in terms of gallic acid. Spend a digitized image obtained scales using computer program “Sorbfil TLC”, excluding a subjective assessment of the intensity of the color scale of the test. The results obtained determine the amount of tannins in aqueous extracts of vegetable raw rapid method using tablets and analytical cartridges. The results of the test determination of tannins with visual and densitometric analytical signal registration are compared to known methods. Spend a metrological evaluation of the results of determining the amount of tannins sorption rapid colorimetric methods. Time visual and densitometric rapid determination of tannins, taking into account the sample preparation is 25–30 minutes, the relative error does not exceed 28 %. The developed test methods for quantifying the content of tannins allow to exclude the use of sophisticated analytical equipment, carry out the analysis in non-laboratory conditions do not require highly skilled personnel.

Keywords: express way, colorimetry, determination, tannins, vegetable raw materials.

Для цитирования

Калинкина С. П., Казакова А. А., Суханов П. Т., Ильин А. Н. Визуальные и цветометрические экспресс-способы суммарного определения дубильных веществ в растительном сырье // Вестник ВГУИТ. 2016. № 2. С. 223–229. doi:10.20914/2310-1202-2016-2-223-229

For citation

Kalinkina S. P., Kazakova A. A., Suchanov P. T., Ilyin A. N. Visual and colorimetric methods for rapid determination of total tannins in vegetable raw materials. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 2. pp. 223–229 (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2016-2-223-229

Введение

Дубильные вещества (ДВ) – группа сложных по составу органических веществ ароматического ряда, в больших количествах содержатся в растительном сырье [1, 2].

Состав ДВ разнообразен, в основном они включают галловую кислоту (ГК) и танин (ТН) – представители конденсированной и гидролизуемой группы танидов соответственно [3, 4].

К известным методам определения ДВ относятся, спектрофотометрический, потенциометрический и хроматографический методы анализа. Они трудозатратные, требуют дорогостоящего оборудования и высокой квалификации персонала [5]. На их смену приходят экспрессные и широкодоступные экспресс-методы, основанные на получении окрашенных продуктов реакции на поверхности сорбента, в качестве которого перспективен пенополиуретан (ППУ) [6, 7]. Модификация сорбента селективным по отношению к определяемым веществам аналитическим реагентом повышает избирательность анализа. Способы регистрации аналитического сигнала могут быть визуальные и инструментальные.

Тест-системы определения ДВ в анализируемых объектах позволяют проводить анализ точечных проб, быструю выбраковку сырья с низким содержанием исследуемого компонента, а также устанавливать фальсификацию исследуемой продукции и делать вывод о её качественном составе «на месте».

Цель работы – разработка экспресс-способов определения дубильных веществ в растительном сырье с применением пенополиуретана.

1.1 Экспериментальная часть

Таблетки и полоски пенополиуретана вырезали из промышленного листа полимера, промывали попеременно 0,1 моль/дм³ раствором соляной кислоты (х. ч) и ацетона (о. с. ч), высушивали до воздушно-сухого состояния и модифицировали раствором Fe(III). Для этого применяли растворы FeCl₃ в ацетоне, приготовленные из препарата квалификации «х. ч.». Концентрация FeCl₃ в ацетоне – от 0,1 до 5 % масс. Раствор галловой кислоты (х. ч) концентрацией 1,00 мг/см³ готовили методом точной навески.

Объекты анализа – водные извлечения лекарственных трав (цветки ноготков, зверобоя трава, тысячелистник, крапива, эхинацея и ягоды боярышника).

1.2 Методика эксперимента

Импрегнирование пенополиуретана осуществляли в химическом стакане, в который помещали предварительно взвешенную

таблетку или полоску ППУ, добавляли раствор FeCl₃ и выдерживали 5 минут. ППУ извлекали из раствора, сушили между листами фильтровальной бумаги, помещали в эксикатор до установления постоянной массы.

Цветовые шкалы готовили в статических условиях по известной методике [8]. Для получения цветовой шкалы в динамических условиях применяли шприцы вместимостью 3 см³, которые заполняли полосками импрегнированного ППУ массой ~0,17 г, помещали их в стандартные растворы галловой кислоты и втягивали жидкость до конца слоя сорбента. Полученные аналитические патроны раскладывали в цветовую шкалу.

Субъективность восприятия человеческого зрения исключали путём оцифровки изображений разработанных шкал и представления их в виде градуировочной зависимости параметра яркости цветового пятна от концентрации исследуемого стандартного раствора.

Для получения водного извлечения лекарственных трав навеску анализируемой пробы массой 2 г с точностью ±0,0001 г помещали в термостойкую колбу объёмом 250 см³, заливали 250 см³ дистиллированной воды доведённой до кипения. По истечении 20 минут раствор декантировали в колбу объёмом 100 см³.

Определение суммы ДВ в полученном извлечении проводили путём проведения тех же операций и в той же последовательности, что и при разработке цветовой шкалы в таблетках и аналитических патронах. Результаты определения ДВ, полученные цветометрически и тест-методами, сравнивали с результатами спектрофотометрии, потенциометрии и перманганатометрии по ГОСТ 24027.2–80.

1.3 Результаты и их обсуждение

В основе сорбционно-цветометрического определения находится сорбция ДВ пенополиуретаном, импрегнированным FeCl₃, получение на его поверхности окрашенного в черно-зелёный цвет продуктов реакции и определение их в матрице сорбента. Для импрегнирования ППУ применяли 0,5 % мас. раствор FeCl₃. При более высоких концентрациях таблетки ППУ интенсивно окрашены в оранжевый цвет, что недопустимо для носителей в цветометрических тест-методах анализа. Концентрации импреганта < 0,5 % мас. недостаточно для образования цветных продуктов реакции с ДВ в объектах, где их содержание превышает 5 %.

Время импрегнирования сорбента раствором фотометрического реагента составило 5 минут, при этом степень загрузки полимера составляет 57 %.

Степень загрузки находили по формуле:

$$\omega = m_2/m_1 \times 100,$$

где m_1 и m_2 – масса ППУ до и после импрегирования соответственно.

Для экспресс-определения суммы ДВ в статических (таблетки ППУ) и динамических (аналитические патроны) условиях разработаны цветовые шкалы. Диапазон стандартных концентраций галловой кислоты для обеих шкал составляет от 0,05 до 1,00 мг/см³. При содержании ДВ в пересчёте на галловую кислоту ниже 0,05 мг/см³ окраска не определяется визуально. При концентрациях галловой кислоты более 1,00 мг/см³ ППУ приобретает насыщенный

чёрный цвет и визуально не различается. Из-за недостаточного цветового контраста поверхности сорбента такие тест-системы не применяются. В выбранных условиях устойчивость окраски ППУ составляет 3 месяца.

Содержание ДВ в пересчёте на галловую кислоту в водных извлечениях растительного сырья устанавливали сравнением окраски ППУ в таблетках или в аналитических патронах с цветовыми шкалами.

Результаты визуального определения сравнивали с фармакопейной перманганатометрической методикой, выполненной по ГОСТ 24027.2–80 (таблица 1).

Таблица 1

Визуальное определение суммы ДВ в водных извлечениях растительного сырья с использованием аналитических патронов в сравнении со стандартным методом ($n=5$, $p=0,90$)

Table 1

Visual determination of the amount of ET in aqueous extracts vegetable raw material in comparison with the standard analytical method cartridges ($n=5$, $p=0.90$)

Анализируемый объект Analyzed object	Содержание ДВ, мг/см ³ по ГОСТ 24027.2–80 Tannins content, mg/cm ³	Визуальная цветометрия (аналитический патрон) Visual colorimetry (analytical cartridge), mg/cm ³	S_r	Погрешность визуального способа определения, % Accuracy visual method for determining, %
Травяной сбор «Цветки ноготков» Herbal “Marigold flowers”	0,25±0,03	0,25	0,03	10
Травяной сбор «Зверобоя трава» Herbal “St. John’s wort herb”	0,69±0,04	0,75	0,03	8,7
Травяной сбор «Тысячелистник» Herbal “Yarrow”	0,34±0,03	0,25	0,03	25,5
Травяной сбор «Крапива» Herbal “Nettle”	0,12±0,03	0,10	0,03	16,7
Травяной сбор «Эхинацея» Herbal “Echinacea”	0,34±0,04	0,25	0,03	25,5
Ягоды боярышника Hawthorn berries	0,26±0,03	0,25	0,03	3,8

Для полуколичественного определения приемлемым является погрешность, достигающая 30 % [7]. Максимальная погрешность определения суммы ДВ предложенным способом не превышает 26 %.

Для исключения субъективности результаты визуального определения оцифровывали с применением денситометрической регистрации аналитического сигнала. Изображения полученных шкал обрабатывали с применением компьютерной программы «Sorbfil TLC». Она фиксирует изменение яркости цветового пятна, полученного путём сканирования или фотографирования таблетки ППУ.

В работе использовался метод фиксации интенсивности окраски ППУ фотокамерой мобильного устройства Samsung Galaxy Note 3 с разрешением камеры 13 мП и возможностью съёмки разрешением 1080р. Градуировочный график определения суммы ДВ в области низких концентраций представлен на рисунке 1.

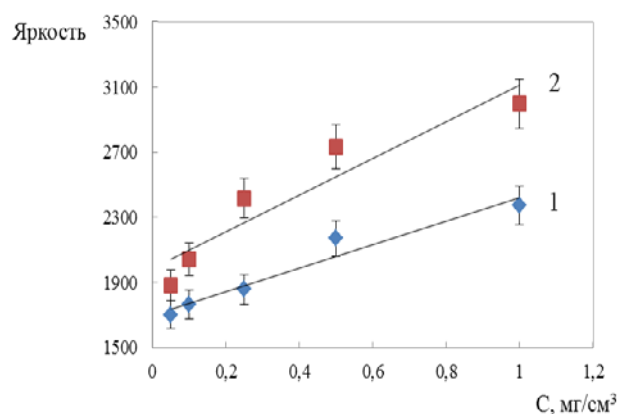


Рисунок 1. Зависимость яркости цветового пятна для таблеток ППУ (1) и аналитических патронов (2) от концентрации раствора галловой кислоты в области концентраций от 0,05 до 1,00 мг/см³

Figure 1. The dependence of the spot color brightness for foam tablets (1) and analytical cartridges (2) the concentration of gallic acid in the concentration range of – 0,05 to 1,00 mg/cm³

Для области высоких концентраций от 1,0 до 10,0 мг/см³ представлен в виде уравнения градуировочного графика: $y = 22x + 4202$ для таблеток ППУ и $y = 21x + 3573$ для аналитических патронов.

Результаты определения суммы ДВ в водных извлечения лекарственных трав, полученные цветометрически, сравнивали с результатами потенциометрического титрования (таблица 2).

Таблица 2

Цветометрическое (с использованием таблеток ППУ) и потенциометрическое определение суммы ДВ в водных извлечениях лекарственных трав ($n=5$, $p=0,90$)

Table 2

Chromaticity (using foam tablets) and potentiometric determination of the amount of water extracts in the Far East herbs ($n=5$, $p=0,90$)

Анализируемый объект analyzed object	Содержание ДВ в извлечении, установленное, мг/см ³ The content of tannins in the extraction set, mg/cm ³		S_r	Погрешность цветометрического определения, % Accuracy CEE-photometric determination, %
	потенциометрически potentiometrically	цветометрически colormetrically		
Травяной сбор «Цветки ноготков» Herbal "Marigold flowers"	0,25±0,03	0,28±0,04	0,03	8,0
Травяной сбор «Зверобоя трава» Herbal "St. John's wort herb"	0,69±0,04	0,70±0,07	0,04	1,5
Травяной сбор «Тысячелистник» Herbal "Yarrow"	0,34±0,03	0,32±0,05	0,03	6,3
Травяной сбор «Крапива» Herbal "Nettle"	0,12±0,03	0,14±0,03	0,03	16,7
Травяной сбор «Эхинацея» Herbal "Echinacea"	0,34±0,04	0,36±0,06	0,03	5,9
Ягоды боярышника Hawthorn berries	0,26±0,03	0,29±0,03	0,03	11,5

Результаты цветометрического определения ДВ воспроизводимы (S_r не превышают 0,04). С увеличением количества ДВ в водных извлечениях погрешность денситометрического способа определения уменьшается (возрастает яркость окраски таблеток ППУ при возрастании содержания ДВ в исследуемых объектах). При содержании ДВ от 0,14 до 0,29 мг/см³ и от 0,32 до 0,70 мг/см³ средняя погрешность цветометрического способа составляет соответственно 12 и 4 %. Результаты определения суммы ДВ, полученных сорбционно-цветометрическим способом с использованием аналитических патронов, сравнивали с определением спектрофотометрическим методом (таблица 3).

Результаты, полученные способом цветометрии, превышают значения спектрофотометрического исследования. Погрешность разработанного способа уменьшается с возрастанием содержания ДВ в исследуемых объектах (увеличивается интенсивность окраски импрегнированного ППУ с возрастанием содержания ДВ в исследуемом объекте). Наибольшая погрешность (15 %) установлена при наименьшем содержании ДВ в травяном сборе «Крапива».

Метрологическую оценку визуального и цветометрического тест-способов определения ДВ проводили на примере анализа извлечений из травяного сбора «Цветки ноготков». Проверка правильности разработанного способа проводилась методом «введено–найдено» (таблица 4).

Погрешность визуального тест-определения ДВ выше, чем денситометрического. Максимальная погрешность денситометрического определения достигает 12 %, что в два раза ниже максимальной погрешности визуального детектирования.

Расчёт предела обнаружения (ПО) и предела количественного определения (ПКО) цветометрическим способом устанавливали с использованием уравнений градуировочных графиков для галловой кислоты. Для визуального способа ПО и ПКО являются первым и последним значением концентраций галловой кислоты в разработанной шкале.

Значения ПО и ПКО, рассчитанные для разработанных способов суммарного определения ДВ, представлены в таблице 5.

Таблица 3

Цветометрическое (с использованием аналитических патронов) и спектрофотометрическое суммарное определение ДВ в водных извлечениях лекарственных трав (n=5, p=0,90)

Table 3

Colorimetric (using analytical cartridges) and spectrophotometric determination of the total DV in aqueous extracts of medicinal herbs (n = 5, p = 0.90)

Анализируемый объект analyzed object	Содержание ДВ в извлечениях (мг/см ³), установленное The content of tannins in extracts (mg/cm ³), set		S _r	Погрешность денситометрического метода, Accuracy densitometric method, %
	спектрофото-метрически spectrophotometry	цвето-метрически color-metrically		
Травяной сбор «Цветки ноготков» Herbal "Marigold flowers"	0,241±0,002	0,27±0,03	0,03	12,5
Травяной сбор «Зверобоя трава» Herbal "St. John's wort herb"	0,673±0,006	0,71±0,06	0,03	5,9
Травяной сбор «Тысячелистник» Herbal "Yarrow"	0,313±0,003	0,35±0,04	0,03	12,9
Травяной сбор «Крапива» Herbal "Nettle"	0,112±0,002	0,13±0,02	0,03	15,2
Травяной сбор «Эхинацея» Herbal "Echinacea"	0,326±0,003	0,34±0,06	0,04	6,3
Ягоды боярышника Hawthorn berries	0,271±0,002	0,31±0,03	0,03	13,8

Таблица 4

Проверка правильности экспресс-способа суммарного определения ДВ (n=5, P=0.90)

Table 4

Verifying the rapid determination of the total DV method (n = 5, P = 0.90)

Введено, мг/см ³ Permission mg/cm ³	Найдено, мг/см ³ Found mg/cm ³		Погрешность, % Accuracy, %	
	визуально visually (I)	цветометрически colorimetric (II)	I	II
0,05	0,05	0,046±0,001	10	20
0,10	0,10	0,112±0,002	10	12
0,30	0,25	0,287±0,003	20	1,6
0,50	0,50	0,487±0,004	10	2,6
0,80	1,0	0,794±0,005	25	0,7
1,0	1,0	0,976±0,006	10	2,4

*I – сорбция таблеткой ППУ; II – сорбция в аналитическом патроне

*I – sorption tablet PPU; II – sorption in the analytical cartridge

Таблица 5

ПО и ПКО, мг/см³ для денситометрического и визуального способа определения суммы ДВ в пересчёте на галловую кислоту

Table 5

Limit of detection and limit of quantification, mg/cm³ for densitometric and visual way to determine the amount of the Far East in terms of gallic acid

Визуальный / Visual				Денситометрический / Densitometric			
ID		LQ		ID		LQ	
I	II	I	II	I	II	I	II
0,05	0,05	0,05	0,05	0,012	0,010	0,034	0,030

*I – сорбция таблеткой ППУ; II – сорбция в аналитическом патроне

*I – sorption tablet PPU; II – sorption in the analytical cartridge

Заключение

Минимальное содержание суммы ДВ которое можно обнаружить цветометрически в пересчёте на галловую кислоту составляет 0,012 мг/см³ (сорбция таблетками) и 0,010 мг/см³ (сорбция в аналитическом патроне). Наименьшая концентрация вещества, которую можно определить цветометрически в 1,5 раза ниже, чем для способа визуальной оценки.

Время денситометрического экспресс-анализа ДВ с учётом пробоподготовки 25–30 минут, предел обнаружения 0,01 мг/см³, предел количественного определения 0,03 мг/см³, погрешность определения не превышает 30 %.

Разработанные тест-способы количественной оценки содержания ДВ позволяют исключить применение сложного аналитического оборудования, проводить анализ во внелабораторных условиях, не требуют высокой квалификации персонала, рекомендуются при выполнении лабораторного практикума.

Работа выполнена в рамках НИОКР по ГК № 4.2186.2014/К по теме «Разработка и конструирование мобильного комплекса для экологического мониторинга состояния водных объектов с возможностью концентрирования органических и неорганических загрязнителей на месте» от 17.07.2014 г.

ЛИТЕРАТУРА

1 Машковский М. Д. Лекарственные средства, 16-е издание. М.: Новая волна, 2012. 1216 с.

2 Блажей А., Шутый Л. Фенольные соединения растительного происхождения. М., 1997. 236 с.

3 Васильева А. П. Изучение динамики содержания дубильных веществ в отваре коры дуба при хранении // Молодёжный инновационный вестник. 2012. Т. 1. № 1. С. 199–200.

4 Joutei K. A., Glories Y., Mercier M. Localisation des tanins dans la pellicule de baie de raisin // VITIS-Journal of Grapevine Research. 2015. V. 33. №. 3. P. 133.

5 Vivas N., De Gaulejac N. S. C., Glories Y. Influence de SO₂ et de l'acide ascorbique sur l'activité antiradicalaire des tanins, mesurée sur l'anion superoxyde. Application aux vins rouges // VITIS-Journal of Grapevine Research. 2015. V. 36. №. 2. – С. 91.

6 Золотов Ю. А., Иванов В. М., Амелин В. Г. Химические тест-методы анализа. М.: Едиториал УРСС, 2002. 304 с.

7 Дмитриенко С. Г., Апыри В. В. Пенополиуретаны: Сорбционные свойства и применение в химическом анализе. М.: Красанд, 2010. 264 с.

8 Дмитренко С. Г., Золотов Ю. А. Пенополиуретаны в химическом анализе: сорбция различных веществ и её аналитическое применение // Успехи химии. 2002. Т. 71. № 2. С. 180–197.

9 РМГ 61–2010 ГСИ Показатели точности, правильности, прецизионности методик количественного химического анализа. Методы оценки. М.: СтандартИнформ, 2013. 53 с

REFERENCES

1 Mashkovskii M. D. Lekarstvennye sredstva [Drugs] Moscow, Novaya volna, 2012. 1216 p. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Светлана П. Калинкина к. т. н., доцент, кафедра физической и аналитической химии, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия, kalinckina.svet@yandex.ru

Анна А. Казакова студент, кафедра физической и аналитической химии, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия, anna.kazakova.94@mail.ru

Павел Т. Суханов д. х. н., профессор, кафедра физической и аналитической химии, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия, pavel.suhanov@mail.ru

Александр Н. Ильин аспирант, кафедра физической и аналитической химии, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия, santilla88@gmail.ru

2 Blazhey A., Shutyi L. Fenol'nye soedineniya rastitel'nogo proiskhozhdeniya [Phenolic compounds plant origin] Moscow, 1997. 236 p. (in Russian).

3 Vasil'eva A. P Study of the dynamics of the content of tannins in the decoction of oak bark during storage. *Molodezhnyi innovatsionnyi vestnik* [Youth Innovation Gazette] 2012, vol. 1, no. 1, pp. 199–200. (in Russian)

4 Joutei K. A., Glories Y., Mercier M. Localisation des tanins dans la pellicule de baie de raisin. VITIS-Journal of Grapevine Research, 2015, vol. 33, no. 3, pp. 133.

5 Vivas N., De Gaulejac N. S. C., Glories Y. Influence de SO₂ et de l'acide ascorbique sur l'activité antiradicalaire des tanins, mesurée sur l'anion superoxyde. Application aux vins rouges. VITIS-Journal of Grapevine Research, 2015, vol. 36, no. 2, pp. 91.

6 Zolotov Yu A., Ivanov V.M., Amelin V.G. Khimicheskie test-metody analiza [The chemical test methods of analysis] Moscow, Editorial URSS, 2002. 304 p. (in Russian).

7 Dmitrienko S. G., Apyari V.V. Penopoliuretany v khimicheskom analize: sorbtsiya razlichnykh veshchestv i ee analiticheskoe primeneniye v khimicheskom analize [Polyurethane foams: Sorption properties and applications in chemical analysis] Moscow, Krasand, 2010. 264 p. (in Russian)

8 Dimitrenko S. G, Zolotov Yu.A. Polyurethane foams in chemical analysis: sorption of substances and its analytical application. *Uspekhi khimii* [Success chemistry] 2002, vol. 71, no. 2, pp. 180 – 197. (in Russian)

9 RMG 61-2010 GSI Pokazатели tochnosti, pravil'nosti, pretsizionnosti metodik kolichestvennogo khimicheskogo analiza [Indicators of accuracy, correctness, the precision of the quantitative chemical analysis techniques. Assessment methods] Moscow, Standartinform, 2013. 53 p. (in Russian)

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Svetlana P. Kalinkina PhD., department of physical and analytical chemistry, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia, e-mail: kalinckina.svet@yandex.ru

Anna A. Kazakova student, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia, anna.kazakova.94@mail.ru

Pavel T. Sukhanov Dc. Sci., professor, department of physical and analytical chemistry, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia, pavel.suhanov@mail.ru

Aleksandr N. Ilyin graduate student, department of physical and analytical chemistry, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia. santilla88@gmail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Светлана П. Калинин предложила методику проведения эксперимента

Анна А. Казакова обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперимент, выполнил расчёты

Павел Т. Суханов консультация в ходе исследования

Александр Н. Ильин написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 13.04.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 12.05.2016

CONTRIBUTION

Svetlana P. Kalinkina proposed a scheme of the experiment

Anna Kazakova review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

Paul T. Sukhanov consultation during the study

Alexander N. Ilyin 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 4.13.2016

ACCEPTED 5.12.2016

Исследование углеводного состава продуктов из цикория

Зульфья А. Хайруллина,¹ zbadretdinova@bk.ru
Альберт В. Канарский,¹ alb46@mail.ru
Татьяна В. Свиридова² sviridovaty@yandex.ru

¹ кафедра пищевой инженерии малых предприятий, Казанский национальный исследовательский техн. ун-т, ул. Толстого, 8, г. Казань, 420015, Россия

¹ кафедра пищевой биотехнологии, Казанский национальный исследовательский технологический университет, ул. Толстого, 8, г. Казань, 420015, Россия

² кафедра биохимии и биотехнологии, Воронеж. гос. ун-т инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Реферат. Основные продукты, получаемые из цикория в пищевой промышленности это жареный растворимый цикорий, жареный измельченный цикорий, цикорная мука, инулин, олигофруктоза и др. Жареные продукты используются в качестве заменителя кофе, т. к. не содержат кофеин, но обладают кофейным вкусом и ароматом. Цикорную муку используют в производстве хлебобулочных изделий. Инулин и олигофруктоза нашли широкое применение в производстве хлебобулочных, кондитерских изделиях, молочных и кисломолочных продуктов. Целью данной работы было исследование углеводного состава продуктов из цикория. Объектами исследований в данной работе были – Цикорий жареный измельченный (Leroux), Цикорий растворимый (Leroux), Цикорий растворимый (ООО Флагистом), Цикорий растворимый с боярышником (ООО Айсберг и К), Цикорий растворимый (ООО СлавКофе), Цикорий растворимый (ООО Вокруг света), Цикорий растворимый (ООО Фаворит), Цикорий растворимый (ООО Бэтта +), Цикорий сушеный неизмельченный и измельченный № 1, 2, 3 (ООО «Современник»), Мука цикорная (Leroux), Инулин и Олигофруктоза (Spinnrad GmbH). Определение содержания фруктанов и их средней степени полимеризации, содержание глюкозы, фруктозы, сахарозы содержащихся в продуктах из цикория, проводили биохимическим способом с использованием набора ферментов Sucrose/D-Glucose/D-Fructose (R-Biopharm). Проведённые исследования свидетельствуют о том, что в жареных продуктах из цикория не содержатся фруктаны. В сушеных продуктах из цикория помимо инулина, содержание которого примерно 60–70% от сухих веществ, содержатся другие биологически активные вещества. Содержание фруктанов в коммерческих продуктах, таких как инулин и олигофруктоза составляет 93% и 79% соответственно.

Ключевые слова: цикорий, продукты, фруктаны, инулин, степень полимеризации, фруктоза, глюкоза

The study of carbohydrate composition of chicory products

Zulfiya A. Khairullina,¹ zbadretdinova@bk.ru
Albert V. Kanarsky,¹ alb46@mail.ru
Tatiana V. Sviridova² sviridovaty@yandex.ru

¹ food engineering of small enterprises department, Kazan national research technological university, Tosltogo str., 8, Kazan, 420015, Russia

¹ food biotechnology department, Kazan national research technological university, Tosltogo str., 8, Kazan, 420015, Russia

² biochemistry and biotechnology department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia

Summary. The main products produced from chicory in the food industry are soluble roasted chicory, roasted crushed chicory, chicory flour, inulin, oligofructose and others. Fried products are used as a substitute for coffee, because it is caffeine-free and has coffee taste and aroma. Chicory flour is used in the production of bakery products. Inulin and oligofructose are widely used in the manufacture of bakery and dairy products. The aim of this study was to investigate the carbohydrate composition of the products from chicory. The objects of research in this research work were Fried chicory (Leroux), Instant chicory (Leroux), Instant chicory (LLC Flagistom), Instant chicory with hawthorn (Iceberg Ltd and K), Instant chicory (LLC SlavKofe), Instant chicory (Ltd. Around the World), Instant chicory (LLC Favorit), Instant chicory (LLC Beta +), Dried Chicory and Dried crushed chicory № 1,2,3 (LLC Sovremennik), Chicory flour (Leroux), Inulin and Oligofructose (Spinnrad GmbH). Determination of fructans and their average degree of polymerization, the content of glucose, fructose, sucrose, which are contained in foods from chicory was carried out using biochemical method with kit Sucrose / D-Glucose / D-Fructose (R-Biopharm). Studies are suggested that fried chicory products do not contain fructans. Dried products of chicory are contained inulin, the contents of which are about 60–70%, and contained other biologically active substances. Content of fructans in commercial products, such as inulin and oligofructose is about 93% and 79%.

Keywords: chicory, products, extraction, fructans, inulin, degree of polimerisation, fructose, glucose

Введение

В пищевой промышленности из цикория получают такие продукты, как жареный растворимый цикорий, жареный измельченный цикорий, цикорная мука, инулин и олигофруктоза. Эти жареные продукты используются в качестве заменителя кофе, т. к. не содержат кофеин, но обладают кофейным вкусом и ароматом. Цикорную муку можно вносить в рецептуру хлебобулочных изделий, до 5% от массы муки, большая дозировка будет придать горький вкус хлебобулочным изделиям, вследствие содержания в цикории горьких веществ – сесквитерпеновых лактонов [1]. Инулин и олигофруктоза

используются в хлебобулочных, кондитерских изделиях, в молочной продукции [3].

При термической обработке цикория происходит гидролиз инулина, увеличивается содержание фруктозы, содержание инулина резко уменьшается и образуется ангидрид фруктозы – левулозан. Происходят реакции карамелизации и меланоидинообразования, при этом горькие вещества разрушаются. Цикорий теряет горечь, а за счёт увеличения содержания фруктозы становится сладковатым. Также при обжаривании цикория происходит образование цикореоля, в состав которого входят уксусная и валериановая кислоты, акролеин, фурфурол, фурфуриловый спирт и диацетил [3].

Для цитирования

Хайруллина З. А., Канарский А. В., Свиридова Т. В. Исследование углеводного состава продуктов из цикория // Вестник ВГУИТ. 2016. № 2. С. 230–232. doi:10.20914/2310-1202-2016-2-230-232

For citation

Khairullina Z. A., Kanarsky A. V., Sviridova T. V. The study of carbohydrate composition of chicory products. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 2. pp. 230–232 (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2016-2-230-232

Другие вещества, содержащиеся в сушёном цикории, при обжаривании изменяются незначительно. В частности, количество жира, азотистых веществ, золы, клетчатки и пентозанов в пересчёте на сухое вещество остаётся таким же, как и до обжаривания [3].

Цель работы – исследование углеводного состава, определение содержания фруктанов и их средней степени полимеризации в продуктах из цикория.

Определение содержания глюкозы, фруктозы и сахарозы, содержащиеся в продуктах цикория,

проводили ферментным анализом с использованием набора Sucrose/D-Glucose/D-Fructose (№ 1002864, R-Biopharm, Германия) по методике [4].

Измерения содержания углеводов проводили до (для определения свободных сахарозы, глюкозы и фруктозы) и после гидролиза, определяли содержание фруктанов и их среднюю степень полимеризации [3, 5].

Результаты определения содержания глюкозы, фруктозы, сахарозы, фруктанов и их средней степени полимеризации представлены в таблице ниже.

Таблица 1

Содержание глюкозы, фруктозы, сахарозы, фруктанов и их средняя степень полимеризации

Table 1.

Название таблицы на английском языке

№	Образец	Содержание глюкозы, %	Содержание фруктозы, %	Содержание сахарозы, %	Содержание фруктанов, %	Средняя степень полимеризации
1	Цикорий жареный измельченный (Leroux, Франция)	10,04	19,14	0,84	17,65	3,73
2	Цикорий растворимый (Leroux, Франция)	8,08	24,81	5,11	40,06	2,11
3	Цикорий растворимый (ООО "Флагистом")	1,68	11,67	1,68	22,01	1,58
4	Цикорий растворимый с боярышником (ООО "Айсберг и К")	1,91	3,91	0,82	16,84	0,94
5	Цикорий растворимый (ООО "СлавКофе")	1,87	5,61	0,75	15,58	0,86
6	Цикорий растворимый (ООО "Вокруг света")	2,22	9,23	1,75	15,46	1,60
7	Цикорий растворимый (ООО "Вокруг света")	2,49	7,02	2,12	26,26	1,94
8	Цикорий растворимый (ООО "Фаворит")	1,78	0,09	0,98	19,37	1,24
9	Цикорий растворимый (ООО "Бэтта +")	0,55	0,09	1,02	17,29	1,01
10	Цикорий сушеный неизмельченный (ООО "Современник")	0,16	1,93	5,92	63,01	5,87
11	Цикорий сушеный измельченный № 1 (ООО "Современник")	0,15	1,41	5,23	69,20	6,19
12	Цикорий сушеный измельченный № 2 (ООО "Современник")	0,15	1,19	4,31	68,42	5,71
13	Цикорий сушеный измельченный № 3 (ООО "Современник")	1,00	1,67	3,04	68,77	2,40
14	Мука цикорная (Leroux, Франция)	0,12	1,06	2,45	73,02	11,55
15	Инулин (Spinnrad GmbH)	0,39	1,65	4,34	93,29	8,34
16	Олигофруктоза (Spinnrad GmbH)	0,50	3,03	4,32	79,13	9,83

Анализ результатов исследования углеводного состава продуктов цикория свидетельствует о том, что в жареных продуктах цикория (образцы 3–8) содержание глюкозы составляет 1,68–2,49%; в образцах продуктов 1 и 2 содержание глюкозы значительно больше – 8,08 и 10,04%, а в образце 9 наименьшее – 0,55%. Это объясняется различным содержанием глюкозы в исходном сырье и степенью обжарки цикория – при длительной термической обработке содержание глюкозы увеличивается вследствие гидролиза фруктанов.

В сушёных продуктах цикория (образцы 10–14) содержание глюкозы незначительное – менее 1% от сухих веществ. В таких продуктах из цикория как, инулин и олигофруктоза также содержится глюкоза в незначительном количестве до 0,5% от сухих веществ.

Содержание фруктозы в образцах 3–8 составляет 5,61–11,67% от сухих веществ, а в образцах 1 и 2 – 19,14 и 24,81%. Достаточно высокое содержание фруктозы и глюкозы в образцах 1 и 2 свидетельствует о высокой температурной обработке цикория,

при которой образуются карамелен и другие продукты распада сахаров. Содержание фруктозы в сушёных продуктах из цикория, в том числе в инулине, (образцы 10–15) составляет 1,09–1,93%, а в олигофруктозе содержание фруктозы достигает 3% от сухих веществ. Следует также отметить, что в образцах растворимого цикория (образцы 8 и 9) содержание фруктозы незначительно – 0,09%.

В жареных продуктах из цикория (образцы 1–9) содержится 0,75–2,12% сахарозы, а в сушёных продуктах (образцы 10–14) – примерно до 6% сахарозы, что свидетельствует о низкотемпературной обработке сырья и таким образом сохраняется большее содержание сахарозы по сравнению с жареными продуктами. В инулине и олигофруктозе также содержится сахароза в количестве 4,3%.

Исследуя содержание фруктанов в продуктах из цикория, можно сделать вывод, что в жареных продуктах из цикория (образцы 1–9) содержание фруктанов менее 26% от сухих веществ и средняя их степень полимеризации составляет 1, т. е.

фруктаны содержащиеся в этих продуктах представляют собой низкомолекулярные формы, которые по своему строению близки к сахарозе.

В образцах 10–13 содержание фруктанов достигает 68% со средней степенью полимеризации 2–6. Следует отметить, что в образцах 11–13 сушёного цикория с увеличением продолжительности сушки цикория средняя степень полимеризации фруктанов уменьшается [3].

В инулине (образец 15) содержание фруктанов составляет 93,29% со средней степенью

ЛИТЕРАТУРА

1 Kisiel W., Zielinska K. Guaianolides from *Cichorium intybus* and structure revision of Cichorium sesquiterpene lactones // *Phytochemistry*. 2001. V. 57(4).P. 523–527.

2 Franck A. Technological functionality of inulin and oligofructose // *British journal of Nutrition*. 2002. V. 87(2). P. 287–291.

3 Бадретдинова З.А., Канарский А.В. Влияние на содержание фруктанов способов термической обработки цикория сорта «Александр» // *Вестник Казанского технологического университета*. 2014. № 14. С. 408–410.

4 Колеснов А.Ю. Биохимические системы в оценке качества продуктов питания (ферментативный анализ). М.: Пищевая промышленность, 2000. 416 с.

5 Praznik W., Baumgathner S., Huber A. Molecular weight characterization of inulin: application of enzymatic and chromatographic methods // *Proceedings of the Sixth Seminar on Inulin*. CRF. 1997. 61 p.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Зульфия А. Хайруллина, ассистент, кафедра пищевой инженерии малых предприятий, Казанский национальный исследовательский технологический университет, ул. Толстого, 8, г. Казань, 420015, Россия, zbadretdinova@bk.ru

Альберт В. Канарский д.т.н., профессор, кафедра пищевой биотехнологии, Казанский национальный исследовательский технологический университет, ул. Толстого, 8, г. Казань, 420015, Россия, alb46@mail.ru

Татьяна В. Свиридова кафедра биохимии и биотехнологии, Воронеж. гос. ун-т инж. технол., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, sviridovavtv@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Зульфия А. Хайруллина предложила методику проведения эксперимента, обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперимент, выполнила расчёты **Альберт В. Канарский** консультация в ходе исследования **Татьяна В. Свиридова** написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 06.04.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 04.05.2016

полимеризации 8, а в олигофруктозе – 79,13% и степень полимеризации 9.

Проведённые исследования свидетельствуют о том, что в жареных продуктах из цикория не содержатся фруктаны. В сушёных продуктах из цикория помимо инулина, содержание которого примерно 60–70% от сухих веществ, содержатся другие биологически активные вещества. Содержание фруктанов в коммерческих продуктах, таких как инулин и олигофруктоза составляет 93% и 79% соответственно.

REFERENCES

1 Kisiel W., Zielinska K. Guaianolides from *Cichorium intybus* and structure revision of Cichorium sesquiterpene lactones. *Phytochemistry*, 2001, vol. 57(4), pp. 523–527.

2 Franck A. Technological functionality of inulin and oligofructose. *British journal of Nutrition*, 2002, vol. 87(2), pp. 287–291.

3 Badretdinova Z.A., Kanarsky A.V. Influence methods of thermal processing on content of fructans from chicory sort “Alexander. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Proceedings of Technological University] 2014, no. 14, pp. 408–410. (in Russian)

4 Kolesnov A.Yu. Biokhimicheskie sistemy v otsenke kachestva produktov pitaniya [Biochemical system in the evaluation of the quality of food products (enzyme assay)] Moscow, Pishchevaya promyshlennost', 2000. 416 p. (in Russian).

5 Praznik W., Baumgathner S., Huber A. Molecular weight characterization of inulin: application of enzymatic and chromatographic methods. *Proceedings of the Sixth Seminar on Inulin*. CRF, 1997. pp. 61.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Zulfiya A. Khairullina, assistant food engineering of small enterprises department, Kazan national research technological university, Tosltogo str., 8, Kazan, 420015, Russia, zbadretdinova@bk.ru

Albert V. Kanarskii, Dc. Sci., professor, food biotechnology department, Kazan national research technological university, Tosltogo str., 8, Kazan, 420015, Russia, alb46@mail.ru

Tatiana V. Sviridova biochemistry and biotechnology department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia, sviridovavtv@yandex.ru

CONTRIBUTION

Zulfiya A. Khairullina proposed a scheme of the experiment, review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

Albert V. Kanarskii consultation during the study

Tatiana V. Sviridova 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 4.6.2016

ACCEPTED 5.4.2016

Влияние распределения теплопотребителей и эффекта самоиспарения на расход пара многокорпусной выпарной установки сахарного завода

Андрей А. Громковский¹ itmu@vsuet.ru

¹ кафедра информационных технологий моделирования и управления, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия

Реферат. В статье рассмотрено влияние распределения теплопотребителей и эффекта самоиспарения сока для многокорпусной выпарной установки сахарного завода на расход основного производственного теплоносителя – водяного пара. Задача рационального распределения теплопотребителей по корпусам выпарной установки является актуальной с точки зрения энергосбережения и экономии тепловых энергоресурсов сахаропроизводящего предприятия. Решение этой задачи целесообразно проводить на основе количественного математического описания распределения паров по корпусам выпарной установки. Распределение теплопотребителей должно основываться на результатах технико-экономического расчёта. Для решения этой задачи целесообразно использовать единое уравнение, определяющее зависимость расхода пара на первый корпус от количества выпариваемой воды и от способа распределения теплопотребителей по корпусам. Выпарная установка сахарного завода выполняет две функции – технологическую и теплотехническую, каждая из которых описывается своим уравнением. На основании уравнений материального и теплового баланса для реализации основных функций выпарной установки записана система уравнений многокорпусной выпарной установки. Решение системы позволяет получить уравнение расхода пара и количества выпаренной воды с учётом эффекта самоиспарения сока. Решение системы должно основываться с учётом принятых норм проектирования сахарных заводов. В результате решения системы получено уравнение, которое позволяет организовывать и оптимизировать распределение теплопотребителей по корпусам выпарной установки. Уравнение может быть использовано для любого количества корпусов выпарной установки. Полученное уравнение позволяет проводить оценку эффективности функционирования выпарной установки сахарного завода. Это имеет большое практическое значение при модернизации тепловых схем сахарных заводов.

Ключевые слова: производство сахара, выпарная установка, моделирование, тепловая схема сахарного завода, распределение теплопотребителей по корпусам выпарной установки

Influence of heat consumers distribution and flashing vapours effect on steam consumption of evaporation plant of sugar factory

Andrey A. Gromkovskii¹ itmu@vsuet.ru

¹ information technology, modeling and management department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia

Summary. The article considered the influence of the heat consumers distribution and the flashing vapours effect juice for multiple-evaporator sugar factory on the consumption the main production flow of heat transfer agent – water vapor. The problem of rational distribution of heat transfer agent for of the corps multiple-evaporator is relevant from point of view of energy saving and energy-saving heat of the sugar factory. The solution to this problem is advantageously carried out on the basis of quantitative mathematical description of the distribution of vapor on the corps of the evaporation plant. The heat consumers distribution should be based on technical and economic calculation. To solve this problem it is advisable to use a single equation that determines the dependence of the steam flow in the first unit evaporator on the amount of evaporated water and the method of heat consumers distribution for housing. Evaporators sugar factory has two functions – technology and heat, each of which is described by its equation. On the basis of the material and heat balance equations for the realization of the basic functions of the system evaporator written multiple-evaporator equations. The solution of this system allows you to obtain the equation of the steam flow and the amount of evaporated water, taking into account the flashing vapours effect. Solution of the system should take into account the accepted design standards of sugar factories. As a result of solving the system of equation is obtained, which allows you to organize and optimize the heat consumers distribution of the corps evaporator. The equation can be used for any number of units evaporator. This equation allows you to assess the efficiency of the evaporation plant of a sugar factory. This is of great practical importance in the modernization of thermal schemes of sugar factories.

Keywords: sugar production, evaporation plant, modeling, thermal scheme of sugar factory, heat consumers distribution on the evaporation plant corps

Для цитирования

Громковский А. А. Влияние распределения теплопотребителей и эффекта самоиспарения на расход пара многокорпусной выпарной установки сахарного завода // Вестник ВГУИТ. 2016. № 2. С. 233–237. doi:10.20914/2310-1202-2016-2-233-237

For citation

Gromkovskii A. A. Influence of heat consumers distribution and flashing vapours effect on steam consumption of evaporation plant of sugar factory. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 2 pp. 233–237 (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2016-2-233-237

Введение

Многокорпусная выпарная установка (МВУ) сахарного завода является основным элементом тепловой схемы, который определяет показатели расхода энергоресурсов при производстве сахара. Рациональное использование энергоресурсов влияет на эффективность производства, на уровень энергосбережения и позволяет снизить затраты, которые могут достигать до 30% общих затрат на производство [1, 2, 6, 9–10].

Уровень энергосбережения тепловой схемы предприятия зависит от эффективности использования тепловых отходов, распределения теплопотребителей по корпусам МВУ и эффективности используемой технологии [3, 4, 7–10].

При организации производства сахара актуальной является задача рационального распределения теплопотребителей по корпусам выпарной установки. Правильное решение этой задачи позволяет снизить расход энергоресурсов в производстве сахара и повысить энергосбережение. Решение этой задачи целесообразно осуществлять на основе построения количественного описания распределения теплопотребителей для выпарной установки.

При выпаривании очищенного сока в многокорпусной выпарной установке сахарного завода одновременно происходит несколько процессов, оказывающих влияние на расход греющего пара:

- потери тепла в окружающую среду;
- самоиспарение сока при поступлении в корпус с меньшим давлением;
- выделение теплоты концентрирования;
- использование второго теплоносителя, – паров самоиспарения конденсатов.

При проектировании МВУ условно принимают положение о том, что тепловые потери компенсируются самоиспарением сока, теплотой концентрирования пренебрегают. При таком условии можно считать, что в каждом корпусе МВУ 1 кг греющего пара, включая пары самоиспарения конденсатов, выпаривает 1 кг воды. Это условие можно записать в виде:

$$D_i = W_i - D_{CHi}, \quad (1)$$

где i – номер корпуса МВУ; D_i – расход греющего пара в i -м корпусе МВУ; W_i – количество воды, выпаренной в i -м корпусе МВУ; D_{CHi} – расход пара самоиспарения конденсата в i -м корпусе МВУ.

Следует отметить, что в дальнейшем изложении при количественном описании все массовые расходы продуктов и количества паров, выражаются в кг/т свёклы.

МВУ сахаропроизводящего предприятия предназначена для осуществления двух

функций – теплотехнической, для обеспечения вторичным соковым экстрапаром всех технологических станций завода и технологической, для проведения предварительного выпаривания очищенного сока от начальной концентрации CB_o до заданной концентрации CB_c перед поступлением сиропа в вакуум-аппараты I продукта.

С целью реализации первой функции вторичные пары W_i после выхода из каждого корпуса выпарной установки расходуются на обогревание теплопотребителей (D_{TH}) и нагревание следующего корпуса в соответствии с уравнением:

$$W_i = \sum_i D_{THi} + D_{i+1}. \quad (2)$$

Выполнение второй, технологической функции МВУ определяется уравнением материального баланса:

$$\sum_{i=1}^n W_i = m_o \left(1 - \frac{CB_o}{CB_c} \right), \quad (3)$$

где $\sum_{i=1}^n W_i = W_1 + \dots + W_n$ – суммарное количество воды, выпариваемой во всех корпусах МВУ; m_o – выход очищенного сока; CB_o – концентрация сухих веществ в соке; CB_c – в сиропе.

При проектировании МВУ определяется расход пара на I корпус D_1 при заданных расходах на технологические потребители при соблюдении равенства (3). Для этого решается система уравнений (1)–(2), записанных для каждого корпуса выпарной установки.

Для тепловой схемы с пятикорпусной выпарной установкой такая система может быть представлена в виде [2]:

$$\left\{ \begin{aligned} D_5 &= W_5 = \sum D_{TH5} - D_{CH5} \\ D_4 &= W_4 - D_{CH4} = \sum D_{TH4} + D_5 - D_{CH4} = \\ &= \sum D_{TH4} + \sum D_{TH5} - D_{CH4} - D_{CH5} \\ D_3 &= W_3 - D_{CH3} = \sum D_{TH3} + D_4 - D_{CH3} = \\ &= \sum D_{TH3} + \sum D_{TH4} + \sum D_{TH5} - \sum_{i=3}^5 D_{CHi} \\ D_2 &= W_2 - D_{CH2} = \sum D_{TH2} + D_3 - D_{CH2} = \\ &= \sum D_{TH2} + \sum D_{TH3} + \sum D_{TH4} + \\ &+ \sum D_{TH5} - \sum_{i=2}^5 D_{CHi} \\ D_1 &= W_1 - D_{CH1} = \sum D_{TH1} + D_2 - D_{CH1} = \\ &= \sum D_{TH1} + \sum D_{TH2} + \sum D_{TH3} + \sum D_{TH4} + \\ &+ \sum D_{TH5} - \sum_{i=1}^5 D_{CHi} \end{aligned} \right. \quad (4)$$

Решение системы уравнений (4) позволяет получить уравнение расхода пара и количества выпаренной воды с учётом эффекта самоиспарения.

Расход пара на I корпус МВУ определяется заключительным уравнением этой системы:

$$D_1 = \sum D_{ТП1} + \sum D_{ТП2} + \sum D_{ТП3} + \sum D_{ТП4} + \sum D_{ТП5} - \sum_{i=1}^5 D_{СИi} \quad (5)$$

Общее количество выпаренной воды зависит от суммарного расхода пара на технологические потребители за вычетом суммы использованных паров самоиспарения конденсатов (6):

$$\sum_{i=1}^n W_i = \sum D_{ТП1} + 2 \sum D_{ТП2} + 3 \sum D_{ТП3} + 4 \sum D_{ТП4} + 5 \sum D_{ТП5} - D_{СИ1} - 2D_{СИ2} - 3D_{СИ3} - 4D_{СИ4} - 5D_{СИ5} \quad (6)$$

Анализ уравнений (5) и (6), определяющих результаты проектирования МВУ позволяет сделать следующие выводы.

Расход пара из ТЭЦ на выпаривание в количестве D_1 определяется суммарным расходом пара на все теплопотребители. Недостаток уравнения (5) состоит в том, что оно не определяет влияния распределения вторичных паров на расход пара. При этом каждый теплопотребитель влияет в одинаковой мере на расход пара из ТЭЦ. Общее количество выпаренной воды и концентрация сиропа непропорциональны расходу пара на теплопотребители. Количество использованных паров самоиспарения также неодинаково влияет на количество выпаренной воды. Использование паров самоиспарения положительно влияет на снижение расхода пара, но отрицательно отражается на технологической функции выпарной установки, так как приводит к снижению количества выпаренной воды и уменьшению концентрации сиропа. Для нахождения оптимального решения необходимо совместно решить уравнения (5) и (6).

Недостаток рассмотренной методики состоит в том, что она не отвечает на вопрос об оптимальном распределении теплопотребителей по корпусам МВУ. Распределение теплопотребителей задаётся нормами проектирования свеклосахарных заводов [1, 5]. Данные нормы разработаны для состояния техники и технологии производства сахара в 80–90-е годы XX века. В настоящее время при проектировании новых заводов и реконструкции действующих,

должны использоваться эффективные современные технологии и прогрессивное технологическое и тепловое оборудование.

Распределение теплопотребителей должно обосновываться результатами технико-экономического расчёта. Для решения этой задачи целесообразно использовать единое уравнение, определяющее зависимость расхода пара на первый корпус от количества выпариваемой воды и от способа распределения теплопотребителей по корпусам. Такое уравнение получается при совместном решении уравнений (5) и (6) для пятикорпусной МВУ.

Выделим в правой части уравнения (6) слагаемые, определяющие расход пара D_1 :

$$D_1 = \sum D_{ТП1} + \sum D_{ТП2} + \sum D_{ТП3} + \sum D_{ТП4} + \sum D_{ТП5} - \sum_{i=1}^5 D_{СИi},$$

$$\sum_{i=1}^n W_i = \sum D_{ТП1} + 2 \sum D_{ТП2} + 3 \sum D_{ТП3} + 4 \sum D_{ТП4} + 5 \sum D_{ТП5} - D_{СИ1} - 2D_{СИ2} - 3D_{СИ3} - 4D_{СИ4} - 5D_{СИ5}$$

После преобразований получим соотношение для общего количества выпаренной воды:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n W_i &= 5(\sum D_{ТП1} + \sum D_{ТП2} + \sum D_{ТП3} + \sum D_{ТП4} + \sum D_{ТП5} - \sum_{i=1}^5 D_{СИi}) - 4 \sum D_{ТП1} - \\ &- 3 \sum D_{ТП2} - 2 \sum D_{ТП3} - \sum D_{ТП4} - 0 \sum D_{ТП5} + \\ &+ 4 \sum D_{СИ1} + 3 \sum D_{СИ2} + 2 \sum D_{СИ3} + \sum D_{СИ4} = (7) \\ &= 5D_1 - 4 \sum D_{ТП1} - 3 \sum D_{ТП2} - 2 \sum D_{ТП3} - \\ &- \sum D_{ТП4} + 4 \sum D_{СИ1} + 3 \sum D_{СИ2} + 2 \sum D_{СИ3} + \\ &+ \sum D_{СИ4} \end{aligned}$$

Решая уравнение (7) относительно расхода пара, выпариваемого в первом корпусе МВУ D_1 , получим:

$$\begin{aligned} D_1 &= \frac{\sum_{i=1}^5 W_i}{5} + \frac{4}{5} \sum_{i=1}^5 D_{ТП1} + \frac{3}{5} \sum_{i=1}^5 D_{ТП2} + \\ &+ \frac{2}{5} \sum_{i=1}^5 D_{ТП3} + \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 D_{ТП4} - \frac{4}{5} D_{СИ1} - \\ &- \frac{3}{5} D_{СИ2} - \frac{2}{5} D_{СИ3} - \frac{1}{5} D_{СИ4} \quad (8) \end{aligned}$$

Обобщая полученное соотношение, для выпарной установки с любым количеством корпусов n , уравнение (8) можно записать в виде:

$$D_1 = \frac{W}{n} + \frac{n-1}{n} \sum_{i=1}^n D_{ТП1} + \frac{n-2}{n} \sum_{i=1}^n D_{ТП2} + \\ + \frac{n-3}{n} \sum_{i=1}^n D_{ТП3} + \dots + \frac{n-n}{n} \sum_{i=1}^n D_{ТПn} - \\ - \frac{n-1}{n} D_{СИ1} - \frac{n-2}{n} D_{СИ2} - \frac{n-3}{n} D_{СИ3} - \\ - \dots - \frac{n-n}{n} D_{СИn} \quad (9)$$

Полученное соотношение является математической моделью, определяющей структуру использования пара, поступающего на I корпус МВУ из ТЭЦ. Из уравнений (8) и (9) видно, что пар расходуется на выпаривание воды, получение вторичного пара и на обогревание теплопотребителей присоединённых к корпусам МВУ. При этом на выпаривание воды расходуется 1/5 часть (20%) от общего количества выпариваемой воды. Использование пара на обогревание теплопотребителей неравнозначное в отличие от уравнений (4) и (6), так как зависит от номера корпуса и определяется величиной эквивалента, который уменьшается от первого корпуса к последнему. Если для теплопотребителей, присоединённых к I корпусу, величина эквивалента составляет 0,8, то для IV корпуса пятикорпусной МВУ эта величина составляет 0,2.

Использование паров самоиспарения конденсата приводит к снижению расхода пара из ТЭЦ, и как следствие к повышению энергосберегающего эффекта. Для снижения расхода пара D_1 необходимо использовать максимальное самоиспарение конденсатов с понижением

температуры до 105 °С. При этом доля тепла паров самоиспарения конденсатов составит свыше 20% от расхода пара на I корпус. Влияние использования паров самоиспарения на D_1 в соответствии с уравнениями (8) и (9) показывает, что наибольшее снижение расхода пара происходит за счёт использования паров самоиспарения на первых корпусах, где эквивалент использования паров – наибольший. На IV и V корпусах влияние паров самоиспарения на снижение расхода пара в МВУ – минимальное и, очевидно, стремиться к значительному эффекту самоиспарения на этих корпусах нецелесообразно. Количество паров самоиспарения зависит от величины перепада давлений между корпусами. Чем меньше перепад давления, тем ниже коэффициент самоиспарения. Поэтому для оптимального режима работы МВУ целесообразно поддерживать повышенное давление на V корпусе. Оптимальной является выпарная установка, работающая под повышенным давлением.

Пар конденсата вторичного пара последнего корпуса МВУ влияет на расход пара D_1 через общее количество выпаренной воды $\sum W_i$.

Заключение

Эффективность полученных выводов подтверждается снижением удельного расхода пара на МВУ [3]. Эти выводы целесообразно использовать при внесении изменений в нормы проектирования и инструкции по нормированию расхода топлива на заводе [1, 5]. Полученное уравнение (9) позволяет проводить оптимальное распределение паров между корпусами МВУ и количественно оценивать любой вариант распределения паров. Это имеет большое практическое значение при модернизации тепловых схем действующих сахарных заводов.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Ведомственные нормы технологического проектирования свеклосахарных заводов ВНТП 03 – 85. М.: Минпищепром СССР, 1985. 208 с.
- 2 Громковский А.И., Громковский А.А. Распределение теплопотребителей по корпусам выпарной установки сахарного завода // Сахар. 2015. № 8. С. 28–31.
- 3 Громковский А.И., А.А. Громковский Оценка работы выпарной установки сахарного завода по удельному расходу пара // Сахар. 2015. № 11. С. 36–38.
- 4 Зелепукин Ю.И., Голыбин В.А., Ткачев А.А. Современные технологии для производства сахара из свеклы // Пищевая промышленность. 2012. № 3. С. 52–53.

- 5 Инструкция по нормированию расхода тепловой энергии в производстве сахара-песка из сахарной свеклы (переработка сахарной свеклы, вывод и переработка сахарного сиропа). Киев: ВНИИСП, 1983. 139 с.

- 6 Колесников В.А., Нечаев Ю.Г. Теплосиловое хозяйство сахарных заводов. М.: Пищевая промышленность, 1980. 392 с.

- 7 Разладин Ю.С., Разладин С.Ю. Справочное пособие инженера-теплоэнергетика сахарного производства. Киев: «Щек і Хорив», 2006. 407 с.

- 8 Сапронов А.Р., Сапронова Л.А., Ермолаев С.В. Технология сахара. СПб.: ИД «Профессия», 2013. 296 с.

- 9 Чернобыльский И.И. Выпарные установки. Киев: Вища школа, 1970. 240 с.

10 Штангеев К.О. Рационализация теплоиспользования в свеклосахарной промышленности. М.: 2005. 68 с

REFERENCES

1 Vedomstvennye normy tekhnologicheskogo proektirovaniya sveklosakharnykh zavodov VNTP03-85 [Departmental rules of technological design beet sugar factories VNTP 03 – 85] Moscow, Minpishcheprom USSR, 1985. 208 p. (in Russian).

2 Gromkovskii A.I., Gromkovskii A.A. Distribution of the heat consumers buildings evaporator sugar factory. *Sakhar* [Sugar] 2015, no. 8, pp. 28–31. (in Russian).

3 Gromkovskii A.I., Gromkovskii A.A. Evaluation of the evaporator sugar factory on the specific steam consumption. *Sakhar* [Sugar] 2015, no. 11, pp. 36–38. (in Russian).

4 Zelepukin Yu.I., Golybin V.A., Tkachev A.A. Modern technologies for the production of beet sugar. *Pishchевaya promyshlennost'* [Food Industry] 2012, no. 3, pp. 52–53. (in Russian).

5 Instruksiya po normirovaniyu raskhoda teplovoi energii v proizvodstve sakhara-peska iz

sakharnoi svekly [Instructions on rationing of thermal energy consumption in the production of sugar from sugar beet (sugar beet processing, output and processing of sugar syrup)] Kiev, VNIISP, 1983. 139 p. (in Russian).

6 Kolesnikov V.A., Nechayev Yu.G. Teplosilovoe khozyaistvo sakharnykh zavodov [Heat-power economy of sugar factories] Moscow, Pishchvaya promyshlennost', 1980. 392 p. (in Russian).

7 Razladin Yu.S., Razladin S.Yu. Spravochnoe posobie inzhenera-teploenergetika [Handbook heating energy engineer sugar production] Kiev, Shcheki Khoriv, 2006. 407 p. (in Russian).

8 Sapronov A.R., Sapronova L.A., Ermolaev S.V. Tekhnologiya sakhara [Sugar technology] Saint-Petersburg, Professiya, 2013, 296 p. (in Russian).

9 Chernobylskii I.I. Vyparnye ustanovki [Evaporation plants] Kiev, Vishcha shkola, 1970. 240 p. (in Russian).

10 Shtangeev K.O. Ratsionalizatsiya teploispol'zovaniya v sveklosakharnoi promyshlennosti [Rationalization the use of heat in the sugar beet industry] Moscow, 2005. 68 p. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Андрей А Громковский к. т. н., доцент, кафедра информационных технологий моделирования и управления, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, itmu@vsuet.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Андрей А Громковский обзор литературных источников по исследуемой проблеме, выполнил расчёты, написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 30.03.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 27.04.2016

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Andrey A. Gromkovskii Ph D, associate professor, information technology, modeling and management department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, Russia, itmu@vsuet.ru

CONTRIBUTION

Andrey A. Gromkovskii review of the literature on an investigated problem, performed computations, 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 3.30.2016

ACCEPTED 4.27.2016

К вопросу производства пектина из свекловичного жома

Юрий И. Зелепукин,	¹	yura.zelepukin.57@mail.ru
Сергей Ю. Зелепукин,	¹	lex0225@mail.ru
Владимир А. Федорук,	¹	yzas2006@yandex.ru
Илья С. Бушмин	¹	bushmin11@yandex.ru

¹ кафедра технологии броидильных и сахаристых производств, Воронеж. гос. ун-т инж. технол., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Реферат. Так как в настоящее время свои потребности в пектине кондитерские и фармацевтические предприятия России удовлетворяют лишь частично, благодаря импорту этого продукта, то проблема производства отечественного пектина в данный момент очень актуальна. Сахарное производство является одной из материалоёмких отраслей промышленного производства, требующих значительного количества сырья в расчёте на единицу выпускаемой продукции. Положительной особенностью свекловичного сырья является содержание протопектина в нём (98% от общей суммы пектиновых веществ), что обуславливает технологические параметры извлечения этого целевого продукта. Высушенный свекловичный жом, поступающий со склада, измельчают для интенсификации процессов извлечения пектиновых веществ; далее жом подвергается гидролизу; полученная смесь направляется в фильтр-прессы для проведения грубой и тонкой очистки экстракта. Прогидролизированный жом после нейтрализации направляют на корм скоту. Экстракт тонкой фильтрации поступает на очистку. После очистки экстракт поступает для осаждения пектина. Затем его измельчают, очищают и высушивают. Высушенный пектин упаковывают и направляют на хранение. Предлагаемая технологическая схема позволит получать свекловичный пектин, удовлетворяющий требованиям, предъявляемым к пектиновым веществам пищевого и медицинского назначения. Были проведены исследования по получению пектиновых веществ из сушёного жома. Полученный пектин по органолептическим показателям имел серый оттенок, что, негативно влияло на качество продукта. В качестве сырья использовался жом, который высушивался с помощью дымовых газов. Для сравнения был получен пектин из сушёного жома, в качестве теплоносителя которого использовался пар. Пектин, полученный из такого жома, имел более высокие качественные показатели.

Ключевые слова: пектин, пищевые волокна, свекловичный жом

To the question of production of pectin from beet pulp

Yurii I. Zelepukin,	¹	yura.zelepukin.57@mail.ru
Sergei Yu. Zelepukin,	¹	lex0225@mail.ru
Vladimir A. Fedoruk,	¹	yzas2006@yandex.ru
Ilya S. Bushmin	¹	bushmin11@yandex.ru

¹ fermentation technology and sugar industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia

Summary. Since at present their needs for pectin confectionery and pharmaceutical enterprises in Russia is satisfied only in part, because of the import of this product, the problem is currently the domestic production of pectin is very urgent. Sugar production is one of the branches material-consuming industrial production, requiring a significant amount of raw materials per unit of output. A positive feature of beet raw material is that protopectin content of up to 98% of the total amount of pectin, which makes the extraction process parameters of the desired product. Dried beet pulp coming from the warehouse, is ground for the intensification of the processes of extraction of pectin; further pulp is hydrolyzed; the resulting mixture is sent to a filter press for coarse and fine purification of the extract. Hydrolyse pulp after neutralization fed to cattle feed. The extract was fed to a thin filter cleaning. After purification, the extract fed to precipitate pectin. Then it is crushed, cleaned and dried. The dried pectin packaged and sent to storage. The proposed technological scheme will allow to receive beet pectin, satisfying the requirements of the pectin substances of food and medical supplies. Studies have been conducted to obtain pectin from dried pulp. The resulting pectin organoleptic had a gray tint, which have a negative effect on the quality of the product. The pulp used as a raw material, which is dried by means of flue gases. For comparison was obtained pectin from dried beet pulp, as a coolant which use steam. Pectin is derived from such a pulp had higher quality indicators.

Keywords: pectin, food fibres, sugar-beet bagasse

Введение

В России пектин в основном импортируется из-за рубежа, в т. ч. для пищевых целей (кондитерские изделия, плодоовощные, мясные, мясорастительные консервы, фруктово-ягодные соки и напитки, молочные и кисломолочные продукты, хлебобулочные, макаронные

изделия, и т. п.) и для предприятий-потребителей многоотраслевого народного хозяйства, фармацевтики и медицины [1].

Длительная ориентация отечественной пищевой промышленности на зарубежный высокоэтерифицированный пектин, а именно пектин лишь для кондитерской промышленности, остановила рост его производства в РФ.

Для цитирования

Зелепукин Ю. И., Зелепукин С. Ю., Федорук В. А., Бушмин И. С. К вопросу производства пектина из свекловичного жома // Вестник ВГУИТ. 2016. № 2. С. 238–242. doi:10.20914/2310-1202-2016-2-238-242

For citation

Zelepukin Y. I., Zelepukin S. Yu., Fedoruk V. A., Bushmin I. S. To the question of production of pectin from beet pulp. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 2. pp. 238–242. (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2016-2-238-242

При этом замедлилось развитие научных исследований в области совершенствования техники и технологии пектинового производства.

В пищевой промышленности потребность в пектине составляет более 10 тыс. тонн в год без учёта нормы потребления пектина в лечебно-профилактических целях (2–4 г. на человека в сутки). Наиболее обширным и перспективным в дальнейшем является рынок продуктов питания, обогащённых низкометоксилированным пектином, получаемым из овощей (жом сахарной свёклы, тыквы и др.) и обладающим оздоровительными, защитными и лечебно-профилактическими свойствами. Учитывая минимальную профилактическую норму потребления пектина в экологически неблагоприятных районах, его количество при круглогодичном потреблении пектинсодержащих продуктов составляет более 70 тыс. т на 100 млн человек.

Основной задачей пищевой промышленности является обеспечение населения пищевыми продуктами, отвечающими требованиям, предъявляемым к полноценной и здоровой пище. За счёт ухудшения экологической обстановки происходит загрязнение водного и воздушного бассейнов, почвенных покровов, растительного мира, а, следовательно, и пищевых продуктов определённым количеством токсичных органических и неорганических веществ. При этом лечебно-профилактическое питание занимает существенное место среди медико-биологических мероприятий, предусматривающих снижение вредных воздействий на человеческий организм неблагоприятных факторов окружающей среды. Разработка и пропаганда среди населения обоснованных рационов, основанных на включении в них доступных обладающих достаточными вкусовыми достоинствами биологически активных ингредиентов, позволяет вести профилактику заболеваемости, повышает работоспособность и ведёт к увеличению продолжительности жизни.

Так как в настоящее время свои потребности в пектине кондитерские и фармацевтические предприятия России удовлетворяют лишь частично, благодаря импорту этого продукта, то проблема производства отечественного пектина в данный момент очень актуальна.

Пектиновые вещества – это кислые полисахариды растительного происхождения, главным компонентом которых является полигалактуроновая кислота. В промышленном производстве пектин извлекают из яблочных и цитрусовых выжимок, свекловичного жома, корзинок подсолнечника. Крупнейшими производителями пектина на современном мировом рынке являются

компании США, Германии, Швейцарии и Дании. Известно, что пектиновые вещества обладают способностью связывать и выводить из человеческого организма стабильные и радиоактивные металлы [1]. При этом наилучшими комплексообразующими свойствами обладают низкоэтерифицированные пектиновые вещества, к которым относится и свекловичный пектин [2]. Также они обладают способностью повышать эффективность некоторых лекарств, снижать их токсическое влияние на организм и устранять некоторые побочные действия [3]. Используемые для медицинских целей в качестве добавок к лекарственным препаратам пектины должны быть высокой степени чистоты.

По своей желирующей способности свекловичный пектин несколько хуже, полученных из яблок и цитрусовых, но в то же время имеет гораздо лучшие комплексообразующие свойства, что имеет важное значение для производства лечебно-профилактических продуктов [4].

В настоящее время свеклосахарные заводы продают сухой свекловичный жом частным хозяйствам по цене около 6 тыс. р. за т. Экономически выгоднее использовать этот жом для производства пектина, цена которого варьируется от 367 до 2000 р. за кг, а выход пектина из тонны жома составляет примерно 180 кг. Технология получения пектина из свекловичного жома включает следующие стадии.

Высушенный свекловичный жом, поступающий со склада, измельчают для интенсификации процессов извлечения пектиновых веществ; далее жом подвергается гидролизу; полученная смесь направляется в фильтр-прессы для проведения грубой и тонкой очистки экстракта.

Прогидролизированный жом после нейтрализации направляют на корм скоту. Экстракт тонкой фильтрации поступает на очистку. После очистки экстракт поступает для осаждения пектина. Затем его измельчают, очищают и высушивают. Высушенный пектин упаковывают и направляют на хранение [5]. Такая схема является экологически опасной, энергоёмкой и требует использования оборудования специального коррозионно-стойкого исполнения, а также дорогостоящих химических реактивов, наличия очистных сооружений. Традиционной технологии производства пектина также свойственны повышенная пожаро- и взрывоопасность процессов.

Предлагаемая технологическая схема позволит получать свекловичный пектин с чистотой 76–77% и способностью к комплексообразованию около 600 мг Pb^{2+} /г, то есть удовлетворяющий требованиям, предъявляемым к пектиновым веществам пищевого и медицинского назначения [6].

Развитие производства пектина и пищевых волокон (ПВ) в России сдерживалось отсутствием экономической заинтересованности перерабатывающих отраслей агропромышленного комплекса (АПК), отсутствием соответствующего технологического оборудования и технологий для получения высококачественных ПВ и пектиновых веществ.

Новые экономические отношения, складывающиеся в сфере производства, должны устранить эти препятствия, способствовать внедрению в производство прогрессивных технологий рационального использования нативных сырьевых ресурсов на основе инновационных разработок науки и техники. Что обеспечит производство высококачественной, конкурентоспособной отечественной продукции по доступным ценам.

Имеющиеся запасы сырья для производства пектина в РФ из свекловичного жома не ограничены. На передовых предприятиях свеклосахарного производства рассматриваются вопросы по организации производства пектина из свекловичного жома. Это позволит повысить рентабельность свеклосахарного производства. Однако, можно выделить ряд факторов, которые на данный момент препятствуют активному внедрению в производство линий по производству пектина на сахарных заводах.

Получаемый по современной технологии из свекловичного жома пектин соответствует требованиям пищевой промышленности, однако, в медицинских целях он не может быть использован из-за низкой степени его очистки. Отсутствие до последнего времени научных разработок, позволяющих получить высокоочищенные пектиновые вещества, явилось главной причиной отсутствия пектина для медицины.

Сахарное производство является одной из материалоёмких отраслей промышленного производства, требующих значительного количества сырья в расчёте на единицу выпускаемой продукции. Целью технологии получения сахара является максимальное извлечение сахарозы в виде готового целевого продукта. При этом в 100 кг сахарной свёклы, наряду с сахарозой, содержится в среднем 2,2 кг клетчатки и гемицеллюлозы, 2,5 кг пектина, 0,2 кг аминокислот, микро- и макроэлементы. Традиционная технология получения сахара из свёклы не решает проблем извлечения этих полезных веществ. Они замедляют осуществление технологических процессов, увеличивают потери сахарозы в производстве. Определённая их часть безвозвратно теряется при физико-химической очистке диффузионного сока и термической обработке полупродуктов. Оставшаяся часть

выводится с побочными продуктами производства – жомом и мелассой [7].

Актуальным направлением в этой области является разработка технологий переработки сахарной свёклы и получения из неё новой продукции, что увеличит уровень ресурсосбережения и приведёт к расширению ассортимента продуктов диетического и лечебно-профилактического направлений, в частности извлечению пищевых волокон (ПВ) и пектина.

Пищевые волокна по своей природе являются комплексом биополимеров, включающим полисахариды (целлюлоза, гемицеллюлоза, пектиновые вещества), а также лигнин и связанные с ним белковые вещества, формирующие клеточные стенки растений. Роль ПВ в рационе человеческого организма значительна. Они не только частично снабжают организм энергией, выводят из него ряд метаболитов пищи и загрязняющих веществ, но и регулируют различные физиологические, биохимические процессы в пищеварительной системе. За счёт содержания значительного числа полярных групп, ПВ сорбируют как низкомолекулярные, так и высокомолекулярные вещества, влияя на их обмен. Благодаря положительному влиянию на пищеварительные процессы пищевые волокна рекомендуются в качестве неотъемлемой составной части рациона человека. ПВ способствуют выведению из организма излишнего холестерина, препятствуют всасыванию токсичных веществ, содержащихся в ПВ пектин связывает ионы тяжёлых металлов. К тому же давно известно, что недостаток в рационе балластных веществ приводит к ожирению, развитию желчнокаменной болезни, сердечно-сосудистых заболеваний. По данным многих исследователей, суммарное содержание ПВ в суточных рационах населения в среднем должно составлять 25–30 г. [5].

Содержание пектиновых веществ более высокое в тех тканях, где меньше сахарозы, и наоборот [2]. Положительной особенностью свекловичного сырья является содержание протопектина в нём (достигает 98% от общей суммы пектиновых веществ), что обуславливает технологические параметры извлечения этого целевого продукта.

Кроме пектина, в свекловичном жоме содержится (в %): целлюлозы – от 22 до 25, гемицеллюлозы 21–23, азотистых веществ 1,8–2,5, золы 0,8–1,3, сахарозы 0,15–0,20. Также в свежем сыром жоме присутствуют: витамин С и такие необходимые в питании человека аминокислоты, как лизин и треонин.

Целесообразным способом консервирования жома является его сушка. При высушивании жома идёт коагуляция коллоидных соединений, деформация клеточных оболочек и уменьшение первоначального объёма материала. Конечная влажность высушенного жома обычно составляет 12–14%.

Меньшая влажность жома (менее 10%) приводит к ломкости, крошливости и истиранию в сушилке и при транспортировании, образуется много мелочи и пыли. К тому же пересушенный жом плохо гранулируется. Повышенная влажность жома (более 14%) может привести к его порче за счёт развития микроорганизмов в процессе хранения.

Сушёный жом является сыпучей массой частиц неправильной вытянутой формы, которая обусловлена формой свекловичной стружки. Частицы сушёного жома могут быть пылевидными и в виде стружки длиной 20–70 мм.

Были проведены исследования по получению пектиновых веществ из сушёного жома.

ЛИТЕРАТУРА

1 Донченко Л. В., Фирсов Г. Г. Пектин основные свойства, производство и применение. М.: ДеЛи принт, 2007. 276 с.

2 Лосева В. А. и др. Новые виды продукции из сахарной свеклы // Сахар. 2009. № 3. С. 52–55.

3 Голыбин В. А., Матвиенко Н. А., Федорук В. А. Способ получения пищевых волокон из отхода свеклосахарного производства // Инновационная наука. 2015. № 10–1. С. 58–59.

4 Матвиенко Н. А., Мурач Д. С., Сенчихин М. А. Исследование процесса получения пектина и пищевых волокон из тыквы // Продовольственная безопасность: научное, кадровое и информационное обеспечение: мат. междунар. науч.-техн. конф. Ч. 1. Воронеж, 2014. С. 67–74.

5 Голыбин В. А. и др. Способ получения пектина и пищевых волокон с использованием электрохимически активированной воды // Вестник ВГУИТ. 2015. № 3 (65). С. 161–165.

6 Пат. № 2261868, RU, C1 7 C08B 37/06 A 23 L 1/0524, 1/214, 1/308. Способ производства пектина и пищевых волокон из сахарной свеклы / Лосева В. А., Ефремов А. А., Путилина Л. Н., Матвиенко Н. А. № 2004121655/04; Заявл. 2004121655; Оpubл. 10.10.2005; Бюлл. № 28.

7 Путилина Л. Н., Лосева В. А., Матвиенко Н. А. Получение пектина и пищевых волокон из сахарной свеклы // Сахарная свекла. 2008. № 10. С. 35–36.

Полученный пектин по органолептическим показателям имел серый оттенок, что, негативно влияло на качество продукта. В качестве сырья использовался жом, который высушивался с помощью дымовых газов. Для сравнения был получен пектин из сушёного жома, в качестве теплоносителя которого использовался пар. Пектин, полученный из такого жома, имел более высокие качественные показатели. К сожалению, на российских сахарных заводах свекловичный жом в основном высушивают дымовыми газами, что может ограничивать использование такого жома для производства пектина. На передовых сахарных заводах проводят реконструкцию жомосушильных отделений с переходом на высушивание паром. При этом завод получает возможность уменьшить воды на технологические нужды и организовать производство пектина из обессахаренной стружки, улучшив свои технико-экономические показатели.

REFERENCES

1 Donchenko L. V., Firsov G. G. Pektin osnovnye svoystva, proizvodstvo i primenenie [Pectin basic properties, production and application] Moscow, DeLi print, 2007. 276 p. (in Russian).

2 Loseva V. A. et al. New types of products from sugar beet. *Sakhar* [Sugar] 2009, no. 3, pp. 52–55. (in Russian)

3 Golybin V. A., Matvienko N. A., Fedoruk V. A. A method for producing fiber from waste sugar production. *Innovatsionnaya nauka* [Innovative science] 2015, no. 10–1, pp. 58–59. (in Russian).

4 Matvienko N. A., Murach D. S., Senchihin M. A. Study the process of obtaining pectin and fiber pumpkin. *Materialy mezhdunarodnoj nauchnotekhnicheskoy konferencii «Prodovol'stvennaya bezopasnost': nauchnoe, kadrovoe i informacionnoe obespechenie»* [Proc. Int. sci. conf. «Food safety: scientific, personnel and information support»] Voronezh, 2014, pp. 67–74. (in Russian).

5 Golybin V. A. et al. A process for preparing pectin and fiber using electrochemically activated water. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET] 2015, no. 3 (65), pp. 161–165. (in Russian).

6 Loseva V. A., Efremov A. A., Putilina L. N., Matvienko N. A. Sposob proizvodstva pektina i pishchevykh volokon iz sakharnoi svekly [Method of production of pectin and food fibres from the sugar beet] Patent RF, no. 2261868, 2005. (in Russian).

7 Putilina L. N., Loseva V. A., Matvienko N. A. Obtaining pectin and dietary fiber from sugar beet. *Sakharnaya svekla* [Sugar beet] 2008, no. 10, pp. 35–36. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Юрий И. Зелепукин к. т. н., доцент, кафедра технологии бродильных и сахаристых производств, Воронеж. гос. ун-т инж. технол., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, yura.zelepukin.57@mail.ru

Сергей Ю. Зелепукин аспирант, кафедра технологии бродильных и сахаристых производств, Воронеж. гос. ун-т инж. технол., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, lex0225@mail.ru

Владимир А. Федорук к. т. н., доцент, должность, кафедра технологии бродильных и сахаристых производств, Воронеж. гос. ун-т инж. технол., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, yzas2006@yandex.ru

Илья С. Бушмин студент, должность, кафедра технологии бродильных и сахаристых производств, Воронеж. гос. ун-т инж. технол., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, bushmin11@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Юрий И. Зелепукин предложил методику проведения исследования

Сергей Ю. Зелепукин консультация в ходе исследования

Владимир А. Федорук обзор литературных источников по исследуемой проблеме

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

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 31.03.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 28.04.2016

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Yurii I. Zelepukin PhD, associate professor, fermentation technology and sugar industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia, yura.zelepukin.57@mail.ru

Sergei Yu. Zelepukin graduate student, fermentation technology and sugar industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia, lex0225@mail.ru

Vladimir A. Fedoruk PhD, associate professor, fermentation technology and sugar industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia, yzas2006@yandex.ru

Ilya S. Bushmin student, fermentation technology and sugar industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia, bushmin11@yandex.ru

CONTRIBUTION

Yurii I. Zelepukin proposed a scheme of the study

Sergei Yu. Zelepukin consultation during the study

Vladimir A. Fedoruk review of the literature on an investigated problem

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

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 3.31.2016

ACCEPTED 4.28.2016

Практика отражения в российском учете деловой репутации при покупке предприятия как имущественного комплекса

Ольга А. Овчинникова,¹ lelika-46@yandex.ru
Татьяна О. Баздарева,¹ barischevatatyana@yandex.ru
Виолетта Н. Харина,¹ kharina-47@ya.ru

¹ кафедра учета и финансов Курский гос. ун-т, ул. Радищева, 33, г. Курск, 305000, Россия

Реферат. При покупке предприятия, как имущественного комплекса, фирма-покупатель может заплатить за него как сумму, превышающую стоимость приобретаемого предприятия по его балансу, так и сумму, меньшую величины стоимости имущества по балансу предприятия. Исходя из требований российского законодательства, в учете покупателя возникает нематериальный актив, что отличает российскую практику от международной. Международные стандарты финансовой отчетности не признают деловую репутацию нематериальным активом предприятия-покупателя. Следовательно, необходимо конкретизировать российскую практику бухгалтерского учета операций, совершаемых при покупке предприятий, как имущественного комплекса. В статье приводится определение имущественного комплекса, исходя из требований Гражданского Кодекса РФ, выделены этапы его передачи, конкретизированы бухгалтерские документы, которые при этом должны быть оформлены, выполнен анализ подходов отечественных и зарубежных авторов к признанию и оценке гудвилла, изучена специфика требований российских нормативно-законодательных актов к категории «деловая репутация», «нематериальный актив». Исходя из требований российского законодательства, положительная деловая репутация признаётся нематериальным активом (гудвиллом), в отличие от отрицательной (бэдвилла), которая сразу относится на прочие доходы организации – покупателя предприятия – имущественного комплекса. Что касается положительной деловой репутации, то по требованиям российского законодательства, она признаётся нематериальным активом. В настоящей статье авторами предложена модель отражения в учете покупки предприятия как имущественного комплекса, в результате которой цена приобретения предприятия, как имущественного комплекса, превышает его балансовую оценку, следовательно, в бухгалтерском учете покупателя возникает нематериальный актив в виде положительной деловой репутации, составлены и обоснованы рекомендуемые для отражения данного факта финансово-хозяйственной деятельности корреспонденции счетов бухгалтерского учета.

Ключевые слова: имущественный комплекс, сделка купли-продажи, деловая репутация, нематериальный актив, гудвилл, бэдвилл, бухгалтерский учет

The practice of reflection in the russian goodwill when buying enterprises as a property complex

Olga A. Ovchinnikova,¹ lelika-46@yandex.ru
Tatiana O. Bazdareva,¹ barischevatatyana@yandex.ru
Violetta N. Harina,¹ kharina-47@ya.ru

¹ accounting and finance department, Kursk state University, Radischeva St., 33, Kursk, 305029, Russia

Summary. When buying enterprises as a property complex, firm-the buyer can pay for it as excess cost of the acquired entity on its balance sheet, and an amount less than the value of the assets on the balance sheet of the acquiree. Based on the requirements of the Russian legislation, in the account of the buyer acquires an intangible asset that distinguishes the Russian from the international practice. International financial reporting standards do not recognize goodwill an intangible asset of the buyer enterprise. Therefore, it is necessary to specify the Russian practice of accounting transactions in the purchase of enterprises as property complex. The article presents a definition of the property complex, based on the requirements of the Civil Code of the Russian Federation, highlighted the stages of transfer of the property complex of the specified accounting documents that must be decorated, the analysis of the approaches of domestic and foreign authors to the recognition and measurement of goodwill, studied the specificity of the requirements of the Russian normative-legislative acts to the category “goodwill”, “intangible asset”. Based on the requirements of the Russian legislation, a positive goodwill is recognized in intangible asset (goodwill), in contrast to the negative goodwill (badwill), which immediately applies on other income of the organisation – the buyer of the enterprise – a property complex. On the positive business reputation, then the requirements of the Russian legislation, a positive goodwill is recognized intangible asset. In this paper, the authors proposed a model accounting for the purchase of enterprise as property complex as a result of which the acquisition price of an enterprise as a property complex exceeds its carrying amount of the assessment, therefore, in accounting, the buyer acquires an intangible asset in the form of a positive business reputation, compiled and substantiated recommended to reflect this fact of financial and economic activities of the correspondence of accounts.

Keywords: property complex, the transaction of purchase and sale, goodwill, intangible asset, goodwill, badwill, accounting

Для цитирования

Овчинникова О. А., Баздарева Т. О., Харина В. Н. Практика отражения в российском учете деловой репутации при покупке предприятия как имущественного комплекса // Вестник ВГУИТ. 2016. № 2. С. 243–248. doi:10.20914/2310-1202-2016-2-243-248

For citation

Ovchinnikova O. A., Bazdareva T.O., Harina V. N. The practice of reflection in the russian goodwill when buying enterprises as a property complex. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 2. pp. 243–248. (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2016-2-243-248

Введение

В настоящее время объектами купли-продажи становятся не только готовая продукция, товары, работы, услуги, но и целые предприятия. Предприятия приобретаются как целый имущественный комплекс. Характеристики имущественного комплекса содержит 132-я статья Гражданского кодекса РФ:

«... – признаётся недвижимостью;
– используется при осуществлении предпринимательской деятельности;
– имеет в своём составе все виды имущества, предназначенные для его деятельности...» [1].

Порядок и правовые основы купли-продажи имущественных комплексов регулируются статьями 559–566 параграфа 8 главы 30 ГК РФ [1]. В рамках такой сделки составляется документ, включающий конкретный перечень имущества, которое продавец обязуется передать в собственность покупателю.

Рассмотрим, каким образом в бухгалтерском учёте отражается факт купли-продажи предприятия, как имущественного комплекса.

При проведении исследования была подробно изучена нормативно-законодательная база трёх уровней регулирования бухгалтерского учёта в РФ. Выводы сделаны после обобщения отдельных положений, регламентирующих методологию бухгалтерского учёта нематериальных активов.

Передача имущественного комплекса осуществляется в три этапа:

1. Предварительная подготовка
2. Передача имущественного комплекса
3. Переход права собственности

Во время предварительной подготовки составляются и рассматриваются:

- акт полной инвентаризации предприятия;
- форма № 1 «Бухгалтерский баланс»;
- аудиторское заключение, в котором подтверждена информация о составе имущества предприятия и его стоимости;
- полный перечень и характеристика кредиторской задолженности.

При передаче имущественного комплекса составляется передаточный акт, который включает сведения об имуществе и его недостатках, данные об уведомлении кредиторов о продаже.

Подготовка предприятия к продаже и составление акта – обязанность продавца (производится за его счёт).

С момента подписания акта предприятие считается переданным – к покупателю переходят всё имущество, права и риски.

В заключение, при переходе права собственности от продавца к покупателю, государственной регистрации подлежат договор продажи предприятия и право собственности на последнее. Этот процесс осуществляется Федеральной регистрационной службой.

Следует отметить, что, по мнению М. А. Меньшиковой, В. Н. Ходыревской, в настоящее время к оценке стоимости бизнеса могут быть применены «...доходный, сравнительный и затратный подходы...» [8]. Тем не менее, определив стоимость бизнеса, покупатель сравнит её с балансовой стоимостью имущества приобретаемого как имущественный комплекс предприятия. И если возникнет разница между выполненной оценкой стоимости бизнеса, а также балансовой стоимостью имущества, то будет сформирована деловая репутация.

Отношение к деловой репутации у различных авторов неоднозначно. Так, И. Ф. Шер, создатель теории балансоведения, рассматривал положительную деловую репутацию – гудвил, как «...особый вид вуалирования баланса» [9]. По мнению И. Ф. Шера, сумма, которую переплатили при покупке компании сверх стоимости этой компании по балансу, является «...воображаемым активом под названием “стоимость приобретения фирмы”...» [9].

О. Шмаленбах – создатель теории динамического баланса, считал, что гудвил проявляется в превышении суммы ожидаемой прибыли компании над средней в отрасли нормой прибыли и возникает у фирмы в итоге плодотворной работы её персонала [10]. В динамическом балансе Шмаленбаха гудвил раскрывался, как расходы, «...которые капитализировались, с тем, чтобы компания показывала среднеотраслевую прибыль...» [10].

Исходя из, статьи 150 ГК РФ, под деловой репутацией следует понимать «...неимущественное право, которое принадлежит юридическому лицу с момента его образования и составляет неотъемлемую часть его правоспособности...» [1].

Деловая репутация – оценка обществом деятельности предприятия, общее мнение и отношение к качеству производимой им продукции или выполняемых им услуг, его плюсам, минусам и особенностям функционирования. Российский учёт построен таким образом, что стоимость собственной деловой репутации организация в отчётности не отражает.

Своё отражение в бухгалтерском учёте имеет лишь деловая репутация, которая образовалась при покупке предприятия как имущественного комплекса (так называемая приобретённая деловая репутация).

Основным нормативным актом в области бухгалтерского учёта, в котором упоминается деловая репутация, является положение по бухгалтерскому учёту (ПБУ) 14/2007 «Учёт нематериальных активов» [4]. В настоящее время нематериальные активы (НМА) играют всё большую роль для получения предприятием прибыли. Успешность всё чаще зависит от эффективности использования имеющихся активов, включающих и уникальные по своему содержанию факторы неимущественного характера, в число которых включены и объекты интеллектуальной собственности.

В ПБУ 14/2007 выделены основные характеристики данных активов:

«... – способность в будущем приносить экономические выгоды;

– наличие документов, подтверждающих существование НМА и исключительного права на него организации;

– использование более 12 месяцев или операционного цикла, превышающего 12 месяцев;

– возможность определения первоначальной стоимости объекта;

– отсутствие материально-вещественной формы...» [4].

В составе имущественных комплексов, с точки зрения учёта, выделяют следующие группы НМА:

- объекты интеллектуальной собственности;
- положительная деловая репутация организации или гудвилл.

Интерес, несомненно, вызывает положительная деловая репутация, являющаяся как предпосылкой, так и следствием успешной и эффективной деятельности хозяйствующих субъектов, выступая при этом как экономической, так и гражданско-правовой категорией. Необходимость изучения сущности этого явления возникает по мере наращивания темпов и масштаба хозяйственного оборота.

Деловая репутация как актив оказывает значительное влияние на стоимость компании, играет большую роль в привлечении внимания клиентов именно к данной организации, позволяет удерживать клиентов и партнёров, предоставляя определённые гарантии, что, в свою очередь, повышает её прибыль.

В бухгалтерском [3] и налоговом [2] учёте РФ оценка деловой репутации происходит в результате покупки предприятия как имущественного комплекса. Гудвилл (goodwill – термин, принятый в международной практике) становится объектом учёта и отражается в отчётности компании.

К основным особенностям деловой репутации, выделяющим её во всей совокупности нематериальных активов, отнесём:

- не существует отдельно от предприятия;
- не является самостоятельным объектом сделки (вытекает из первой особенности);
- бесспорное отсутствие материально-вещественной формы;
- условность стоимости;
- возможность списать в учёте, не лишая предприятия этого НМА.

Говоря о возникновении в учёте покупателя имущественного комплекса деловой репутации, следует отметить, что часто цена реализации предприятия не совпадает с его балансовой стоимостью. Эта разница и есть деловая репутация.

Платёж больший, нежели чем стоимость покупаемой организации по балансу, который покупатель готов заплатить, предполагая получить будущие экономические выгоды от неотражённых в бухгалтерской отчётности активов, определяется как гудвилл, то есть положительная деловая репутация. Данная величина впоследствии будет отражена в балансе приобретающей организации в качестве нематериального актива.

В бухгалтерском учёте существует также понятие отрицательной деловой репутации. Она возникает в связи с предоставлением покупателю скидки при наличии способствующих этому негативных факторов.

Как отрицательная, так и положительная деловая репутация отражается в учёте согласно ПБУ 14/2007 [4], в соответствии с которым срок полезного использования деловой репутации составляет 20 лет с момента признания. Отражение гудвила, надбавки к цене, в учёте производится с использованием счёта 04 «Нематериальные активы» (дебет данного счёта), а бэдвила, скидки с цены, по счёту 91 «Прочие доходы и расходы» (кредит данного счёта). Переоценка групп однородных объектов НМА производится не чаще одного раза в год.

Согласно Инструкции по применению Плана счетов [7] приобретение предприятия может отражаться с использованием двух счетов:

- 08 «Вложения во внеоборотные активы», к которому открывается субсчёт 08–8 «Приобретение предприятий». Так, приобретение объектов основных средств отразим по дебету счёта 08 субсчёт 08–4 «Приобретение объектов основных средств» и по кредиту счёта 08 субсчёт 08–8;
- 76 «Расчёты с разными дебиторами и кредиторами» с формированием необходимого субсчёта.

Полученные в результате сделки активы отражаются в учёте по той стоимости, по которой они числились в учёте продавца и, соответственно, значатся в передаточном акте.

Итак, обозначим краткую модель отражения в учёте покупки предприятия как имущественного комплекса:

1. Непосредственное приобретение имущественного комплекса
2. Перечисление оплаты продавцу
3. Оприходование в собственность имущества и прав требования организации
4. Отражение налогов по сделке
5. Формирование деловой репутации
6. Оплата государственной пошлины

При непосредственном приобретении имущественного комплекса операция по уплате продавцу предприятия суммы по договору должна быть зафиксирована по дебету счёта 08 «Вложения во внеоборотные активы» и кредиту счёта 60 «Расчёты с поставщиками и подрядчиками» или 76 «Расчёты с разными дебиторами и кредиторами». Операции о суммах долгов имущественного комплекса относят в кредит счетов учёта кредиторской задолженности в корреспонденции со счётом 08 или 76.

Перечисление денежных средств продавцу отражают по дебету счетов расчётов с поставщиками 60 (76) и кредиту счетов учёта денежных средств (чаще 51 (52,55)).

При оприходовании в собственность имущества и прав требования организации балансовая стоимость имущества по факту государственной регистрации права собственности на приобретаемое предприятие, как имущественный комплекс, списывается со счёта 08 в дебет счетов, которые предназначены для учёта данных активов и обязательств.

Далее происходит отражение всех видов налогов по сделке, а частности, следует помнить, что продажа имущественного комплекса облагается НДС и покупатель принимает его к вычету в общеустановленном порядке.

Затем формируется деловая репутация, которая, как сказано выше, может быть положительной или отрицательной.

Положительная деловая репутация будет учитываться на отдельном субсчёте, открываемом к счету 04 «Нематериальные активы», так как признаётся самостоятельным нематериальным объектом. В учёте отразим гудвил следующим образом:

- Дебет 08–05 «Приобретение НМА» Кредит 76 – «Приобретение имущественного комплекса» (08–8 «Приобретение предприятий») – Принята к учёту положительная деловая репутация

- Дебет 04 – «Деловая репутация» Кредит 08–05 «Приобретение НМА» – принята к учёту положительная деловая репутация приобретённого предприятия в составе НМА

В бухгалтерском учёте гудвил амортизируется на протяжении срока полезного использования, который чаще всего принимается организацией исходя из ПБУ (20 лет). Сумма ежемесячно начисляемой амортизации относится в расходы организации по обычным видам деятельности [6]. Начисление амортизации начинают с первого числа месяца, следующего за месяцем принятия к учёту НМА. Бухгалтер ежемесячно делает запись на сумму амортизации по дебету счетов учёта затрат (20, 23, 25, 26) в корреспонденции со счётом 05 «Амортизация нематериальных активов».

В налоговом учёте гудвил не является амортизируемым объектом [2]. Сумма положительной деловой репутации признаётся расходом и списывается равномерно в течение пяти лет.

Таким образом, логично в налоговом и бухгалтерском учёте возникают налогооблагаемые временные разницы и соответствующие им отложенные налоговые обязательства (ОНО). Ежемесячно в течение первых пяти лет ОНО будут отражаться в учёте проводкой дебет 68 кредит 77, а в течение последующих пятнадцати лет отложенные налоговые обязательства будут списываться обратной проводкой.

Отрицательная деловая репутация отражается по кредиту счёта 91 субсчёт 91–1 «Прочие доходы» и по дебету счёта 62 «Расчёты с покупателями и заказчиками» в полной сумме, согласно Инструкции по применению плана счетов бухгалтерского учёта финансово-хозяйственной деятельности организаций. Отрицательная деловая репутация не распределяется, а полностью признаётся доходом именно в том месяце, в котором осуществлена государственная регистрация перехода права собственности на предприятие как имущественный комплекс.

В завершение цикла операций по приобретению предприятия, как имущественного комплекса производится оплата государственной пошлины, что находит своё отражение в следующих бухгалтерских записях:

- Дебет 68 Кредит 51 – оплаченная государственная пошлина за регистрацию прав собственности;
- Дебет 91–2 Кредит 68 – затраты по государственной пошлине списаны в прочие расходы.

Если возможно распределение государственной пошлины и включение её в фактические затраты организации, то вторая проводка будет иметь вид: Дебет 08 Кредит 68 – сумма государственной пошлины отнесена на увеличение стоимости приобретённого объекта.

ЛИТЕРАТУРА

1 «Гражданский кодекс Российской Федерации (часть первая)» от 30.11.1994 № 51-ФЗ (ред. от 31.01.2016). URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi? req=doc; base=LAW; n=193157> (дата обращения: 16.04.2016)

2 «Налоговый кодекс Российской Федерации (часть вторая)» от 05.08.2000 № 117-ФЗ (ред. от 05.04.2016) (с изм. и доп., вступ. в силу с 09.04.2016). URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi? req=doc; base=LAW; n=195054> (дата обращения: 16.04.2016)

3 Федеральный закон от 06.12.2011 № 402-ФЗ (ред. от 04.11.2014) «О бухгалтерском учете» // URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi? req=doc; base=LAW; n=170573> (дата обращения: 16.04.2016)

4 Приказ Минфина РФ от 27.12.2007 № 153н (ред. от 24.12.2010) «Об утверждении Положения по бухгалтерскому учету «Учет нематериальных активов» (ПБУ 14/2007)» (Зарегистрировано в Минюсте РФ 23.01.2008 № 10975). URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi? req=doc; base=LAW; n=111054> (дата обращения: 16.04.2016)

5 Приказ Минфина России от 06.05.1999 № 32н (ред. от 06.04.2015) «Об утверждении Положения по бухгалтерскому учету «Доходы организации» ПБУ 9/99» (Зарегистрировано в Минюсте России 31.05.1999 № 1791). URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi? req=doc; base=LAW; n=179206> (дата обращения: 16.04.2016)

6 Приказ Минфина России от 06.05.1999 № 33н (ред. от 06.04.2015) «Об утверждении Положения по бухгалтерскому учету «Расходы организации» ПБУ 10/99» (Зарегистрировано в Минюсте России 31.05.1999 № 1790). URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi? req=doc; base=LAW; n=179199> (дата обращения: 16.04.2016)

7 Приказ Минфина РФ от 31.10.2000 № 94н (ред. от 08.11.2010) «Об утверждении Плана счетов бухгалтерского учета финансово-хозяйственной деятельности организаций и Инструкции по его применению». URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi? req=doc; base=LAW; n=107972> (дата обращения: 16.04.2016)

8 Ходыревская В. Н., Меньшикова М. А. Методологические подходы к оценке стоимости бизнеса // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. № 8. С. 22–26.

Заключение

Предложена схема отражения в системе счетов бухгалтерского учёта деловой репутации в процессе приобретения предприятия как имущественного комплекса.

9 Шер И. Ф. Бухгалтерия и баланс. 2-е издание. М.: «Экономическая жизнь», 1925.

10 Schmalenbach E. Grundlagen dynamischer Bilanzlehre. Zeitschrift für handelswissenschaftliche Forschung. 1919. № 13. P. 65–101.

REFERENCES

1 Grazhdanskii kodeks RF (chast' pervaya) [«Civil code of the Russian Federation (part one)» from 30.11.1994 № 51-FZ (as amended on 31.01.2016)] Available at: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi? req=doc; base=LAW; n=193157> (accessed 16.04.2016) (in Russian).

2 Nalogovyi kodeks RF [«The tax code of the Russian Federation (part two)» from 05.08.2000 № 117-FZ (edited on 05.04.2016) (from CH. and EXT., Preface, effective 09.04.2016)] Available at: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi? req=doc; base=LAW; n=195054> (accessed 16.04.2016) (in Russian).

3 Federal'nyi zakon 06.12.2011 № 402-FZ «O bukhgalterskom uchet» [Federal law of 06.12.2011 № 402-FZ (as amended from 04.11.2014) «On accounting»] Available at: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi? req=doc; base=LAW; n=170573> (accessed 16.04.2016) (in Russian).

4 Prikaz Ministerstva Finansov RF 27.12.2007 № 153n «Ob utverzhdenii Polozheniya po bukhgalterskomu uchetu» [Order of the Ministry of Finance of Russia from 27.12.2007 № 153n (edited from 24.12.2010) «On approval of Provisions on accounting «Accounting of intangible assets» (PBU 14/2007)» (Registered in Ministry of justice of the Russian Federation 23.01.2008 № 10975)] Available at: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi? req=doc; base=LAW; n=111054> (accessed 16.04.2016) (in Russian).

5 Prikaz Minfina Rossii 06.05.1999 № 32n «Ob utverzhdenii Polozheniya po bukhgalterskomu uchetu «Dokhody organizatsii»» [The Russian Finance Ministry order dated 06.05.1999 № 32n (as amended on 06.04.2015) «On approval of Provisions on accounting «Revenues organization» PBU 9/99» (Registered in Ministry of justice of Russia 31.05.1999 № 1791)] Available at: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi? req=doc; base=LAW; n=179206> (accessed 16.04.2016) (in Russian).

6 Приказ Минфина России 06.05.1999 № 33н "Об утверждении Положения по бухгалтерскому учёту "Расходы организации" [The Russian Finance Ministry order dated 06.05.1999 № 33n (edited on 06.04.2015) «On approval of Provisions on accounting «Costs organization» PBU 10/99» (Registered in Ministry of justice of Russia 31.05.1999 № 1790)] Available at: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi? req=doc; base=LAW; n=179199> (accessed 16.04.2016) (in Russian).

7 Приказ Минфина РФ 31.10.2000 № 94н [“Об утверждении Положения по бухгалтерскому учёту финансово-хозяйственной деятельности организации” The order of the Ministry of Finance of the Russian Federation of 31.10.2000 № 94n (as amended on 08.11.2010) “On approval of the Plan

of bookkeeping accounts of financial and economic activities of organizations and Instructions for its use”] Available at: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi? req=doc; base=LAW; n=107972> (accessed 16.04.2016) (in Russian).

8 Khodyrevskaya V. N., Men'shikova M. A. Methodological approaches to assessing the value of business. *Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'sko-hozjajstvennoj akademii* [Proceedings of Kursk state agricultural Academy] 2014, no. 8, pp. 22–26. (in Russian).

9 Sher I. F. *Bukhgalteriya i balans* [Accounts and balance sheet. 2nd edition] Moscow, Ekonomicheskaya zhizn', 1925. (in Russian).

10 Schmalenbach E. Basis of Dynamic Balance doctrine. *Journal of Research commercially scientific*, 1919, no. 13, pp. 65–101.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Ольга А. Овчинникова доцент, заведующий кафедрой учёта и финансов, Курск. гос. ун-т, ул. Радищева, 33, г. Курск, 305000, Россия, lelika-46@yandex.ru

Татьяна О. Баздарева студент, кафедра учёта и финансов, Курск. гос. ун-т, ул. Радищева, 33, г. Курск, 305000, Россия, barischevatatyana@yandex.ru

Виолетта Н. Харина студент, кафедра учёта и финансов, Курск. гос. ун-т, ул. Радищева, 33, г. Курск, 305000, Россия, kharina-47@ya.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Olga A. Ovchinnikova associate Professor, head of accounting and Finance department, Kursk. state University, Radischeva St., 33, Kursk, 305000, Russia, lelika-46@yandex.ru

Tatiana O. Bazdareva student, accounting and finance department, Kursk. state University, Radischeva St., 33, Kursk, 305000, Russia, barischevatatyana@yandex.ru

Violetta N. Harina student, accounting and finance department, Kursk. state University, Radischeva St., 33, Kursk, 305000, Russia, kharina-47@ya.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Ольга А. Овчинникова корректировала рукопись до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

Татьяна О. Баздарева написала рукопись

Виолетта Н. Харина обзор литературных источников по исследуемой проблеме

CONTRIBUTION

Olga A. Ovchinnikova correct manuscript before filing in editing and is responsible for plagiarism

Tatiana O. Bazdareva wrote the manuscript

Violetta N. Harina 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 18.04.2016

RECEIVED 4.18.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 16.05.2016

ACCEPTED 5.16.2016

Приоритетные направления формирования инновационной инфраструктуры регионов Южного Федерального округа

Мария С. Широ¹ orishmary@gmail.com

¹ кафедра экономической теории и экономической политики, Волгоградский гос. ун-т, пр. Университетский, 100, г. Волгоград, Россия

Реферат. В статье проанализированы основные направления и особые условия существующей инновационной инфраструктуры регионов Южного Федерального округа, способствующей коммерциализации результатов деятельности научно-образовательного сектора. Выявлено, что формирование эффективной инновационной инфраструктуры регион напрямую зависит от его специфики. В связи с этим для формулирования эффективной формулы построения инновационного сектора экономики регионов необходимо проанализировать существующие институты и выявить основные точки роста отдельных регионов. Однако, для регионов сконцентрированных в одном федеральном округе, представляется возможным выявить общие тенденции. Во время исследования автор на основе анализа таких тенденций пришёл к выводу, что для всех регионов является общим низкий уровень развития финансовых институтов, стимулирующих развитие инноваций, а также слабая связь между научно-образовательной сферой и реальным сектором экономики. Обобщая итоги проведённого анализа формирования региональной инфраструктуры, можно заключить, что в настоящий момент в регионах Южного федерального округа, в частности Волгоградской области, наблюдается завершение создания институциональных и инфраструктурных условий развития инновационной деятельности. Между тем, для существующих элементов инновационной инфраструктуры регионов характерна фрагментарность и отсутствие интеграционных связей, обеспечивающих реализацию жизненного цикла инноваций. Особую остроту приобретают проблемы развития инфраструктуры рискованного финансирования в научно-технической сфере, обеспечения эффективного механизма трансфера технологий. К перечню первоочередных задач следует отнести формирование системы информационной поддержки инноваций. В целях разработки рекомендаций по усилению ориентации научно-исследовательского потенциала на потребности региональной экономики необходимо проанализировать эффективность сектора генерации знаний с точки зрения процессов коммерциализации.

Ключевые слова: научно-техническая разработка (НТР), инновационная инфраструктура, региональная экономика, коммерциализация, научно-образовательный сектор

Priority areas for the formation of innovation infrastructure of the Southern Federal District

Mary S. Shiro¹ orishmary@gmail.com

¹ department of economic theory and economic policy, Volgograd State University, University Avenue, 100, Volgograd, Russia

Summary. The article analyzes the main trends and particular conditions existing innovation infrastructure in the regions of the Southern Federal District, promotes the commercialization of scientific and educational activities of the sector. It was found that the formation of an effective innovation infrastructure of the region depends on its specificity. In this regard, for the formulation of effective formulas for the construction of the innovation sector of regional economies need to analyze the existing institutions and identify the main points of growth of individual regions. However, in regions concentrated in one federal district it is possible to identify common trends. So the author of the study based on the analysis of these trends come to the conclusion that for all regions is the general low level of development of financial institutions that promote innovation, as well as the weak link between the scientific and educational sphere and the real economy. Summing up the results of the analysis of formation of regional infrastructure, we can conclude that it is currently in the Southern Federal District, Volgograd Region in particular observed the completion of the institutional and infrastructural conditions for the development of innovation. Meanwhile, the existing elements of the innovation infrastructure in the regions characterized by fragmentation and a lack of integration ties, ensuring the implementation of the life cycle of innovation. Particularly acute is the problem of the development of infrastructure of venture financing in science and technology, providing an effective mechanism for technology transfer. To the list of priorities should include the creation of a system of information support of innovation. In order to develop recommendations to strengthen the orientation of research capacity to the needs of the regional economy is necessary to analyze the efficiency of the sector generating knowledge in terms of the commercialization process.

Keywords: scientific and technological development, innovation infrastructure, regional economy, commercialization, research and education sector

Для цитирования

Широ М. С. Приоритетные направления формирования инновационной инфраструктуры регионов Южного Федерального округа // Вестник ВГУИТ. 2016. № 2. С. 249–256. doi:10.20914/2310-1202-2016-2-249-256

For citation

Shiro M. S. Priority areas for the formation of innovation infrastructure of the Southern Federal District. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 2. pp. 249–256. (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2016-2-249-256

Введение

Построение инновационной экономики невозможно без прочного фундамента – инновационной инфраструктуры. «Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года» в качестве задачи первого этапа на период 2011–2013 гг. предполагала развитие соответствующих институтов и ликвидацию инфраструктурных лагун, наличие которых тормозило инновационные процессы в российской экономике.

В государственном планировании регионального развития с точки зрения устойчивых трендов основными зонами опережающего роста являются крупные города. Для ускорения модернизации необходима поддержка инновационного потенциала научных и образовательных центров этих агломераций. Кроме того, модернизация предполагает предоставление вузам в этих агломерациях статуса федеральных и национальных исследовательских университетов, поддержка потенциала академической и отраслевой науки и высшего образования по промышленным технологиям, биогенетике и биотехнологии, медицине и фармацевтике, информационным и ядерным технологиям [1].

В разных странах формы реализации инновационного потенциала имеют регионально-национальную специфику, что обусловлено различиями в уровне инновационно-технологического развития, масштабах и специализации научно-технической деятельности, приоритетах социально-экономической политики [2].

Инновационное направление долгосрочного социально-экономического развития регионов, отмеченное в Концепции-2020, опирается в основном на выделении (закреплении) определённых зон роста и предполагает:

- развитие научно-технического и образовательного потенциалов крупных городских агломераций с динамичной инновационной и образовательной инфраструктурой;
- формирование не менее шести–восьми территориально-производственных кластеров, ориентированных на высокотехнологичные производства в приоритетных отраслях экономики, а также территориально-производственных кластеров на слабоосвещённых территориях с ориентацией на глубокую переработку сырья и производство энергии.

1.1 Структура инновационной инфраструктуры региона

С точки зрения развития инноваций, инфраструктуру рассматривают как специфическую совокупность условий, процессов и результатов, имеющих многопользовательский

характер, которые обеспечивают функционирование системы. Важнейшей характеристикой инновационной инфраструктуры является её функциональная достаточность (полнота), предполагающая наличие таких свойств, которые должны способствовать в полной мере реализации инноваций в масштабах национальной экономики, региона. Инфраструктура инновационной системы региона реализует большое количество функций, наиболее важными являются:

- содействие генерации наукоёмкого малого предпринимательства;
- коммерциализация научных разработок вузов и НИИ;
- организация доступа к знаниям, положительному опыту взаимодействия, информационным базам в стране, регионе;
- оказание услуг инновационному бизнесу с целью восполнения недостающих компетенций и формирования дополнительных конкурентных преимуществ;
- регулирование и правовая защита предпринимательской деятельности;
- распространение знаний, информации и положительного опыта;
- создание условий для появления новых компаний, особенно в инновационной сфере;
- снижение рисков взаимодействия в процессе реализации инновационных отношений.

Обычно выделяются следующие элементы инновационной инфраструктуры:

- финансовая: различные типы фондов (бюджетные, венчурные, страховые, инвестиционные) и другие финансовые институты (например, фондовый рынок, особенно в части высокотехнологичных компаний);
- производственно-технологическая: технопарки, инновационно-технологические центры, бизнес-инкубаторы, центры трансфера технологий;
- информационная: собственно базы данных и знаний, центры доступа, аналитические, статистические, информационные и тому подобные центры (т. е. организации, оказывающие услуги);
- кадровая: образовательные учреждения по подготовке и переподготовке кадров в области научного и инновационного менеджмента, технологического аудита, маркетинга и т. д.;
- экспертно-консалтинговая – организации, занятые оказанием услуг по проблемам интеллектуальной собственности, стандартизации, сертификации, а также центры консалтинга как общего, так и специализирующегося в отдельных сферах (финансов, инвестиций, маркетинга, управления и т. д.) [3].

С учётом рекомендаций ЮНЕСКО, к инновационной инфраструктуре в широком смысле могут быть отнесены учреждения, которые осуществляют:

1. распространение научно-технической информации (институты, центры, библиотеки, музеи, ботанические и зоологические сады);
2. распространение научно-технической информации через интернет, в том числе по конкретным заказам (сетевые центры, провайдеры);
3. перевод, редактирование и издание научно-технической литературы, в том числе в электронном виде;
4. изыскания (геологические, гидрологические, топографические, метеорологические, кадастровые) и разведку полезных ископаемых;
5. сбор данных о социально-экономических явлениях (социологические опросы, маркетинговые, экологические исследования);
6. испытания, стандартизацию, метрологию, сертификацию и контроль качества продукции и технологий;
7. патентно-лицензионную деятельность;
8. лизинг и прокат оборудования, научных приборов, измерительной техники;
9. содействие малому бизнесу и начинающим предпринимателям (технопарки, инкубаторы);
10. венчурное (рисковое) финансирование;
11. консультирование клиентов по подготовке бизнес-планов, проектов, оценке и реализации конкретных инноваций;
12. деятельность вычислительных и процессинговых центров общего пользования [4].

Построение в рамках инновационной инфраструктуры системы передачи прав интеллектуальной собственности, является важным условием коммерциализации НТР. Прежде всего эта деятельность должна осуществляться через лицензирование и продажу патентных прав. Они выступают источниками вознаграждения исследователей и организаций-разработчиков. Получение патента на разработку, который защищает права и обеспечивает экономическую мотивацию изобретателя, является одним из показателей успешности исследовательской деятельности [5].

Опираясь на указанную выше структуру, мы можем оценить готовность региона к формированию на его территории инновационной инфраструктуры, имеющей своей целью коммерциализировать научные разработки.

Однако, помимо существующего потенциала в каждом регионе присутствует ряд ограничений. «Сальдо» потенциала и ограничений, таким образом, даёт реальную оценку способности региона реализовать инновационную политику государства.

1.2 Особенности развития инновационной инфраструктуры Южного Федерального округа

К числу ограничений инновационной деятельности в регионах Южного федерального округа относятся:

- отсутствие сложившейся инфраструктуры инновационной деятельности;
- доминирование в ряде секторов экономики округа бизнеса, локализирующего свою инновационную активность преимущественно за пределами округа;
- недостаточное развитие социальных связей научных учреждений и инновационных предприятий;
- низкий уровень интеграции вузовской и академической науки;
- динамично развивающаяся количественно, но отстающая по качеству знаний, система высшего профессионального образования;
- недостаточная скоординированность элементов региональных инновационных систем и их взаимодействие в масштабе округа.

Основной род деятельности главных элементов инновационной инфраструктуры (бизнес-инкубаторы, технопарки, малые инновационные предприятия), – это предоставление консультационных услуг по различным направлениям (маркетинговые и рекламно-информационные, образовательные услуги, выполнение научно-исследовательских, опытно-конструкторских разработок, услуги правового характера, услуги по оформлению документов на регистрацию предприятия и получение финансовой поддержки).

Здесь же необходимо отметить предоставление в аренду помещений, участие в выставочно-ярмарочных мероприятиях, организация семинаров, мастер-классов и круглых столов.

Как отмечают исследователи, деятельность большинства инновационных технологических центров в ЮФО характеризуется как неэффективная.

Для объектов инфраструктурной поддержки инновационной деятельности в регионах ЮФО свойственны следующие проблемы:

- в технопарках ЮФО не происходит кластеризации нововведений и не формируются взаимосвязанные предприятия в рамках кластера;
- в инновационно-технологических центрах не происходит определение технологических границ использования новшества в результате создания опытного образца;
- центры трансфера технологий регионов ЮФО не выполняют функции по определению коммерческих границ использования новшеств в процессе диффузии инноваций [6].

Другой стороной проблемы углубления технологической специализации в регионе является развитие малых предприятий, обусловленное их тесной связью с региональным рынком. Именно эта связь может также служить препятствием для их инновационного развития в рамках сложившейся специализации деятельности. Речь идёт о регионах, где местная промышленность состоит преимущественно из довольно старых фирм, работающих с традиционными технологиями. Близкие и устойчивые связи с региональным рынком могут также ограждать мелких производителей от рынков и технического прогресса в другом месте.

Инновационные продукты, разработанные для определённых местных условий, могут быть недостаточно гибкими, чтобы использовать их в другом месте, что в целом создаёт ограничение рынка [7]. При этих обстоятельствах проблема развития инноваций и их направленного распространения на региональном уровне состоит в том, чтобы привести в движение и вести цепь связанных процессов и ограниченных ресурсов в сложной динамической системе региона, в которой последовательность предпринимательской активности будет взаимодействовать с другими элементами региона.

Начиная с 2010 года, значимым новшеством среди мероприятий поддержки малых инновационных предприятий стало создание специальной инфраструктуры. В 2010–2012 гг. запущено 30 центров поддержки субъектов малого предпринимательства в области инноваций и промышленного производства [8].

Большинство бизнес-инкубаторов предоставляют офисные помещения и переговорные комнаты. В основном офисные помещения

оснащены базовым набором мебели и оргтехники, пользование которыми входит в арендную плату. Менее половины бизнес-инкубаторов располагают зоной коллективного пользования или общественным пространством, и только в трети объектов есть столовая, кафе или бар. Недостаток таких помещений может негативно сказываться на способности инкубаторов развивать экосистему, предоставляющую предпринимателям возможности для неформального общения.

Лаборатории и производственные площади имеются лишь в незначительной части инкубаторов (в 19 и 29% объектов соответственно). Эти показатели в совокупности отражают долю резидентов, представляющих высокотехнологичные компании. Как показывают результаты отечественных исследователей, более двух третей резидентов ведут деятельность в сфере информационных технологий. Специализация в области высоких технологий означает, что объект не специализируется в информационных технологиях.

Финансовый блок инфраструктурной поддержки инноваций на территории регионов Южного федерального округа базируется только на местных региональных гарантийных или залоговых фондах. Существенным дополнением этого блока является развитие института микрофинансирования. Наиболее устойчивая инфраструктура финансовой поддержки характерна для Ростовской области, где помимо гарантийного фонда, развита территориальная сеть центров микрофинансирования, число которых в регионе составляет 12 единиц (таблица 1).

Таблица 1

Формирование институтов финансовой поддержки инноваций регионов ЮФО, 2013 г.

Table 1.

Formation of financial institutions to support innovation of the Southern Federal District, 2013

Субъект РФ Subject of the Russian Federation	Гарантийный фонд Guarantee fund	Капитализация фонда (млн руб.) Capitalization Fund (mln rub.)	Центры микрофинансирования Microfinance Centre
Краснодарский край Krasnodar region	1	535,8	1
Астраханская область Astrakhan region	1	280,0	1
Волгоградская область Volgograd region	1	300,0	1
Ростовская область Rostov region	1	1122,1	12

Одной из проблем регионов Южного федерального округа является отсутствие элементов и инструментов венчурного финансирования, которые доступны только в ограниченном числе инновационных регионов (Москва, Санкт-Петербург, Казань, Томск и др.). Сформированная система венчурного финансирования России имеет структурные диспропорции, которые ещё более ограничивают доступ к ней со стороны региональных предприятий:

- территориальные диспропорции;
- отраслевые диспропорции;
- диспропорции по стадиям инвестирования.

Финансовые институты развития в регионах Южного федерального округа состоялись, хотя и находятся ещё на ранних стадиях. Полное функционирование финансового блока инфраструктуры поддержки инноваций предполагает привлечение частных инвестиций в инновационные проекты. Превращение Южного федерального округа в базовый для России ареал технико-технологического прорыва в сфере агропромышленного комплекса, туризма и рекреации, транспорта и логистики, энергетики и др., связано с интенсивными структурными сдвигами в пользу высокотехнологичного и информационного секторов, а также третичной сферы экономики.

Доминантной стратегией, обеспечивающей качественные изменения во всех сегментах жизни округа, должно стать опережающее (по отношению к общероссийскому тренду) формирование системы науки и воспроизводства высококвалифицированных кадров на базе ведущих высших учебных заведений в кооперации с инновационно активными бизнес-структурами. Основой для развития высокопроизводительных отраслей новой экономики может стать научно-исследовательский и образовательный потенциал ведущих урбанистических центров (Ростовская и Волгоградская области, Краснодарский край) [9].

Особенностью институциональной модели науки в ЮФО является существенное влияние высшей школы. Роль узлового элемента инновационного потенциала играет, в первую очередь, Южный федеральный университет, чья доля в общем объёме финансирования научно-инновационной деятельности в системе высшего образования в России составила 2,4%, среди высших учебных заведения округа – 26,1%, Ростовской области – свыше 50%.

Южный федеральный университет состоит из 12 научно-исследовательских институтов, 7 конструкторских бюро. Основной

инновационный блок – это технопарк ЮФУ, созданный на основе технопарков Ростовского государственного университета (РГУ) и Таганрогского государственного радиотехнического университета (ТРТУ). Сегодня технопарк ЮФУ объединяет около 50 малых инновационных предприятий – это одна восьмая часть инновационно-внедренческого потенциала Дона. При партнёрстве с университетом в 2013 году было создано Некоммерческое партнёрство «Инновационный Кластер биотехнологий, биомедицины и экологической безопасности». В состав кластера, помимо университета, входят 9 инновационных предприятий региона.

Основой научно-образовательного комплекса Краснодарского края являются 11 государственных учреждений высшего образования и специализированные научно-исследовательские институты. Учёные края ведут фундаментальные и прикладные исследования в области биологии и медицины, химии и физики, математики, социальных и гуманитарных наук.

Несмотря на значительный вклад фундаментальных исследований и имеющийся потенциал проведения научно-исследовательских разработок, эффективность науки высшей школы округа остаётся низкой. В числе ключевых проблем можно выделить:

- отсутствие стабильного спроса со стороны реального сектора экономики на результаты научно-технической деятельности;
- слабость кооперационных связей в регионе между научными, образовательными, инновационными организациями и предприятиями;
- отсутствие механизмов участия частных инвесторов в финансировании научно-технической деятельности;
- низкий уровень развития информационной доступности инновационной сферы.

В инновационном преобразовании экономики ЮФО особое значение приобретает создание центров поддержки технологий и инноваций. По состоянию на конец 2013 г. в России были созданы Центры поддержки технологий и инноваций (ЦПТИ) на базе 84 хозяйствующих субъектов из 57 регионов в 8 федеральных округах Российской Федерации. На территории Южного федерального округа такие центры были сформированы в Краснодарском крае, Астраханской, Волгоградской и Ростовской областях. В перечень их функций входит:

- доступ к полнотекстовым патентным базам данных Федерального института промышленной собственности (ФИПС);
- проведение всех видов патентного поиска;

- обучение патентному поиску;
- консультационные услуги;
- подача электронных заявок;
- патентные исследования;
- помощь в лицензировании;
- дистанционное обучение в рамках стандартов Всемирной организации интеллектуальной собственности (ВОИС);
- проведение конференций, семинаров.

По мнению специалистов, одним из важных факторов успеха инкубаторов может являться наличие экспертного совета, члены которого оказывают реальную помощь, например, в отборе стартапов и принятии решения о лишении статуса резидента или о выходе из инкубатора. Исходя из международного опыта, необходимо дополнительно отметить важность не только наличия экспертного совета, но и его состава. Так, в рамках американского исследования было выявлено, что на показатели бизнес-инкубатора положительно влияет присутствие в составе экспертного совета следующих членов:

- представителя компании — успешного выпускника этого инкубатора;
- специалиста по трансферу технологий;
- экспертов в области финансов, права и интеллектуальной собственности;
- представителей государственных органов и агентств экономического развития.

1.3 Перспективы развитие инновационной инфраструктуры ЮФО

Инновационный процесс представляет собой коммерциализацию знаний и превращение их в востребованные рынком принципиально новые продукты, сервисы или технологии. Эффективность их влияния на экономику определяется совокупностью факторов:

- успехи в фундаментальных и прикладных исследованиях;
- интеграция образовательного и научно-исследовательского процессов;
- наличие отлаженных механизмов трансфера результатов интеллектуальной деятельности в реальный сектор;
- уровень кооперации промышленных предприятий с учреждениями науки и образования;
- эффективное воспроизводство научно-технических кадров;
- экономическая отдача от вложений государства в поддержку научных исследований.

Дальнейшее формирование инфраструктуры поддержки инновационной деятельности

регионов ЮФО предполагает ведение дополнительных и оптимизацию имеющихся институтов развития (рисунок 1).

В их числе необходимо выделить:

- создание информационного ресурса, объединяющего имеющиеся информационные возможности региональных институтов развития и заинтересованных органов исполнительной власти.

- создание коммуникативных площадок и социальных сетей для организации общения учёных и изобретателей с представителями бизнеса.

- активизация процессов трансфера компетенций как в «вертикальной плоскости» (от инвесторов и компаний поздних стадий к компаниям ранних стадий), так и в «горизонтальной» (от технологических компаний одних отраслей — к компаниям других).

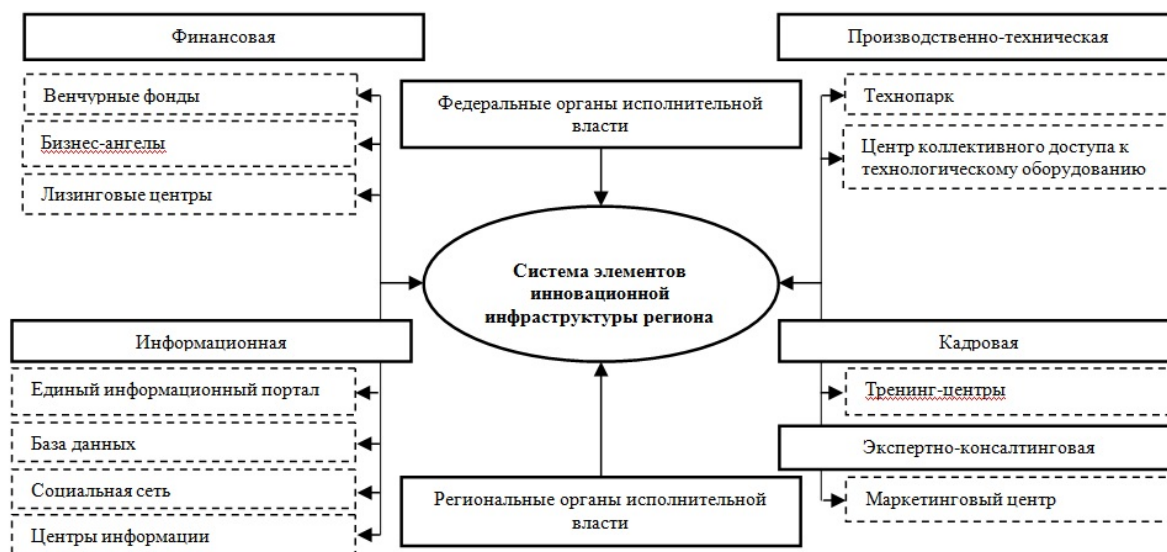
- содействие развитию регионального «рынка покупателя» инновационных компаний.

- создание региональных венчурных фондов, привлечение бизнес-ангелов, создание лизинговых центров.

- внедрение и реализация многоуровневой системы подготовки кадров для инновационной сферы региона, включающей магистерские программы, факультативные курсы, программы повышения квалификации и стажировки.

Основной проблемой остаётся низкая восприимчивость регионального бизнеса к нововведениям, особенно технологического характера. Наблюдается технологическая многоукладность региональной экономики с выраженным преобладанием производств, относящихся к отсталым технологическим укладам. При таких условиях особенно сложными являются задачи по увеличению числа малых инновационных предприятий, поскольку они работают с местным рынком и ориентируются на технологическую оснащённость местных предприятий.

Налицо существенный разрыв между имеющимися ресурсами (научно-технологическим потенциалом) и эффектом от их использования производством и экспортом высокотехнологической продукции и технологий [8]. Вопросы конвертации вузовских разработок в инновационную продукцию предполагают повышение прозрачности для бизнеса участия в проектах, предполагающих коммерциализацию объектов интеллектуальной собственности.



--- Недостające элементы Missing elements

▬ Подсистемы и элементы, существующие в регионе Subsystems and elements that exist in the region

Рисунок 1. Потенциальная система элементов инновационной инфраструктуры регионов ЮФО

Figure 1. Potential system innovation infrastructure elements of the Southern Federal District

Заклучение

Обобщая итоги проведенного анализа формирования региональной инфраструктуры, можно заключить, что в настоящий момент в регионах Южного федерального округа наблюдается завершение создания институциональных и инфраструктурных условий развития инновационной деятельности. Причем для существующих элементов инновационной инфраструктуры регионов характерна фрагментарность и отсутствие интеграционных связей, обеспечивающих реализацию жизненного цикла инноваций.

Особую важность приобретают проблемы развития инфраструктуры рискованного финансирования в научно-технической сфере, обеспечения эффективного механизма трансфера технологий. К перечню первоочередных задач следует отнести формирование системы информационной поддержки инноваций.

ЛИТЕРАТУРА

1 Баткилина Ю.М., Гудкова А.А., Кольцов А.В. Совершенствование механизмов и инструментов инновационной деятельности в регионах Российской Федерации // Информационно-аналитический бюллетень ЦИСН. 2011. № 6. С. 6-7

2 Антоненко И.В. Инновационный потенциал региональной экономики: формирование и реализация: дис. ... д-ра экон. наук: 08.00.05. Волгоград, 2014. 295 с.

В настоящий момент в регионах Южного федерального округа отмечается сокращение изобретательской активности и показателей регистрации результатов интеллектуальной деятельности. В этих условиях возрастает необходимость стимулирования деятельности научно-технологического сообщества и усиление деятельности региональных институтов развития. При этом содействие научным учреждениям региона должно осуществляться наряду с артикуляцией спроса со стороны предприятий регионального сектора экономики.

Благодарность

Статья подготовлена при поддержке Российского гуманитарного научного фонда (грант № 16-12-34012)

3 Баткилина Ю.М., Гудкова А.А., Кольцов А.В. Совершенствование механизмов и инструментов инновационной деятельности в регионах Российской Федерации // Информационно-аналитический бюллетень ЦИСН. №6. С. 23

4 Степаненко Д.М. Методика оценки системы институтов инновационного развития общества // Проблемы современной экономики. 2011. № 2 (38).

5 Rogers E. Diffusion of Innovations. New York: The Free Press, 1983. P. 135-150.

6 Антоненко И.В. Инновационный потенциал региональной экономики: формирование и реализация: дис. ... д-ра экон. наук: 08.00.05. Волгоград, 2014. С. 321.

7 Rothwell R., Zegveld W. Innovation and the small and medium sized firm: Their role in employment and in economic change. London: Frances Pinter Pub., 1982. P. 140 – 141.

8 Открытый экспертно-аналитический отчет о ходе реализации «Стратегии инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года». Выпуск 1. М.: ОАО «РВК», 2013. С. 87.

9 Стратегия социально-экономического развития Южного федерального округа на период до 2020 года (утв. распоряжением Правительства РФ от 5 сентября 2011 г. N 1538-р.

REFERENCES

1 Batkilina Yu.M., Gudkova A.A., Koltsov A.V. Improving the mechanisms and instruments of innovative activity in Russian regions. *Informatsionno-analiticheskiy byulleten TsISN* [Information-analytical bulletin CSRS] 2011, no. 6, pp. 6-7 (in Russian)

2 Antonenko I.V. Innovatsionnyy potentsial regionalnoy ekonomiki: formirovaniye i realizatsiya. Dis. d-ra ekon. nauk [The innovative potential of the regional economy: the formation and implementation] Volgograd, 2014. pp. 295. (in Russian)

3 Batkilina Yu.M., Gudkova A.A., Koltsov A.V. Improving the mechanisms and instruments of innovative activity in Russian regions. *Informatsionno-*

analiticheskiy byulleten TsISN [Information-analytical bulletin CSRS] 2011, no. 6, pp. 23(in Russian)

4 Stepanenko D.M. Methodology to evaluate the system of innovative development of society. *Problemy sovremennoy ekonomiki* [Problems of Modern Economics] 2011, no. 2 (38). (in Russian)

5 Rogers E. Diffusion of Innovations. New York. The Free Press, 1983, pp. 135-150.

6 Antonenko I.V. Innovatsionnyy potentsial regionalnoy ekonomiki: formirovaniye i realizatsiya. Dis. d-ra ekon. nauk [The innovative potential of the regional economy: the formation and implementation] Volgograd, 2014. pp. 321. (in Russian)

7 Rothwell R., Zegveld W. Innovation and the small and medium sized firm: Their role in employment and in economic change. London: Frances Pinter Pub., 1982, pp. 140 – 141.

8 Otkrytyi ekspertno-analiticheskiy otchet o khode realizatsii «Strategii innovatsionnogo razvitiya Rossiyskoy Federatsii na period do 2020 goda». Vypusk 1 [Outdoor expert and analytical report on the implementation "of the Russian Federation Innovative Development Strategy for the period up to 2020"] Moscow, ОАО «РВК», 2013. pp. 87. (in Russian)

9 Strategiya sotsialno-ekonomicheskogo razvitiya Yuzhnogo federal'nogo okruga na period do 2020 goda (utv. rasporyazheniyem Pravitelstva RF ot 5 sentyabrya 2011 g. N 1538-r [Strategy of socio-economic development of the Southern Federal District for the period until 2020] (in Russian).

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Maria S. Shiro competitor, department of economic theory and economic policy, Volgograd State University, University Avenue, 100, Volgograd, Russia, orishmary@gmail.com

CONTRIBUTION

Maria S. Shiro 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 4.8.2016

ACCEPTED 5.6.2016

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Мария С. Широ соискатель, кафедра экономической теории и экономической политики, Волгоградский государственный университет (пр. Университетский, 100, Волгоград, Россия), orishmary@gmail.com

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Мария С. Широ написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 08.04.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 06.05.2016

Устойчивое развитие регионов России

Вера Д. Кузьменкова¹ m.v.smola@gmail.com

¹ кафедра экономики и организации производства, Смоленская государственная сельскохозяйственная академия, ул. Большая Советская, 10/2, г. Смоленск, 214000, Россия

Реферат. Устойчивое развитие административно-территориальных единиц (АТЕ) относится к основным направлениям государственной политики РФ по обеспечению безопасности национальной экономики для удовлетворения жизненных потребностей людей и сохранения такой возможности для будущих поколений. В статье приведены и проанализированы факторы, оказывающих наиболее заметное влияние на уровень развития АТЕ. Представлена динамика валовой продукции сельского хозяйства в России и её критическая оценка. Выявлено, что развитие региона является основой обеспечения безопасности национальной экономики. На современном этапе концепция «устойчивого развития» в России является актуальной и роль регионов в обеспечении устойчивого развития РФ постоянно возрастает. Устойчивость самофинансирования экономики региона достигается через проведение эффективной бюджетной, финансово-кредитной, налоговой и ценовой политики, установление равноправных межбюджетных взаимоотношений с федеральным центром, развитие рынка ценных бумаг, увеличение объёма экспортной продукции. Проведённое исследование позволило: выявить основные факторы, влияющие на устойчивое развитие регионов России. Рассмотрены причины отставания экономики Смоленской области от общероссийских темпов роста и направления их устранения. Формирование прогноза развития отечественного сельского хозяйства на период до 2020 г. должно базироваться на приоритетном положении этой отрасли в агропромышленном комплексе, которое определяется его решающей ролью в удовлетворении потребностей населения страны в основных пищевых продуктах. Перспективные объёмы производства основных видов сельскохозяйственной продукции основываются на необходимости решения задач, предусмотренных постановлениями правительства РФ.

Ключевые слова: устойчивое развитие регионов, структура экономики, рыночные преобразования, территориально-отраслевое разделение труда, агропромышленное производство, перестройка аграрной политики

Sustainable development of Russian regions

Vera D. Kuz'menkova¹ m.v.smola@gmail.com

¹ Smolensk State Agricultural Academy, Bolshaya Sovetskaya, 10/2, Smolensk, 214000, Russia

Summary. Sustainable development of administrative-territorial units (ATU) refers to the main directions of Russian Federation state policy to ensure the security of the national economy to meet the vital needs of people and the preservation of such a possibility for the future generations. The article describes and analyzes the factors that have the most significant impact on the level of ATE development. The dynamics of the gross output of agriculture in Russia and its critical evaluation are presents. It was revealed that the development of the region is the basis of the national economy security. At present, the concept of “sustainable development” in Russia is relevant and the role of regions in the sustainable development of the Russian Federation is constantly increasing. Stability of self-financing of the regional economy is achieved through conducting effective fiscal, financial, credit, tax and price policy, establishment of equal inter-budgetary relations with the federal center, the development of the securities market, increasing the volume of exports. Conducted research allowed: to identify the main factors influencing the sustainable development of Russia regions. The reasons for the backlog of economy of the Smolensk region of the nationwide growth rate and direction of their elimination are examined. Formation of the forecast of domestic agriculture development in the period up to 2020 should be based on the priority position of the industry in the agricultural sector, which is determined by its decisive role in meeting the population’s needs for basic food products. Prospective volumes of production of major agricultural products are based on the need to meet the challenges provided by the Russian Federation Government Decree.

Keywords: sustainable development of the regions, the economic structure, market transformation, territorial and sectoral division of labor, agri-business, agrarian restructuring politicians

Введение

Современная экономика РФ представляет собой сложный многорегиональный организм, функционирующий на основе многочисленных и, одновременно быстро меняющихся, взаимодействий и взаимосвязей системе общественного разделения труда, который обеспечивает развитие экономики каждого

региона и страны в целом только при реализации эффективной федеральной и региональной социально-экономической политики.

Перед регионами России стоит проблема сохранения основных направлений развития региональной экономики и предотвращение негативных кризисных явлений. Формирование региональной экономики определяются: уровнем развития его промышленного потенциала;

Для цитирования

Кузьменкова В. Д. Устойчивое развитие регионов России // Вестник ВГУИТ. 2016. № 2. С. 257–261. doi:10.20914/2310-1202-2016-2-257-261

For citation

Kuz'menkova V. D. Sustainable development of Russian regions. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 2. pp. 257–261. (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2016-2-257-261

возможностями формирования специализированных сельскохозяйственных зон; уровнем экономически активного населения; развитием социальной сферы села; близостью к транспортным сообщениям федерального и международного уровней; численностью и уровнем образования экономически активного населения; наличием и уровнем разработки полезных ископаемых; особенностями климатических зон; развитости агропромышленного рынка. Всё это определяет особенности и тенденции развития региональной экономики.

Большое влияние также оказывает географическое положение региона, зависимость производства с/х продукции от природно-климатических и биологических условий, периодически повторяющихся неблагоприятных метеорологических условий, ущерб от которых может достигать значительных масштабов, что является основой в размещении сельскохозяйственного производства.

Устойчивое развитие административно-территориальных единиц (АТЕ) относится к основным направлениям государственной политики РФ по обеспечению безопасности национальной экономики для удовлетворения жизненных потребностей людей и сохранения такой возможности для будущих поколений [1–3].

В современных условиях концепция устойчивого развития субъектов РФ является актуальной, что обуславливает возрастающую роль российских регионов в обеспечении развития страны. Необходимо отметить, что наряду с общими закономерностями функционирования и развития национальной экономики, процессы развития отдельной АТЕ региона имеют свои специфические особенности. В литературе по вопросам этой проблематики отмечается, что особенности социально-экономического развития АТЕ обусловлены удельным весом продукции базовых отраслей региональной экономики в общем объёме продукции в стране.

Экономическая самостоятельность АТЕ зависит от её степени обеспеченности экономическими ресурсами, позволяющими проводить самостоятельную экономическую политику, направленную на обеспечение устойчивого социально-экономического развития региона, т. е. способности субъекта РФ противостоять отрицательным воздействиям различного характера, повышать качество жизни населения, обеспечить его расширенное воспроизводство. Анализ проблем устойчивого развития региональных социально-экономических систем

позволил выделить ряд фактор, оказывающих наиболее заметное влияние на уровень развития АТЕ (рисунок 1). Они характерны для всех субъектов РФ и требуют новых подходов в определении устойчивого развития регионов.

Процессы интеграции экономики РФ в мировую экономическую систему, ориентация на максимальное обеспечение продовольствием населения каждой АТЕ нарушили ранее сложившееся территориально-отраслевое разделение труда в отечественном агропромышленном комплексе (АПК). Это спровоцировало нерациональное использование производственных ресурсов и биоклиматического потенциала территорий, что вызвало спад производства (рисунок 2) и удорожание с/х продукции. Необходимо изменить существующую практику, ориентированную на максимальное самообеспечение населения АТЕ продовольствием, на более полный учёт преимуществ территориально-отраслевого разделения труда в агропромышленном производстве и развитие межрегионального обмена. Для этого необходимо соблюдать принцип приоритета национальных над региональными и местными экономическими интересами.

Смоленская область является индустриальным, административным, транспортным, интеллектуальным и культурным центром России, имеющая специфические особенности (приграничная область с Республикой Беларусь, низкая рождаемость, высокая смертность населения трудоспособного возраста, высокая доля населения старше трудоспособного возраста, дефицит трудовых ресурсов на региональном рынке труда и др.) [5–7].

Представленные в статье тенденции развития экономики Смоленской области в целом повторяют динамику процессов развития российской экономики. Так, в условиях экономической нестабильности ослабление национальной валюты отразилось и на Смоленской области, что привело к формированию механизмов интеграции региональной экономики в национальное хозяйство, взаимодействию с другими регионами. Обратной стороной этого процесса явилось изменение производственной, технологической и торговой стратегии смоленских предприятий, зона деятельности которых постепенно расширилась. Основным направлением развития экономики региона в последние десятилетия стало повышение её открытости и сокращение сегментов т. н. «локальных» (замкнутых) рынков.

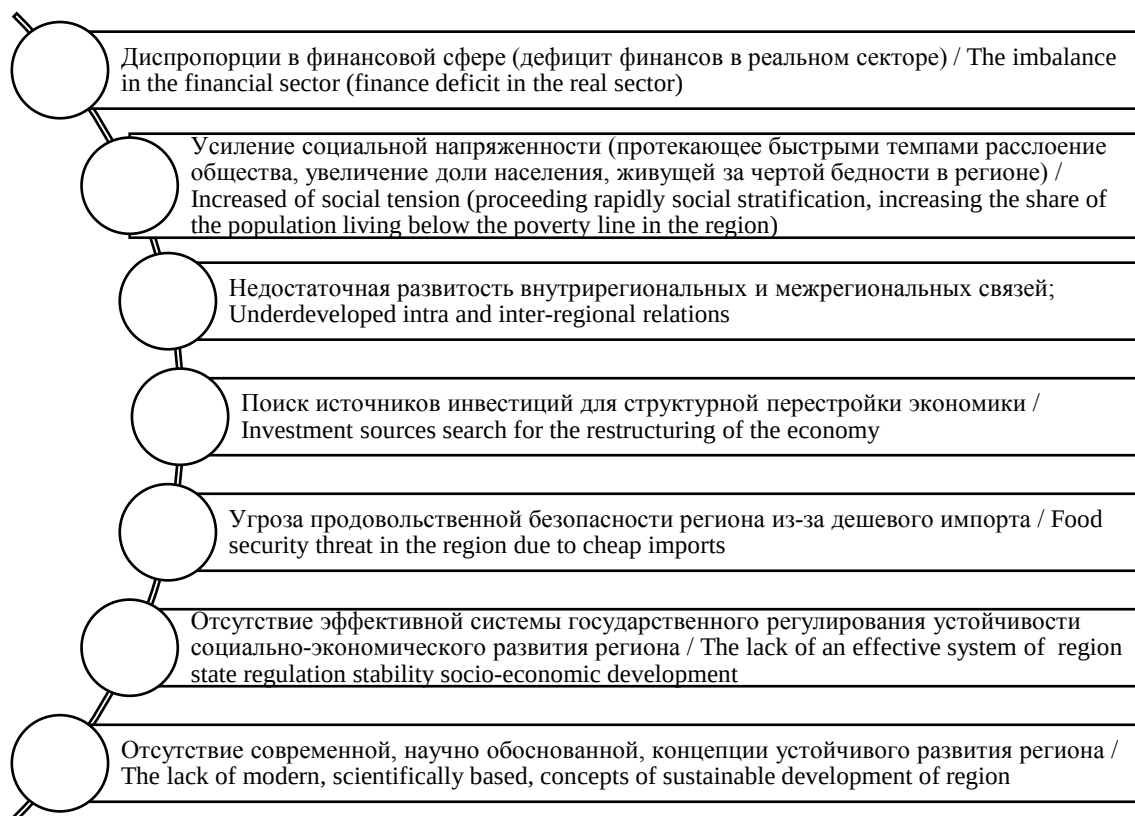


Рисунок 1. Основные факторы, оказывающие влияния на уровень развития АТЕ

Figure 1. The main factors influencing the level of development of ATE

Источник: составлено автором

Source: composed by the author

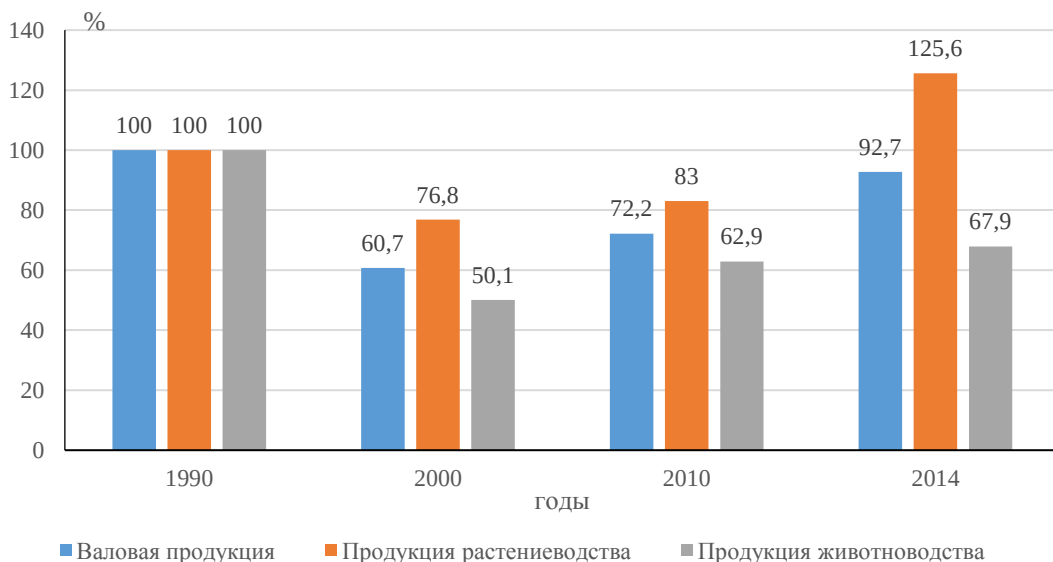


Рисунок 2. Динамика валовой продукции сельского хозяйства в Российской Федерации, в % к 1990 г

Figure 2. Dynamics of gross agricultural production in the Russian Federation (1990 year), in %,

Источник: расчёты автора по данным сайта Федеральной службы государственной статистики РФ <http://www.gks.ru>

Source: Authors' calculations according to the site of the Federal Service of State Statistics <http://www.gks.ru>

Низкие темпы роста макроэкономических показателей по Смоленской области в сравнении с общероссийской динамикой объясняются структурой экономики региона (практически отсутствуют сырьевые отрасли, эксплуатирующие дешёвые природные ресурсы; доля промышленного производства, где преобладающие отрасли – электроэнергетика и машиностроение, составляет 1/3 валового регионального продукта и др.).

Достижение устойчивого развития отечественного агропромышленного производства, улучшение продовольственного обеспечения населения основываются на повышении конкурентоспособности с/х продукции, пищевой и перерабатывающей промышленности, на снижении зависимости страны от импортных поставок сырья. Однако для повсеместного внедрения современного высокотехнологичного производства требуются дополнительные финансовые

ресурсы, которые отсутствуют у значительного количества сельхозпроизводителей [8–12].

Заключение

Формирование прогноза развития отечественного сельского хозяйства на период до 2020 года должно базироваться на приоритетном положении этой отрасли в агропромышленном комплексе, которое определяется его решающей ролью в удовлетворении потребностей населения страны в основных пищевых продуктах. Перспективные объёмы производства основных видов с/х продукции основываются на необходимости решения задач, предусмотренных Доктриной продовольственной безопасности РФ, а также Государственной программой развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 гг.

ЛИТЕРАТУРА

1 Хайруллов Д. С. Устойчивое развитие региона как основа безопасности национальной экономики // Труды IV Всероссийской научной конференции «Информационные технологии в системе социально-экономической безопасности России и её регионов». Казань, 2012. С. 41–49

2 Кондрашов В. М. Мировая экономика в условиях глобализации и регионализации // Актуальные вопросы экономики и управления в условиях модернизации современной России. 2015. С. 17–22.

3 Кузьменкова В. Д. Проблемы обеспечения продовольственной безопасности России в условиях экономических санкций // Экономика и предпринимательство. 2016. № 1–2 (66–2). С. 471–474.

4 Чекалин В. С. Аграрная политика, как фактор устойчивого развития АПК // Труды международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию Всероссийского научно-исследовательского института экономики сельского хозяйства. Часть I. М.: ФГБНУ ВНИИЭСХ, 2015. 400–408

5 Земляк С. В. Структуризация и сегментация пространства российско-белорусского приграничья // Экономика. Налоги. Право. 2015. № 6. С. 78–86

6 Шунин В. И. Особенности процессов формирования трудовых ресурсов Смоленской области // Вопросы статистики. 2014. № 1. С. 57–64.

7 Кожевникова Г. П. Сравнительный анализ состояния трудовых ресурсов муниципальных образований Смоленской области // Региональные исследования. 2013. № 2. С. 33–36.

8 Алтухов А. И. Региональная аграрная политика как основа совершенствования территориально-отраслевого разделения труда в агропромышленном производстве страны // Труды международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию Всероссийского научно-исследовательского института экономики сельского хозяйства. Часть I. М.: ФГБНУ ВНИИЭСХ, 2015. С. 47–58.

9 Кузьменкова В. Д. Перспективы развития и размещения отраслей сельского хозяйства Российской Федерации // Интернет-журнал Наукоедение. 2015. Т. 7. № 3. С. 46. URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/174EVN315.pdf> (дата обращения 15.02.2016)

10 Шеломенцева М. В. Концепция формирования оценочных моделей воспроизводства трудовых ресурсов региона // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. 2013. № 3 (25). С. 388–390.

11 Кузьменкова В. Д. Приоритетные направления развития агропромышленного комплекса страны // Региональные проблемы устойчивого развития сельской местности. 2010. С. 103–105.

12 Кузьменкова В. Д. Роль территориально-отраслевого разделения труда в агропромышленном производстве // Вестник Алтайского аграрного университета. 2013. № 5 (103). С. 145–150.

REFERENCES

1 Khairullov D. S. Sustainable development of the region as a basis for the security of the national economy. Trudy IV Vserossijskoj nauchnoj konferencii «Informacionnye tehnologii v sisteme social'no-jekonomicheskoy bezopasnosti Rossii i ee regionov» [Proceedings of the IV All-Russian scientific conference "Information Technologies in the Russian socio-economic security and its regions"] Kazan', 2012, pp. 41–49. (in Russian).

2 Kondrashov V. M. The world economy in the context of globalization and regionalization. Aktual'nye voprosy jekonomiki i upravlenija v uslovijah modernizacii sovremennoj Rossii [Topical Issues of Economics and Management in the conditions of modernization of modern Russia] 2015, pp. 17–22. (in Russian).

3 Kuz'menkova V. D. Problems of ensuring Russia's food safety in the conditions of economic sanctions. *Ekonomika i predprinimatel'stvo* [Economy and Entrepreneurship] 2016, no. 12(66–2), pp. 471–474. (in Russian).

4 Chekalin V. S. Agricultural policy, as a factor of sustainable development of agriculture. *Trudy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvjashhennoj 85-letiju Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta jekonomiki sel'skogo hozjajstva* [Proceedings of the international scientific-practical conference dedicated to 85 th anniversary of the All-Russian Scientific Research Institute of Agricultural Economics Part I] Moscow, FGBNU VNIIJeSH, 2015, pp. 400–408 (in Russian).

5 Zemlyak S. V. Structuring and segmentation of the space of the Russian-Belarusian border area. *Ekonomika. Nalogi. Pravo* [Economy. Taxes. Right] 2015, no. 6. pp. 78–86 (in Russian).

6 Shunin V. I. Features of processes of formation of labor resources of the Smolensk region. *Voprosy statistiki* [Statistics Questions] 2014, no. 1, pp. 57–64. (in Russian).

7 Kozhevnikova G. P. Comparative analysis of labor resources municipalities of the Smolensk region. *Regional'nye issledovaniya* [Regional Studies] 2013, no. 2, pp. 33–36. (in Russian).

8 Altukhov A. I. Regional agricultural policy as a basis for improvement of territorial and sectoral division of labor in the agricultural production of the country.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Вера Д. Кузьменкова д. э. н., профессор, кафедра экономики и организации производства, Смоленская государственная сельскохозяйственная академия, ул. Большая Советская, 10/2, г. Смоленск, 214000, Россия m.v.smola@gmail.com

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Вера Д. Кузьменкова обзор литературных источников по исследуемой проблеме, написала рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 18.03.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 15.04.2016

Trudy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvjashhennoj 85-letiju Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta jekonomiki sel'skogo hozjajstva [Proceedings of the international scientific-practical conference dedicated to 85 th anniversary of the All-Russian Scientific Research Institute of Agricultural Economics Part I] Moscow, FGBNU VNIIJeSH, 2015, pp. 47–58. (in Russian).

9 Kuz'menkova V. D. Prospects for the development and distribution of branches of Agriculture of the Russian Federation. *Internet-zhurnal Naukovedenie* [Internet magazine Science of science] 2015, vol. 7, no. 3, pp. 46. Available at: <http://naukovedenie.ru/PDF/174EVN315.pdf> (accessed 15.02.2016) (in Russian).

10 Shelomentseva M. V. The concept of formation evaluation models of reproduction of labor resources in the region. *Vektor nauki Tol'jattinskogo gosudarstvennogo universiteta* [Vector Science Togliatti State University] 2013, no. 3(25), pp. 388–390. (in Russian).

11 Kuz'menkova V. D. Priority directions of development of agro-industrial complex of the country. *Regional'nye problemy ustojchivogo razvitija sel'skoj mestnosti* [Regional problems of sustainable development of rural areas] 2010, pp. 103–105. (in Russian).

12 Kuz'menkova V. D. The role of territorial and sectoral division of labor in agricultural production. *Vestnik Altajskogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of the Altai Agricultural University] 2013, no. 5(103), pp. 145–150. (in Russian).

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Vera D. Kuz'menkova d. ec. sc., professor economics and organization of production department, Smolensk state agricultural academy, Bolshaya Sovetskaya, 10/2, Smolensk, 214000, Russia, m.v.smola@gmail.com

CONTRIBUTION

Vera D. Kuz'menkova review of the literature on an investigated problem, 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 3.18.2016

ACCEPTED 4.15.2016

Функционирование свободных экономических зон и их налогообложение: Российская практика и опыт КНР

Валентин Е. Шибанов,¹ shibanov_ve@mail.ru
Ольга А. Шнейдер¹ shneyder.o@yandex.ru

¹ Дальневосточный федеральный университет, Школа экономики и менеджмента, ул. Суханова, 8, 690950, г. Владивосток, Россия

Реферат. Особая экономическая зона – инструмент региональной политики государства, используемый в регионах, где требуется повышение экономического и социального уровня развития, а вопросы применения налоговых льгот и преференций на территории ОЭЗ приобретают особую актуальность. Целью данной статьи является исследование вопросов, касающихся режима налогообложения особых экономических зон (ОЭЗ). В России до сих пор не существует единого мнения о размерах и типах ОЭЗ, механизме их деятельности и подхода к управлению. Российскому законодательству необходима разработка единой методологии для эффективного построения деятельности особых экономических зон с учётом особенностей территориального расположения. Данная методология может быть разработана на основе положительного опыта функционирования свободных экономических зон разных стран мира. В настоящей работе с помощью экономических и статистических методов собраны и проанализированы данные о развитии и итогах деятельности ОЭЗ на территории РФ и КНР. В качестве примера успешного функционирования российской ОЭЗ рассмотрена особая экономическая зона «Алабуга», в качестве примера функционирования на территории КНР рассмотрены СЭЗ Шэньчжэнь и совместный промышленный парк Китая и Сингапура в городе Сучжоу. Анализ опыта КНР позволил сделать выводы об эффективности развития отдельных территорий КНР через внедрение особых экономических зон. Данный факт в значительной степени зависит от эффективности механизмов создания и развития хозяйственных образований, обеспечение возможности самоуправления и финансовой независимости на данных территориях, привлечение иностранного инвестиционного капитала. Данных механизмов не хватает в функционировании российских особых экономических зон, где понятие ОЭЗ всё ещё остаётся новым и спорным. Использование опыта КНР в управлении и построении деятельности СЭЗ поможет достигнуть более эффективных показателей деятельности российских ОЭЗ, выйти на мировой рынок с более конкурентоспособными товарами и, как следствие, укрепить национальную экономику.

Ключевые слова: налоги, особые экономические зоны, налоговые преференции, экспорт, импорт, Россия, КНР

Taxes and free economic zones: Russian practice and China experience

Valentin E. Shibanov,¹ shibanov_ve@mail.ru
Olga A. Shneyder¹ shneyder.o@yandex.ru

¹ Far Eastern Federal University, School of Economics and Management, Sukhanova str., 8, 690950, Vladivostok, Russia

Summary. Special economic zone – the tool of regional policy of the state used in regions where increase of an economic and social level of development is required, and questions of application of tax benefits and preferences in the territory of a special economic zone acquire special relevance. The purpose of this article is research of the questions concerning the mode of the taxation of special economic zones. In Russia still there is no consensus about the sizes and the special economic zone types, the mechanism of their activity and approach to management. Development of uniform methodology is necessary for the Russian legislation for effective creation of activity of special economic zones taking into account features of a territorial arrangement. This methodology can be developed on the basis of positive experience of functioning of free economic zones of the different countries of the world. In the real work with the help of economic and statistical methods data on development and results of activity of a special economic zone in the territory of the Russian Federation and the China are collected and considered. As an example of successful functioning of the Russian special economic zone the special economic zone "Alabuga" is considered, as an example of functioning in the territory of the China special economic zone Shenzhen and joint industrial park of China and Singapore in the city of Suzhou are considered. The analysis of experience of the China has allowed to draw conclusions on efficiency of development of certain territories of the China through introduction of special economic zones. This fact substantially depends on efficiency of mechanisms of creation and development of economic entities, a possibility of self-government and financial independence in these territories, attraction of the foreign investment capital. There aren't enough these mechanisms in functioning of the Russian special economic zones where concept special economic zone still remains new and disputable. Use of experience of the China in management and creation of activity of special economic zone will help to reach more effective indicators of activity of the Russian special economic zone, to enter the world market with more competitive goods and, as a result, to strengthen national economy.

Keywords: tax, special economic zones, tax incentives, export, import, Russia, China

Для цитирования

Шибанов В. Е., Шнейдер О. А. Функционирование свободных экономических зон и их налогообложение: Российская практика и опыт КНР // Вестник ВГУИТ. 2016. № 2. С. 262–268. doi:10.20914/2310-1202-2016-2-262-268

For citation

Shibanov V. E., Shneyder O. A. Taxes and free economic zones: Russian practice and China experience. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 2. pp. 262–268. (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2016-2-262-268

Введение

Экономическая политика государства строится на основе национальных целей и потребностей путём достижения различных способов стимулирования производства и регулирования производственных сил по территории. Формы и методы осуществления этой политики определяются исходя из уровня экономического развития страны, динамики экономики, занятости населения, степени развитости в ней производственных и рыночных отношений.

Одним из наиболее эффективных способов такой реализации является создание свободных экономических зон (СЭЗ) – ограниченному участку территории, на котором свободно обращающемуся капиталу предоставляются льготы для развития хозяйственной деятельности. С помощью предоставления льгот и преференций государство может регулировать степень развития тех или иных видов хозяйственной деятельности. Мировой опыт показывает, что СЭЗ является достаточно эффективным средством решения проблемы ускорения экономики отдельных регионов и городов, так как её создание обеспечивает приток инвестиций в регион, создание новых рабочих мест.

В различных странах становление института свободных экономических зон происходило по-разному, что придаёт актуальность изучению и сравнительному анализу практического опыта зарубежных стран в интересах его использования в России. Научная новизна данного исследования заключается в разработке авторами комплексных положений как теоретических, так и практических, направленных на совершенствование организации функционирования и налогообложения свободных экономических Российской Федерации на основе использования опыта КНР. В процессе исследования сформулированы выводы, обладающие научной новизной.

1.1 Нормативная база СЭЗ в России

На сегодняшний день СЭЗ (в РФ как аналог СЭЗ используется термин особых экономических зон (ОЭЗ)) являются средством, способствующим привлечению инвестиционного капитала, а также укреплению экономического и научного потенциала региона в частности, и, как следствие, государства в целом [6].

В соответствии с российским законодательством СЭЗ – это часть территории РФ с действующим особым режимом осуществления

предпринимательской деятельности и процедурой свободной таможенной зоны (СТЗ) [1].

Федеральный закон от 22.07.2005 № 116-ФЗ «Об особых экономических зонах в РФ» (далее – Закон № 116-ФЗ) определяет два типа создания особых экономических зон: промышленно-производственных и технико-внедренческих. На территории ОЭЗ допускается ведение только тех видов деятельности, которые закреплены Законом и постановлением Правительства РФ. [7] Характеристики действующих экономических зон представлены в таблице 1.

Налогообложение на территории ОЭЗ производится в соответствии с действующим законодательством, которое позволяет применять резидентам ОЭЗ специальные режимы налогообложения. Особенностью ведения деятельности резидентами всех ОЭЗ является наличие налоговых преференций. Налоговые преференции для инвесторов особых экономических зон предусмотрены на федеральном и региональном уровнях. Их объём зависит от типа особой экономической зоны, её расположения, и законодательства субъекта РФ, на территории которого расположена особая экономическая зона.

В частности, для организаций, аккредитованных и ведущих деятельность в ОЭЗ предусмотрены пониженные ставки по налогам, перечень которых представлен в таблице 2.

В соответствии с Законом № 116-ФЗ, ввозимые на территорию ОЭЗ иностранные товары размещаются и используются без уплаты таможенных пошлин и НДС. Режим СТЗ, установленный на территории ОЭЗ позволяет снизить затраты при реализации планов и инвестиционных проектов резидентов. При внедрении новых производств, для создания которых часто требуется ввоз на территорию РФ оборудования, материалов и компонентов СТЗ позволяет экономить затраты на таможенное оформление. Применение льготной ставки 0% по налогу на добавленную стоимость производится при реализации товаров, помещённых под таможенный режим СТЗ, при условии представления в налоговые органы пакета документов, подтверждающих факт экспорта [6].

На территории ОЭЗ действует особый режим ведения предпринимательской деятельности, который подразумевает:

- наличие инфраструктуры для развития;
- режим СТЗ;
- система «одно окно».

Основные характеристики российских ОЭЗ

Table 1

Main characteristics of Russian special economic zones

Место расположения Location	Специализация ОЭЗ Specialization of the special economic zone	Государственные инвестиции в инфраструктуру зоны Public investment in the infrastructure area
г. Санкт-Петербург Saint Petersburg	Программное обеспечение, средства связи и бытовая электронная аппаратура. Разработка и производство аналитических приборов Software, communications and consumer electronics. Design and manufacture of analytical devices.	Около 1,5 млрд руб., в том числе 50% из федерального бюджета About 1.5 billion rubles including 50 % of the federal budget
г. Дубна, Московская область Dubna, Moscow region	Электронное приборостроение, проектирование новых летательных аппаратов, разработка альтернативных источников энергии Electronic instrumentation, design of new summer - enforcement units , the development of alternative energy sources.	2,5 млрд руб., из них 65% из федерального бюджета 2.5 billion Rubles, of which 65 % of the federal budget
г. Зеленоград Zelenograd	Разработка и освоение микросхем, интеллектуальных систем навигации Design and development of chip intelligent navigation systems.	5 млрд руб., в том числе 50% из ФБ/ 5 billion Rubles including 50 % of federal budget
г. Томск Tomsk	Информационно-коммуникационные, электронные и медицинские технологии, производство новых материалов Information and communication , electronic and copper - Qing technology , the production of new materials	Около 1,9 млрд руб. (70% из ФБ) About 1.9 billion Rubles (70 % of federal budget)
г. Липецк Lipetsk	Производство бытовой техники и комплектующих к ней Production of household appliances and accessories	1,8 млрд руб. (42% из ФБ) 1.8 billion Rubles (42 % of federal budget)
г. Елабуга, Татарстан Elabuga city, Tatarstan	Автомобильные компоненты, запасные части, автобусы, бытовая техника. Высокотехнологическое химическое производство Automotive components, spare parts, buses, household appliances. Highly chemical production .	1,6 млрд руб. (49% из ФБ) 1.6 billion Rubles (49 % of federal budget)

Таблица 2

Ставки налогов, применимые резидентами ОЭЗ

Table 2

Tax rates applicable residents of special economic zones

Налог Tax	Территория ОЭЗ Territory	Остальная территория РФ The rest of the Russia
на прибыль, % at a profit, %	15,50–16,00	20,00
имущество, % property, %	0,00	2,20
земельный, % land tax, %	0,00	1,50
транспортный, руб. л.с. vehicle tax, Rubles per horsepower	0,00	5–200
страховые взносы premiums	14,00	30,00

Ярким примером успешного функционирования особой экономической зоны в РФ является ОЭЗ «Алабуга» – крупнейшая ОЭЗ промышленно-производственного типа в России, созданная на территории Елабужского муниципального района Республики Татарстан. Государственные инвестиции в инфраструктуру зоны составили 1,6 млрд руб. (49% из Федерального Бюджета)

Законодательство РФ установило для ОЭЗ «Алабуга» налоговые льготы по региональным и местным налогам. С момента возникновения прибыли резиденты ОЭЗ уплачивают в региональный бюджет в течение первых пяти лет – 0%, с шестого года – 5% и с десятого – 13,5% ставки налога на прибыль. Резиденты ОЭЗ «Алабуга» освобождаются на 10 лет от налога на имущество и транспортного налога с момента постановки объекта на учёт; налог на землю не начисляется в течение 10 лет с момента выкупа земельного участка, который возможен только после завершения строительства и регистрации прав собственности [9].

Анализ структуры налоговых платежей за 2007–2014 гг. представлен в таблице 3.

Таблица 3
Структура налогов ОЭЗ «Алабуга»

Table 3
Structure of taxation of the special economic zone "Alabuga"

Показатели Indicators	2007–2014		В т. ч. за 2014 г. Including 2014	
	млрд руб. billion rubles	%	млрд руб. billion rubles	%
Налоговые платежи Tax	9,70	100	2,25	100
В т. ч. в % In- cluding in %				
В федераль- ный бюджет Of federal budget	6,96	71,80	1,47	65,30
Из них НДС Of which the value added tax	2,49	25,60	0,85	37,80
В региональ- ный бюджет In regional budget	0,87	8,90	0,16	7,10
В местный бюджет In local budget	0,50	5,20	0,14	6,30
Во внебюд- жетные фонды In off-budget fund	1,37	14,10	0,48	21,30

Наибольший удельный вес в налоговых платежах занимают платежи в федеральный бюджет – 71,8%, они включают НДС и налог на прибыль.

На территории особой экономической зоны «Алабуга» действует процедура СТЗ, данная процедура уже позволила резидентам сэкономить более 2,2 млрд рублей.

С начала деятельности ОЭЗ объем льгот по уплате таможенных платежей составил 7,88 млрд руб., превышение суммы платежей над льготами составила 30,1%. За 2014 г. объем налоговых платежей резидентов «Алабуга» составил 2,2 млрд руб., а льготы по налогам – 0,6 млрд руб. (27,2%) [9].

ОЭЗ «Алабуга» является наиболее успешным российским опытом функционирования ОЭЗ, однако, в России до сих пор не существует единого мнения о размерах и типах

ОЭЗ, механизме их деятельности и подхода к управлению. Российскому законодательству необходима разработка единой методологии для эффективного построения деятельности особых экономических зон с учётом особенностей территориального расположения. Эта методология может быть разработана на основе положительного опыта функционирования свободных экономических зон разных стран мира.

1.2 Зарубежный опыт функционирования СЭЗ

Промышленно развитые страны Европы, на которые ориентируется Россия, в своём большинстве отошли от создания промышленно-производственных экономических зон. Общим направлением развития ОЭЗ в европейских странах является распространение технико-внедренческих зон. Создание и развитие таких зон – одно из перспективных направлений экономического и научно-технического развития стран Евросоюза – в них ведётся разработка инновационных технологий, производство наукоёмкой продукции. Изучение европейского опыта функционирования СЭЗ интересно для российской экономической практики, данный опыт может быть использован в развитии технико-внедренческих зон в будущем.

Российская Федерация ещё не достигла постиндустриальной стадии своего развития, размещение обрабатывающих и производственных мощностей является в связи с этим более привлекательным, поэтому ориентирование на опыт создания СЭЗ КНР и странами азиатского региона является более эффективным в среднесрочной перспективе. Сравнительный анализ деятельности ОЭЗ в России и КНР позволяет использовать ценный опыт, более эффективно развивать экономическое сотрудничество, что ведёт к повышению конкурентоспособности экономик России и Китая.

Произошедшее в 2001 году вступление КНР в ВТО стало начальной стадией нововведений во всех элементах внешнеэкономической политики страны. Это коснулось и практики создания зон с особо льготным инвестиционным режимом.

Адаптация китайского законодательства к нормам ВТО подразумевает предоставление иностранным инвесторам национального режима хозяйствования. Данное введение предполагает преференции для зарубежных инвесторов, с одновременным доступом в запретные для них сферы хозяйства

Свободные экономические зоны КНР – это определённые части территории государства, на которых действуют льготные условия для предпринимателей, как иностранных, так и национальных. Это создаёт благоприятные условия для развития промышленности, а также позволяет привлечь иностранный капитал в национальные предприятия [8]. Главная особенность СЭЗ КНР состоит в том, что предпринимательская деятельность, осуществляемая на территории СЭЗ, регламентируется законодательными актами, принятыми парламентами тех провинций, в которых размещены данные зоны [6]. В данном случае наблюдается схожесть с российской практикой, так для каждой территории российской СЭЗ законодательно установлена конкретная льготная ставка налога на прибыль.

В настоящее время в КНР действуют следующие административно-экономические образования со льготными режимами:

- 5 СЭЗ: Шэньчжэнь, Чжухай, Шаньтоу, Сямэнь, Хайнань, Пудун (Шанхай);
- 90 зон технико-экономического развития государственного уровня;
- 114 зон новых и высоких технологий.
- 13 свободных таможенных зон;
- 14 зон приграничного экономического сотрудничества государственного уровня;
- Шанхайская зона свободной торговли.

Согласно режиму, действующему на территории СЭЗ КНР, администрации зон в лице Управляющих комитетов пользуются правами провинциальных правительств в области управления местной экономики и разработки соответствующей нормативно-правовой базы [5].

Управляющие комитеты самостоятельны в вопросах заимствования средств на мировом и внутреннем кредитных рынках, размещения за рубежом облигаций в рамках лимитов, предоставляемых центральным правительством. При этом они несут ответственность за свои обязательства собственными средствами.

Установленный лимит иностранных инвестиций в настоящее время составляет 50 млн долл. США, а инвестиции иностранного резидента должны составлять не менее 25% уставного капитала в создаваемом предприятии.

В отношении предприятий-резидентов СЭЗ применяется льготная ставка налога на прибыль и пятилетние «налоговые каникулы» с полным или частичным освобождением от уплаты данного налога.

В отношении резидентов СЭЗ, занятых в сферах продажи, переработки, а также во внешнеэкономических операциях, действует

ставка НДС 17%, как и на всей территории КНР. При этом НДС и таможенные платежи не взимаются при импорте производственного оборудования и материалов, ввозимых иностранным резидентом в счёт вклада в уставный капитал предприятия.

По решению местных администраций внешнеэкономическим или высокотехнологичным предприятиям могут предоставляться льготы неналогового характера, например, в виде сокращения или полного освобождения от платежей за использование земли, воды, электричества, газа, интернета, аренду помещений и др.

У резидентов СЭЗ существует право приобретения недвижимости в собственность. Налог на недвижимость установлен в размере 1,2% от её стоимости, при аренде – 12% от стоимости аренды [5].

Для более подробной характеристики всех успехов СЭЗ в литературе обычно используется пример наиболее крупной и развитой из зон – Шэньчжэнь. С созданием свободной экономической зоны, Шэньчжэнь стал точкой притяжения инвестиций транснациональных корпораций, разворачивавших в Китае деятельность, ориентированную на экспорт производства.

К началу 2000 года доля компаний из Гонконга в инвестициях Шэньчжэня составляла около 70%, а в ориентированных на экспорт отраслях – до 95%. На сегодняшний день самыми сильными сторонами экономики Шэньчжэня являются высокотехнологическая промышленность, информационная промышленность, логистика и финансовые услуги. Шэньчжэнь является местом ежегодного проведения международных выставок инноваций и новых достижений в науке.

По оценкам специалистов, если экономический рост Шэньчжэня при росте инвестиций компаний Гонконга продолжится такими же темпами, то уже к 2020 году по величине ВВП он сможет превзойти Лондон и Париж и стать третьим экономическим центром мира после Нью-Йорка и Токио [10].

В качестве примера международного сотрудничества в области создания особых экономических зон можно привести совместный промышленный парк Китая и Сингапура в городе Сучжоу (провинция Цзянсу). В промышленный парк Сучжоу привлечены инвестиции 84 из 500 крупнейших мировых компаний. Кроме реализации государственных промышленных проектов, в парке выполняются научные исследования, на которые ежегодно выделяется 4,5% ВРП зоны.

За прошедшие годы промышленный парк в Сучжоу стал ключевой базой развития нано- и технико-информационных технологий КНР, на его территории создано десять инновационных баз государственного уровня, в которых

работают 520 производственных предприятий и 160 внедренческих структур [11].

Основные показатели деятельности ОЭЗ Сучжоу провинции Цзянсу представлены в таблице 4.

Таблица 4

Показатели деятельности СЭЗ Сучжоу за период 2010–2014 годы

Table 4

Performance indicators of the special economic zone of Suzhou for the period 2010-2014

Показатель, 100 млн. юаней Indicator 100 million Yuan	2010	2011	2012	2013	2014
НДС (промышленность) Value added tax (industry)	21 045,95	24 408,54	26 260,87	27 928,97	29 757,6
Налог на прибыль Tax on profits	554,43	731,17	745,88	763,66	801,47
Налог на имущество Property tax	92,11	121,39	160,88	132,84	142,48
Земельный налог Land tax	104,57	125,73	149,25	163,44	170,83
Транспортный налог Transport tax	15,82	20,17	27,34	32,25	35,43
Общая сумма налогов The total amount of taxes	21 812,88	25 407,00	27 344,22	29 021,16	30 907,81
Общий объем инвестиций Total investment	23 184,28	26 692,62	30 854,20	36 373,32	41 938,65
Операционная прибыль Operating profit	12 521,86	14 727,09	16 118,40	18 166,28	28 347,68
ВВП Gross domestic product	41 425,48	49 110,27	54 058,22	59 753,37	65 088,32

Анализ данных показывает плавный рост всех показателей, с ежегодным увеличением инвестиций (25% инвестиций принадлежит иностранным компаниям) увеличивается ВВП и операционная прибыль и, как следствие, доходы государства в виде налогов.

Заключение

Основным отличием ОЭЗ КНР от российских состоит в законодательно закреплённой доли участия иностранных резидентов в уставном капитале предприятий ОЭЗ КНР: в отличие от России в КНР не ограничен максимальный пакет закупки акций нерезидентами, а минимальный пакет продажи акций установлен 25%, что стимулирует максимальное привлечение иностранного капитала. Также, наблюдаются различия в степени поддержки государством особых экономических зон: доля государственных инвестиций гораздо выше в КНР, чем в России, преференции установлены в обеих странах, однако, в Китае введены налоговые каникулы

в течение первых пяти лет работы СЭЗ, в РФ такой практике нет.

Опыт КНР даёт возможности сделать выводы о повышении международной конкурентоспособности национальной экономики путём развития отдельных территорий через внедрение особых экономических зон. Этот факт в значительной степени зависит от эффективности механизмов создания и развития хозяйственных образований, обеспечение возможности самоуправления и финансовой независимости в данных территориальных образованиях, привлечение иностранного инвестиционного капитала. Данных механизмов не хватает в функционировании российских особых экономических зон, где понятие ОЭЗ всё ещё остаётся новым и спорным. Использование опыта КНР в управлении и построении деятельности СЭЗ поможет достигнуть более эффективных показателей деятельности российских ОЭЗ, выйти на мировой рынок с более конкурентоспособными товарами и, как следствие, укрепить национальную экономику.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Архипов А.Ю., Павлов П.В., Татарова А.В. Институты особой экономической зоны и приграничной торговли как структуры эффективного развития международной инвестиционной деятельности: монография. Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2011. 294 с.
- 2 Баловнева Е. Налогообложение резидентов особых экономических зон. URL: <https://gsl.org.ru>
- 3 Цзыи В. Опыт создания и функционирования СЭЗ в КНР, возможности и перспективы его использования в России: автореф. дис. ... канд. экон. наук: 08.00.14. М., 2010. 22 с.

- 4 Информация о специальных экономических зонах КНР. Министерство экономического развития Российской Федерации: портал внешнеэкономической информации. URL: <http://www.ved.gov.ru/>

- 5 Неучева М.Ю. Зарубежный опыт функционирования особых экономических зон // Проблемы современной экономики. 2010. № 3. С. 102.

- 6 Свободные экономические зоны. URL: <http://www.grandars.ru/>

- 7 Свистунова Н.П. Свободные экономические зоны в Китае: современный этап развития // Общество и государство в Китае: XXXV научная конференция. М.: Вост. лит., 2005. С. 234–249.

8 Тазутдинов И.Р. Особые экономические зоны в системе обеспечения экономической безопасности: дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05. М., 2015. 152 с.

9 Шэньчжэнь. URL: <http://shenzhen-club.ru/shenzhen.php>

10 Щенкова Т. Зоны особого роста. URL: <http://expert.ru/ural/2013/21/zonyi-osobogo-rosta/>

11 National Bureau of Statics of China. URL: <http://data.stats.gov.cn/>

REFERENCES

1 Arkhipov A. Yu., Pavlov P. V., Tatarova A.V. Instituty osoboi ekonomicheskoi zony i prigranichnoi trgovli kak struktury effektivnogo razvitiya mezhdunarodnoi investitsionnoi deyatel'nosti [Institutions special economic zones and border trade as the structure of effective development of international investment activity: monograph] Taganrog, Izd-vo TTI YuFU, 2011. 294 p. (in Russian)

2 Balovneva E. Nalogooblozhenie rezidentov osobykh ekonomicheskikh zon [Taxation of residents of special economic zones] Available at: <https://gsl.org.ru> (in Russian)

3 Tszyi V. Opyt sozdaniya i funktsionirovaniya SEZ v KNR, vozmozhnosti i perspektivy ego ispol'zovaniya v Rossii. Avtoref. dis. kand. ekon. nauk [Experience creating functional and functioning of SEZ in China, opportunities and vision of its use in Russia. Abstr. dis. cand. econ. sci.] Moscow, 2010. 22 p. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Валентин Е. Шибанов к. э. н., доцент, Школа экономики и менеджмента, Дальневосточный федеральный университет, ул. Суханова, 8, 690950, г. Владивосток, Россия, shibanov_ve@mail.ru

Ольга А. Шнейдер магистрант, Школа экономики и менеджмента, Дальневосточный федеральный университет, ул. Суханова, 8, 690950, г. Владивосток, Россия, Shneyder.O@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Валентин Е. Шибанов предложил методику исследования, консультация в ходе исследования

Ольга А. Шнейдер обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела анализ, выполнила расчёты, написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 24.03.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 21.04.2016

4 Informatsiya o spetsial'nykh ekonomicheskikh zonakh KNR. Ministerstvo ekonomicheskogo razvitiya RF [Information on special economic zones of the PRC. The Ministry of economic development: foreign trade information portal] Available at: <http://www.ved.gov.ru/> (in Russian)

5 Neucheva M. Yu. Foreign experience of functioning of special economic zones. *Problemy sovremennoi ekonomiki* [Problems of modern economy] 2010, no. 3, pp. 102. (in Russian)

6 Svobodnye ekonomicheskie zony [Free economic zones] Available at: <http://www.grandars.ru/> (in Russian)

7 Svistunova N. P. free economic zones in China: the current stage of development. *Obshchestvo i gosudarstvo v Kitae: XXXV nauchnaya konferentsiya* [Society and state in China: XXXV scientific conference championship] Moscow, Vost. lit., 2005. pp. 234-249. (in Russian)

8 Tazutdinov I.R. Osoby ekonomicheskie zony v sisteme obespecheniya ekonomicheskoi bezopasnosti. Dis. kand. ekon. nauk [Special economic zones in the system of economic security. Dis. cand. econ. sci.] Moscow, 2015. 152 p. (in Russian)

9 Shen'chzhen [Shenzhen] Available at: <http://shenzhen-club.ru/shenzhen.php> (in Russian)

10 Shchenkova T. Zony osobogo rosta [Special growth zone] Available at: <http://expert.ru/ural/2013/21/zonyi-osobogo-rosta/> (in Russian)

11 National Bureau of statistics of China. Available at: <http://data.stats.gov.cn/>

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Valentin E. Shibarov c. ec. sc., associate professor, School of Economics and management, Far Eastern Federal University, Sukhanova str., 8, 690950, Vladivostok, Russia, shibanov_ve@mail.ru

Olga A. Shneyder graduate student, School of Economics and management, Finance and credit, Far Eastern Federal University, Sukhanova str., 8, 690950, Vladivostok, Russia, Shneyder.O@yandex.ru

CONTRIBUTION

Valentin E. Shibarov proposed methods of study, consultation during the study

Olga A. Shneyder review of the literature on an investigated problem, conducted an analysis, 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 3.24.2016

ACCEPTED 4.21.2016

История развития понятия благосостояния и способов его достижения для устойчивого развития

Ольга А. Кальченко¹ o.kaltchenko@mail.ru

¹ Международная Высшая Школа Управления, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Гражданский проспект, д. 28, литера А, Санкт-Петербург, 195220, Россия

Реферат. Рассмотрена эволюция взглядов известных философов и экономистов на благосостояние: Вольтера, Адама Смита, Жан-Жака Руссо, Карла Маркса, Джона Стюарта Милля, Милтона Фридмана, Джона Мейнарда Кейнса, Йозефа Шумпетера, Георга фон Вальвица и других. Экономика изначально занималась исследованием средств и путей достижения благосостояния. Суть понятия благосостояния менялась коренным образом в сознании людей с приходом первой и второй промышленных революций. То, что 150 лет назад понималось под благосостоянием, давно достигнуто. Мир сегодня находится на пороге третьей промышленной революции (по Джереми Рифкину) или как называют многие учёные, нового технологического уклада. В истории любой цивилизации наступает момент кардинальной смены направления развития для использования новых перспектив или под угрозой исчезновения. Не всем цивилизациям удавалось трансформироваться вовремя. Однако в прошлом последствия крушения цивилизаций были ограничены во времени, пространстве, и никогда не затрагивали биологический вид в целом. В настоящее время, высокая вероятность изменения температуры и геохимии планеты в результате изменения климата может привести к массовому вымиранию животных и растений, а вслед за ними и людей как биологического вида. У человечества есть возможность войти в устойчивую постуглеродную эру в середине столетия и предотвратить катастрофическое изменение климата. В настоящее время именно устойчивое развитие является механизмом достижения конечной цели развития любой страны, предприятия, человека – благосостояния. Под управляемым устойчивым развитием мы понимаем системное единство не только экономической, социальной, экологической, но и ресурсной, технологической, институциональной деятельности, а также перманентной взаимосвязи развития и экономической безопасности.

Ключевые слова: благосостояние, экономика, устойчивое развитие, экономическая безопасность, третья промышленная революция, новый технологический уклад

The history of wealth concept and ways to achieve it for sustainable development

Olga A. Kalchenko¹ o.kaltchenko@mail.ru

¹ International Graduate School of Management, Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, Grazhdanskiy prospect 28/A, Saint-Petersburg, 195220, Russia

Summary. The evolution of well-known philosophers and economists views on wealth is considered: Voltaire, Adam Smith, Jean-Jacques Rousseau, Karl Marx, John Stuart Mill, Milton Friedman, John Maynard Keynes, Joseph Schumpeter, Georg von Wallwitz and others. Economics was initially studying ways and means of achieving wealth. The essence of wealth has changed dramatically in people's minds after the first and the second industrial revolutions. The world today is on the verge of the third industrial revolution (according to Jeremy Rifkin), or, as it is called by many scientists, the new tenor of technology. In the history of any civilization comes the moment of a radical direction change for new prospects or endangered. Not all civilizations were able to transform in time. However, in the past, the effects of civilizations collapse were limited in time, space, and never addressed the species. Currently, the high probability of temperature and planet geochemistry changes as a result of climate change can lead to mass extinction of animals, plants, and people. Humanity has the ability to transit into a stable post-carbon era in the middle of the century and to prevent catastrophic climate change. Currently, sustainable development is the mechanism used to achieve the ultimate goal of any country, enterprise and human development, which is wealth. Under controlled sustainable development we understand the system unity of not only economic, social, environmental, but also resource, technological, institutional activities, as well as a permanent interaction between development and economic safety.

Keywords: wealth, economics, sustainable development, economic safety, third industrial revolution, new tenor of technology

Введение

На протяжении истории человечества в понятие благосостояния и в способы его достижения вкладывался разный смысл. Экономика как современная наука изначально занималась исследованием средств и путей достижения благосостояния [1].

В представлении Вольтера политика должна была стать экономической. С середины XVIII века экономика стала политической,

а стремления людей были направлены на обретение благосостояния в этом мире. Сегодня Вольтер бы сказал, что благосостояние нации измеряется в stock keeping units (SKU, единицы складских запасов), в каких розничные торговцы дают оценку видам товаров у них в запасах. Страна благосостоятельна, если в её магазинах предлагается много SKU, поскольку это означает не только то, что для каждого найдётся нечто отвечающее его потребностям или способное его осчастливить, но и то, что

Для цитирования

Кальченко О. А. История развития понятия благосостояния и способов его достижения для устойчивого развития // Вестник ВГУИТ. 2016. № 2. С. 269–273. doi:10.20914/2310-1202-2016-2-269-273

For citation

Kalchenko O. A. The history of wealth concept and ways to achieve it for sustainable development. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 2. pp. 269–273. (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2016-2-269-273

у людей достаточно средств, чтобы купить предложенное. О SKU разных стран говорится также в книге «Происхождение благосостояния» (The Origin of Wealth) Эрика Бейнхокера, основоположника идей Глобального института McKinsey, которая вышла в 2006 году.

Кроме того, во времена Вольтера, материальное благосостояние и индивидуальная свобода были двумя сторонами одной и той же монеты, они обуславливали друг друга и вместе создавали основу культурного прогресса. Соединение экономики и политики произвело индустриальную революцию, которая после длительного периода нищеты заметно улучшила всеобщее благосостояние.

«Общее благосостояние... возникает не из золотых и серебряных рудников, а из усердной, самостоятельной и самостоятельно определённой работы на собственную пользу» пишет Георг фон Вальвиц в книге «Мистер Смит и рай земной. Изобретение благосостояния», опубликованной в 2013 году.

В середине XVIII века, времена Адама Смита, физиократы были современной школой экономистов, исходивших из того, что благосостояние страны заключено в производстве товаров – в отличие от господствовавшего прежде мнения о количестве золота и серебра, которым располагает страна. Согласно мнению Адама Смита, только мотив выгоды делает возможным экономическое развитие. Стимулы должны быть сформированы так, чтобы они были и у тех, кто это благосостояние создаёт, иначе зачастую действует известная поговорка: «If you feed peanuts, you get monkeys» (в русском варианте «Вы делаете вид, что платите, мы делаем вид, что работаем»).

Действующий рынок, свободный и приносящий благосостояние, может устойчиво существовать только в свободном обществе, институты которого ориентированы на общее благо, а с привилегиями идёт борьба – эти условия соблюдены скорее (но не исключительно) в странах демократии. Хорошее образование обеспечит известное равенство шансов и конкуренцию. Хорошее образование ведёт не только к более осознанной материальной заинтересованности, но и к росту и лучшему качеству продукции, а это и есть настоящий ключ к благосостоянию народа. Уровень жизни зависит от того, что и сколько производится.

Для Жан-Жака Руссо благополучие состояло в гармонической жизни в природе и с природой. Экономист-теоретик Жан Шарль Леонар Сисмонди (1773–1842) считает, что лишь государство способно создать стабильный порядок и уберечь силы рынка от саморазрушения, заботясь тем самым о возникновении благосостояния.

Многие люди принимают деньги за само благосостояние. Без неравенства, видимо, не бывает благосостояния. Но неравенство распределения имеет и границу, нарушив которую оно становится убыточным для благосостояния. Народные хозяйства, в которых доход и имущество распределены более равномерно, имеют тенденцию к тому, чтобы и расти равномернее и более устойчиво, чем такие с большим неравенством – до тех пор, пока законы рыночной экономики не окажутся бессильны (тогда уже не растёт почти ничего).

Согласно исследованию Международного валютного фонда 2011 года (A. Berg, J. Ostry: Inequality and Unsustainable Growth: Two Sides of the Same Coin?) развивающиеся страны в ранней фазе своей гонки навёрстывания нуждаются в неравенстве – социальной несправедливости, – чтобы быстрее создать базис для сбалансированного роста.

Если государство коррумпировано, или оголодало, или расточительно и не позволяет развиваться конкуренции, благосостояние там не возникает. В хорошо управляемом обществе, где доверие к институтам не подорвано, имущество может распределяться так или иначе, не причиняя при этом вреда благосостоянию.

Капиталистическая динамика, которую Адам Смит хвалил за то, что она гарантирует обеспечение населения и повышает его благосостояние, на самом деле – по Карлу Марксу – ведёт к всё более глубоким кризисам и, наконец, к финальному коллапсу.

Джон Стюарт Милль (1806–1873) хоть и подтверждает, что свободные рынки, частная собственность... есть фундамент благосостояния, но говорит также, что вопрос возникновения изобилия следует отделять от вопроса о его распределении. Поэтому для Милля благосостояние нации состоит не только в, возможно, более эффективном производстве благ. Для экономиста речь должна идти о наивысшей степени всеобщего благополучия нации. По Миллю, для того чтобы иметь возможность сказать, что такое хорошо, в чём заключается благосостояние, что есть достижимое счастье людей, мы первым делом должны задуматься о том, в каком обществе мы, собственно, хотим жить.

Экономист Милтон Фридман считает, что внутренняя и внешняя безопасность – задачи государства, а всё остальное – лишнее. Экономическое развитие зависит от технологических прогрессов, от изобретения оборотного плуга, механического ткацкого станка, двигателя внутреннего сгорания, интернета. В экономическом развитии очень многое зависит от культурных и институциональных данностей.

Причина, почему экономические прогнозы так часто оказываются неверными: ожидания и психология играют существенную роль, но их трудно выразить в цифрах.

По Джону Мейнард Кейнсу если граждане экономят, то государство должно как раз тратить деньги, ибо всеобщая экономия приводит ко всеобщей потере благосостояния – paradox of thrift (парадокс сбережений). Если граждане страны решают копить своё богатство и ждать более низких цен или лучших времён, государству приходится брать денежные займы и замещать ими спрос.

Цель экономики – не только повышение продуктивности, но главным образом создание условий для пристойной жизни. «Благосостояние в том и заключается, что мы можем быть культурными, вежливыми и моральными, что у нас есть пространство и свобода во всех аспектах жизни, без угрозы кризисов» – пишет Георг фон Вальвиц в книге «Мистер Смит и рай земной. Изобретение благосостояния».

Экономика – наука, которая должна осуществить благосостояние, чьим этическим измерением является цивилизация. Её смысл в том, чтобы избежать кризисов, угрожающих благосостоянию. Кейнс развивает теорию экономического порядка, в котором конъюнктурные циклы должны сглаживаться, а тяжёлых кризисов удаётся избежать. Ради цивилизации необходимо сохранять благосостояние, и задача государства поэтому – избегать опасных кризисов – понятие благосостояния Кейнсовской теории.

Согласно Йозефу Шумпетеру, прибыль – и тем самым рост и благосостояние – возникает через инновации, кредит и дух предпринимательства [2]. Эти три силы взаимодействуют на экономический прогресс, которого нет без личности предпринимателя. Шумпетер представляет себе возникновение благосостояния следующим образом: в начале стоит инновация.

«Основной импульс, который приводит капиталистический механизм в движение и поддерживает его на ходу, исходит от новых потребительских благ, новых методов производства и транспортировки товаров, новых рынков и новых форм экономической организации, которые создают капиталистические предприятия» – излагает Шумпетер в труде «Теория экономического развития. Капитализм, социализм и демократия». Эта инновация подхватывается дионисийским предпринимателем (или создаётся им), и то, что перёд этим существовало только в головах, теперь воплощается в действительность – прежде всего его крепкими руками. Затем его предприятие производит продукт, который в течение какого-

то времени некоторым образом не имеет конкурентов – и может продаваться с высокой маржой. Так возникают прибыль и другая сторона медали – рост. Условием благосостояния является его надёжность. Только в мире экономической динамики и перманентного перераспределения может существовать прибыль.

Уровень жизни (состоящий из пропитания, медицинского обслуживания, жилья, возможностей образования, свободного времени, вероятной продолжительности жизни) беднейших десяти процентов населения сегодня в странах с рыночной экономикой гораздо выше, чем условия среднестатистического домашнего бюджета 150 лет назад. То, что тогда понималось под благосостоянием давно достигнуто. Но появились новые проблемы. Благосостояние было задумано как цель нашего стремления, как состояние покоя и довольства. Поэтому экономика держится немного скрытно в вопросе определения сути благосостояния. Благосостояние, по мнению Георга фон Вальвица, – «руководящая идея, которая организует желание, видение и мнения людей в единую общую взаимосвязь, не выступая при этом на свет Божий, и не становясь осязаемой».

Можно заметить, что суть понятия благосостояния менялась коренным образом в сознании людей с приходом двух промышленных революций. Мир сегодня находится на пороге третьей промышленной революции.

На сегодняшний день нефть и другие ископаемые источники энергии, составляющие её основу, почти исчерпали себя (последние несколько десятилетий потребляется 3,5 барреля нефти на каждый вновь найденный баррель), а соответствующие им технологии устаревают [3].

Промышленная инфраструктура, основанная на ископаемом топливе, нуждается в модернизации. В результате увеличивается количество безработных по всему миру. Сорок процентов населения Земли живут на 2 \$ и менее в день, и даже незначительное изменение цен на основные продукты питания может иметь широкомасштабные последствия.

В то же время практически все виды коммерческой деятельности в глобальной экономике зависят от нефти и других видов ископаемого топлива. Еда выращивается с использованием удобрений и пестицидов, для которых нужны нефтепродукты. Одежда производится в основном из синтетических волокон, получаемых в результате переработки нефти. Транспорт, системы электроснабжения, обогрева и освещения также зависят от ископаемого топлива. Все цивилизационное развитие основано

на извлекаемых из недр отложений углеродсодержащих материалов каменноугольного периода.

К тому же на горизонте проблема изменения климата, в связи с промышленными отходами, в основе которых лежит ископаемое топливо. Углекислый газ не позволяет солнечной энергии уходить обратно в космос, что угрожает изменению температуры у поверхности Земли с катастрофическими последствиями для всего живого на планете. Существует также синергетический эффект непредвиденных событий с положительной обратной связью. Джереми Рифкин, в книге «Третья промышленная революция», изданной в 2011 году, утверждает: «Всё яснее вырисовывается потребность в новой экономической концепции, способной обеспечить нам более справедливое и устойчивое будущее».

К 1980-м гг. стало очевидно, что промышленная революция на основе ископаемого топлива достигла пика и изменение климата, вызванное этой деятельностью, ведёт к масштабному кризису.

В 1988 г. была учреждена глобальная сеть Global Greenhouse Network, объединившая климатологов, экологические организации и специалистов по экологическому развитию.

В середине 1990-х гг. стало очевидно, что возможно скорое объединение коммуникационных и энергетических технологий.

К 2000 г. Европейский союз уже осуществлял политику сокращения выбросов парниковых газов и перехода к эре экологически устойчивой экономике. Группа экономического развития, в которую также вошли известные компании, является крупнейшей в мире и занимается на уровне городов, регионов и государств разработкой генеральных планов создания инфраструктуры третьей промышленной революции [3].

Согласно мнению Рифкина, третья промышленная революция, которая является последней в череде великих промышленных революций, и должна заложить основу для эры сотрудничества. Формирование инфраструктуры третьей промышленной революции в течение 40 лет должно привести к созданию сотен тысяч новых компаний и сотен миллионов рабочих мест.

Сегодня сотрудничество, возникающее в результате объединения интернет-технологий и возобновляемых источников энергии, реструктурирует взаимоотношения людей, заменяет взаимодействие сверху вниз на взаимодействие по горизонтали, оказывает глубокое влияние на будущее общества. Идея третьей промышленной революции даёт надежду, что человечество сможет войти в устойчивую

постуглеродную эру в середине века и предотвратить катастрофическое изменение климата.

В основе идеи третьей промышленной революции лежат пять столпов [3]:

- переход на альтернативные возобновляемые источники энергии;
- превращение всех зданий в мини-электростанции, вырабатывающие электроэнергию на местах её потребления;
- использование водородной и других технологий в каждом здании для аккумулирования периодически генерируемой энергии;
- использование интернет-технологии для превращения энергосистемы в интеллектуальную электросеть, обеспечивающую распределение энергии;
- переход на электромобили с подзарядкой от сети или автомобили на топливных элементах, которые могут получать энергию от интеллектуальной континентальной электросети и отдавать избытки в сеть.

В истории любой цивилизации неизбежно наступает критический момент кардинальной смены направления развития для использования новых перспектив или под угрозой исчезновения. Не всем цивилизациям удавалось трансформироваться вовремя. Однако в прошлом последствия крушения цивилизаций были ограничены во времени и пространстве, а также никогда не затрагивали биологический вид в целом. В настоящее время, более высокая вероятность изменения температуры и геохимии планеты в результате изменения климата может привести к массовому вымиранию животных и растений, а вслед за ними и людей как биологического вида.

Критические важной задачей в этих условиях является мобилизация государственного, рыночного и, главное, социального капитала человечества для обеспечения перехода к экономике третьей промышленной революции (по Рифкину), постуглеродной эре, а, следовательно, и к благосостоянию.

Этот переход должен сопровождаться формированием биосферного сознания. Только когда человечество начнёт представлять себя частью расширенного глобального семейства, включающего в себя не только людей, но и всех, кто сопровождает на протяжении эволюционного развития на Земле, появится возможность спасти общее биосферное сообщество, достичь благосостояния и сохранить планету для будущих поколений.

Интеллектуальная энергосеть, согласно Рифкину, выступает хребтом новой экономики. Таким образом, человечество наконец-то придёт к «энергии для людей».

Многие учёные называют переход к современному технологическому уровню новым укладом постиндустриальной экономики, именуемой по-разному: инновационной, информационной, экономики знаний и др., способным обеспечить в будущем эффективное развитие экономической системы [4].

Заключение

По нашему мнению, именно устойчивое развитие является механизмом достижения

конечной цели развития любой страны, предприятия, человека, которой является благосостояние.

Под управляемым устойчивым развитием мы понимаем системное единство не только экономической, социальной, экологической, но и ресурсной, технологической, институциональной деятельности, а также перманентной взаимосвязи развития и экономической безопасности [5].

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Вальвиц Г.Ф. Мистер Смит и рай земной. Изобретение благосостояния. М.: Ад Маргинем Пресс, 2015. 176 с.
- 2 Шумпетер Й. Теория экономического развития. Капитализм, социализм и демократия. М.: Эксмо, 2007. 864 с.
- 3 Рифкин Д. Третья промышленная революция: Как горизонтальные взаимоотношения меняют энергетику, экономику и мир в целом. М.: Альпина нон-фикшн, 2014. 410 с.
- 4 Окорочков В., Окорочков Р. Формирование нового технологического уклада как ключевой механизм эффективности российской экономики // Проблемы теории и практики управления. 2015. №12. С.16–22.
- 5 Кальченко О.А. Управление устойчивым развитием экономики России в условиях угроз // Экономика и управление. 2016. № 1 (123). С. 69–76.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Ольга А. Кальченко к. э. н., доцент, Международная Высшая Школа Управления, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Гражданский проспект, д. 28, литера А, Санкт-Петербург, 195220, Россия, o.kaltchenko@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Ольга А. Кальченко обзор литературных источников по исследуемой проблеме, написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 16.03.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 13.04.2016

REFERENCES

- 1 Valvits G.F. Mister Smit i ray zemnoy. Izobretenie blagosostoyaniya. [Mr. Smith and paradise. The invention of wealth]. Moscow, Ad Marginem Press, 2015. 176 p. (in Russian).
- 2 Shumpeter Y. Teoriya ekonomicheskogo razvitiya. Kapitalizm, sotsializm i demokratiya. [The theory of economic development. Capitalism, socialism and democracy]. Moscow, Eksmo, 2007. 864 p. (in Russian).
- 3 Rifkin D. Tretya promyshlennaya revolyutsiya: Kak gorizontalnye vzaimootnosheniya menyayut energetiku, ekonomiku i mir v tselom. [How lateral power is transforming energy, the economy, and the world]. Moscow, Alpina non-fikshn, 2014. 410 p. (In Russian).
- 4 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).
- 5 Kalchenko O.A. Management of Sustainable Economic Development in Russia in the Context of Threats. *Ekonomika i upravlenie*. [Economics and Management] 2016, no 1 (123), pp. 69–76. (In Russian).

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Olga A. Kalchenko c. ec. sc., associate professor, International Graduate School of Management, Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, Grazhdanskiy prospect 28/A, Saint-Petersburg, 195220, Russia, o.kaltchenko@mail.ru

CONTRIBUTION

Olga A. Kalchenko review of the literature on an investigated problem, 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 3.16.2016

ACCEPTED 4.13.2016

Исследование проблемы валидации квалификации и переподготовки мигрантов

Вера А. Герасимова,¹ vera_gerasimova@mail.ru
Ольга М. Шикунская² shikul@mail.ru

¹ кафедра информационных технологий, Астраханский государственный университет, ул. Татищева, 20а, г. Астрахань, Россия

² отдел научно-исследовательской деятельности, Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, ул. Татищева, 18, г. Астрахань, Россия

Реферат. В статье авторы проанализировали вопросы, связанные с глобализацией экономического пространства и возникающие проблемы миграции трудоспособных граждан. Раскрыли необходимость оценки соответствия полученных умений и навыков и признания квалификации мигрантов в условиях расширения рынков труда и сокращения кадров с низкой квалификацией. Рассмотрели достоинства профессиональных стандартов, действующих на территории России, а также выявили их недостатки. Определили, что вопросы верификации квалификации мигрантов зависят от национальных особенностей принимающей страны и системы подготовки профессиональных кадров. Выяснили, что в Европе результаты обучения, полученные разными способами, признаются после введения в систему образования компетентностного подхода. Изучили модели разных систем обучения и переподготовки специалистов, применяемые в различных странах мира, с учётом их личностных особенностей и валидации результатов предшествующего обучения. Пришли к мнению, что с учётом специфики работы российских компаний и различий в системе образования нецелесообразно на территории России применять существующие модели, разработанные международным сообществом. Обосновали необходимость создания информационной и компьютерной поддержки процесса оценки формирования компетенции. Высказали мнение о необходимости определения элементарных компетенций при построении траекторий обучения. На примере синтеза элемента компетенции «Знать» было дано описание построения индивидуального графа. Высказали мнение, при формировании курса обучения необходимо учитывать его окупаемость, в связи с чем авторами был предложен интегрированный критерий оценки дисциплины в виде иерархической структуры. Интегрированный критерий объединяет три группы показателей курса: потребительская ценность, потребность и его ресурсоёмкость.

Ключевые слова: мигрант высокой квалификации, индивидуальные траектории переподготовки, компетентностная модель обучения, профессиональные стандарты, валидация результатов предшествующего обучения, граф траекторий формирования компетенций, интегрированный критерий оценки дисциплины

Research of a problem of qualification validation and reskilling of migrants

Vera A. Gerasimova,¹ vera_gerasimova@mail.ru
Olga M. Shikulskaya² shikul@mail.ru

¹ information technology department, Astrakhan State University, Tatishcheva str. 20a, Astrakhan, Russia

² research activities department, Astrakhan State University of Civil Engineering, Tatishcheva str. 18, Astrakhan, Russia

Summary. In this article authors have analysed the questions connected with globalization of economic space and the arising problems of migration of able-bodied citizens. The need to assess the conformity of the received skills and to recognise migrants' skills in an expanding labor markets and reducing low-skilled personnel was revealed. Authors examined the professional standards' merits in force in the territory of Russia, and revealed their shortcomings. They have defined that questions of verification of migrants qualification depend on national peculiarities of the host country and system of preparation of professional shots. It was found out that in Europe learning results obtained by different methods are recognized after the introduction of the system of education competence approach. They studied models of different systems of training and retraining of specialists, employed in different countries, based on their personal characteristics and validation of prior learning outcomes. Authors have come to the conclusion that, taking into account the specifics of Russian companies and the differences in the education system in Russia is inappropriate to apply the existing models developed by the international community. They justify the need for the creation of information and computer support for the evaluation process of competence formation. It was expressed the view that the definition of basic competences in the construction of learning paths is need. The synthesis of elements of competence "Know" was performed as example of a description of the individual graph construction. The view was expressed, that in the learning course formation its payback must be taken into account, in this connection, the authors proposed the integrated discipline assessment criterion in a hierarchical structure. The integrated criterion unites three groups of indicators of a course: consumer value, its requirement and resource intensity.

Keywords: migrant of high qualification, individual training trajectories, competence model of education, professional standards, validation of the results of prior learning, graph of forming competences trajectories, integrated criterion of discipline evaluation

Для цитирования

Герасимова В. А., Шикунская О. М. Исследование проблемы валидации квалификации и переподготовки мигрантов // Вестник ВГУИТ. 2016. № 2. С. 274–279. doi:10.20914/2310-1202-2016-2-274-279

For citation

Gerasimova V. A., Shikulskaya O. M. Research of a problem of qualification validation and reskilling of migrants. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 2. pp. 274–279. (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2016-2-274-279

Введение

Вхождение России в различные международные организации (ВТО, СНГ, БРИКС и др.), конвергенция экономических систем, приводит к стиранию границ между государствами и возможности свободного перемещения граждан. Вызовы политического характера, с которыми сталкиваются страны, создание глобального рыночного пространства, с разным уровнем развития экономик этих стран затрагивают вопросы мобильности рабочей силы и международной трудовой миграции, т. е. напрямую влияют на изменение рынка квалифицированного труда.

На сегодняшний момент миграция трудовых ресурсов является инструментом, с помощью которого можно регулировать не только социальную, но и экономическую стабильность в стране. Решение проблемы использования труда мигрантов позволит восполнить нехватку квалифицированных кадров в разных сферах экономики, обеспечив её высококвалифицированными специалистами разной направленности.

На современном этапе развития России, вопрос формирования рынка труда за счёт высококвалифицированных специалистов мигрантов является очень актуальным. Внедрение в промышленность наукоёмких технологий, появление новых профессий, находящихся на стыке нескольких наук, приводят к дефициту высокопрофессиональных специалистов. Изменение структуры предприятия, ужесточение конкуренции между соискателями рабочих мест ведут к сокращению кадров, имеющих низкую квалификацию (рисунок 1) [3].

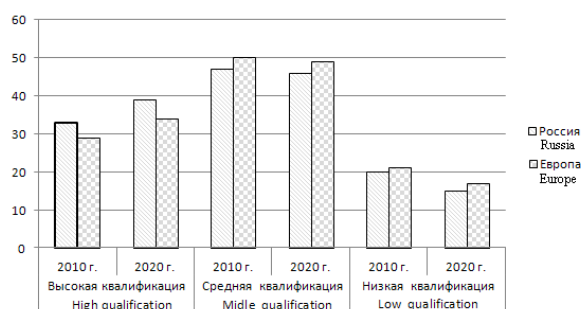


Рисунок 1. Образовательная потребность экономики в трудовых ресурсах

Figure 1. An educational requirement of economy in labour resources

Относительно вопросов перемещения трудоспособного населения авторы отмечают [4]:

— изменения политики рынка труда приводят к увеличению притока мигрантов;

— любое государство, для обеспечения инновационных секторов экономики высококвалифицированными специалистами, заинтересовано в привлечении на свою территорию соискателей рабочих мест.

В связи с чем появляется необходимость разработать алгоритм, позволяющий проводить обучение, переподготовку мигрантов, с целью повышения их квалификаций, в соответствии с потребностями рынка труда.

1.1 Постановка задачи

В настоящее время перед всеми странами стоит проблема по нахождению точек соприкосновения системы профессионального образования и подготовки, переподготовки высококвалифицированных кадров. На территории России для подтверждения своей квалификации применяются профессиональные стандарты, призванные обеспечить взаимосвязь между подготовкой профессиональных кадров и требованиями динамично развивающейся экономики [5]. В данных документах устанавливаются требования, предъявляемые к уровню образования и опыту работы с учётом различных видов профессий и специальностей, подробно детализируются обязанности каждой должности, что позволяет разрабатывать программы профессионального обучения, непосредственно связанные с рабочим местом. Однако, наравне с достоинствами, авторы отмечают и недоработки стандартов, связанные с отсутствием:

- единого подхода по оценке компетенций;
- шкалы оценки к квалификациям;
- требований к новым профессиям.

Выявленные недостатки не позволяют выработать общий подход к созданию и разработки стандартов профессионального и образовательного обучения и обеспечить их соответствие международным стандартам, что создаёт трудности при осуществлении признания уже сформированных у специалиста компетенций с требованиями работодателя.

Учитывая разные подходы к обучению специалистов, каждая принимающая страна самостоятельно решает вопросы верификации квалификации мигрантов. Интеграция разных систем подготовки специалистов приносит новые подходы к оценке соответствия полученных умений и навыков с учётом индивидуальных особенностей мигрантов, позволяет проводить валидацию результатов предшествующего обучения и признания этой квалификации независимо от способа их получения [2].

С учётом различных способов получения профессиональных навыков (трудовая деятельность, самообразование, продолжение обучения) можно облегчить процедуру оценки соответствия приобретённых компетенций и уменьшить срок обучения персонала путём создания индивидуальных траекторий переподготовки, что позволит интегрировать в рынок труда не только незащищённые группы населения (мигранты, беженцы), но и людей с ограниченными возможностями.

В Европе результаты обучения, полученные разными способами, стали признаваться одновременно с введением в систему образования компетентностной модели обучения [6].

В настоящее время в мире создаются многочисленные центры разработки моделей оценки сформированных навыков, призванные помогать, с одной стороны, различным организациям реализовывать данную систему на практике, с другой стороны, мигрантам, имеющим разные уровни сформированности их компетенций:

- Международная сеть обучения IMPART, объединяющая страны центральной Европы, разработала [8] процедуру экспертной оценки, акцентируя внимание на сложный набор требований работодателя и уникальность характеристик, которыми обладает каждый человек;

- Австралийский проект AMES [9], предлагает классифицировать вновь прибывших мигрантов на группы в соответствии с разным уровнем образования и опытом работы, т. е. набором компетенций, в зависимости от которых, каждому соискателю предлагается определённая траектория обучения;

- Финско-российские проекты БАЛО и PROSKILLS [2] предлагают модель процессов валидации результатов предшествующего обучения, оценки и сертификации квалификации;

- Проект, объединяющий скандинавские страны [7], ориентирован на получение мигрантами общего образования на начальном этапе и стирание языкового барьера, совмещая обучение с наставничеством.

Специфика условий, в которых работают российские компании, не всегда позволяет копировать опыт других стран и применять инструментальный по подбору и переподготовки профессиональных специалистов.

1.2 Результаты и обсуждение

Для достижения наилучших показателей по трудоустройству мигрантов необходимо разработать комплекс мер, удовлетворяющих следующим критериям:

- соответствие профессиональной подготовки потребностям рынка труда;

- возможность приобретения требуемых компетенций на различных курсах переподготовки.

Учитывая разный уровень сформированности требуемых компетенций и подготовки специалистов, а также характер производственных процессов, авторы приходят к мнению о нецелесообразности использования уже готовых моделей. Поэтому предложена компьютерная поддержка процессов оценки компетенций и степени их соответствия требованиям работодателя, а в случае частичного соответствия предложенным требованиям – формирование курсов повышения квалификации или переподготовки специалистов [1].

В набор компетенций должны входить все компетенции, которые были приобретены специалистом в процессе обучения в образовательном учреждении с учётом личных качеств индивида. Этот набор находится в тесной взаимосвязи, т. е. если существует одна компетенция можно получить взаимосвязь с другой.

Для того чтобы построить модель, необходимо определить первоначальные (элементарные) компетенции, которые невозможно детализировать. Данные компетенции никак не зависят друг от друга и учитывают знания и навыки, присущие только данному индивиду. Их соединение нельзя рассматривать, как простой набор элементарных компетенций. В результате освоения различного набора элементарных компетенций появится новый более сложный набор уникальных компетенций. Их освоение достаточно длительный и многоэтапный процесс, происходящий в определённой последовательности.

Для получения более сложных компетенций, необходимо построить многоуровневую структуру. Для каждого из элементов компетенции («Знать», «Уметь», «Владеть») строим индивидуальный граф.

Рассмотрим на примере синтеза элемента компетенции «Знать» (рисунок 2). Вершинами графа являются элементы «Знать», дугами – курсы. Левая вершина обозначает знание претендента на входе курса, правая – на выходе. Последняя вершина ZK_1 обозначает знание, требуемое работодателем, первая Z_n – претендента на должность. Над дугами графа пишется номер курсов. Синтез осуществляется в направлении, обратном ориентации дуг – от конечного элемента компетенции курса «Знать» к его начальному элементу «Знать» (от знаний специалиста с требуемым набором компетенций к знаниям претендента на должность).

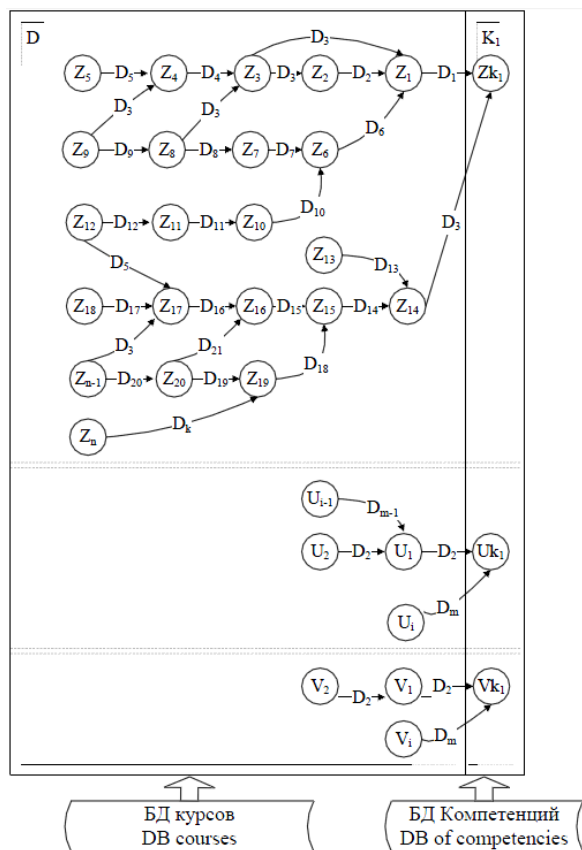


Рисунок 2. Графы траекторий оценки компетенций в соответствии с требованиями работодателей

Figure 2. Graph model of the competences assessment trajectories according to employers' requirements

При построении графов необходимо учитывать следующие правила:

- Граф является однонаправленным;

- Входная вершина графа может иметь только выходящие дуги;
- Выходная вершина графа должна иметь только входящие дуги;
- Отбрасываются курсы, использование которых невозможно без повторного возвращения к уже пройденной вершине;
- Продолжительность изучения дисциплины определяется в процессе синтеза для каждой траектории формирования компетенций как сумма продолжительности курсов, обозначенных дугами данной траектории. Если при достижении необходимой продолжительности траектории, не получен уровень претендента на должность, траектория удаляется;
- Изучение одних и тех же курсов не может повторяться;
- Граф не может иметь петли;

По такому же принципу строятся графы для элементов той же компетенции «Уметь» и «Владеть». Затем все повторяется для остальных компетенций претендента на должность.

При формировании курса следует учитывать, их окупаемость, т. е. время, в течение которого вернутся затраты на обучение или переподготовку специалиста. С этой целью авторы предложили использовать интегрированный критерий оценки каждой дисциплины, входящей в курс переподготовки, в виде иерархической системы критериев.

Вершиной иерархии является интегрированный критерий оценки курса (рисунок 3).

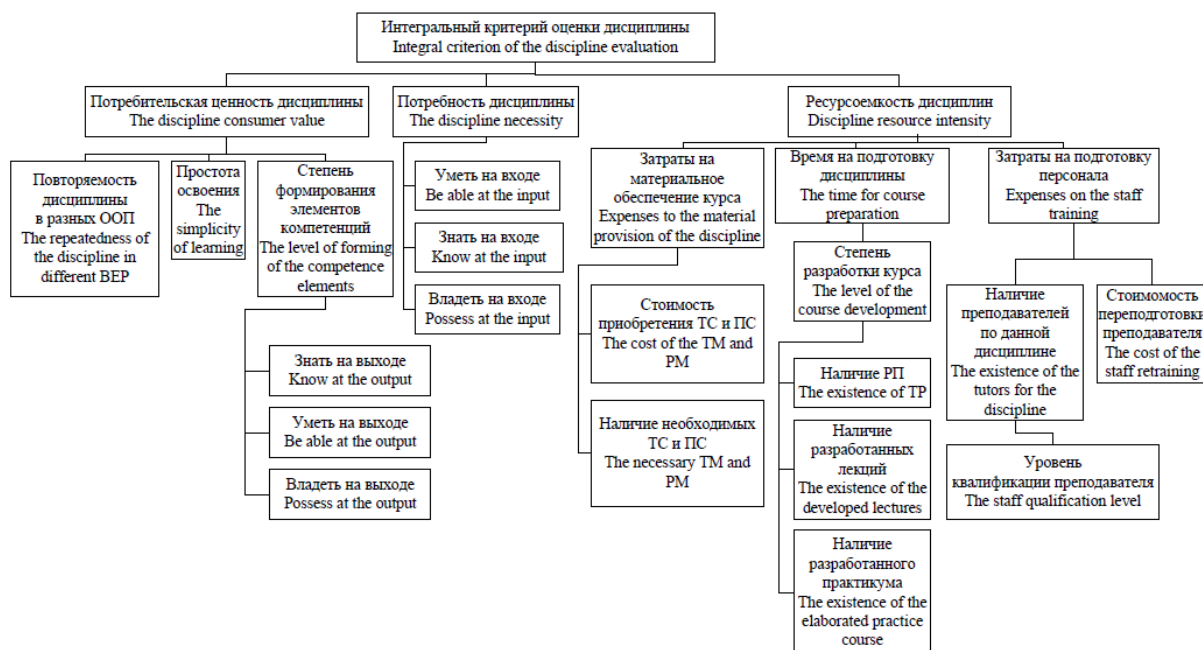


Рисунок 3. Структура интегрированного критерия оценки курса (ИКОК)

Figure 3. Structure of the integrated criterion of course estimation (ICEK)

Все критерии оценки курса разделены на три группы: потребительская ценность, его потребность и ресурсоёмкость.

Потребность курса рассматривается только с точки зрения требований по элементам компетенций «Знать», «Уметь», «Владеть» к предыдущему курсу (процессу-поставщику) или к уровню обучающегося, если курс в начале графа. Эти критерии учитываются только при синтезе графа.

Потребительская ценность курса рассматривается с двух точек зрения:

- по элементам компетенций «Знать», «Уметь», «Владеть» на выходе курса (способность удовлетворить процесс-потребитель). Эти критерии, используются только при синтезе;

- привлекательная ценность для обучающегося – экспертная оценка.

Третья группа – ресурсоёмкость курса – представляет собой набор критериев оценки материальных, трудовых и временных затрат для подготовки и проведения курса. Эти критерии используются для расчёта оценочной функции на этапе ранжирования синтезированных траекторий.

Все критерии имеют различные типы: качественные, количественные и булевы. Поэтому необходимо использовать процедуры, переводящие неколичественные критерии в количественные, а затем все количественные критерии – в приведённые, чтобы их можно было соотнести между собой.

Использование предложенной модели и интегрированного критерия оценки курса позволит сформировать оптимальный курс переподготовки специалиста.

Заключение

По результатам анализа научных работ, затрагивающих вопросы перемещения трудовых мигрантов и признания их профессиональных навыков и квалификаций, авторы приходят к следующим выводам.

ЛИТЕРАТУРА

1 Герасимова В.А., Шикунская О.М. Компьютерное моделирование структуры основной профессиональной образовательной программы в строительном вузе // Перспективы развития строительного комплекса: мат. IX Междунар. науч.-практ. конф., Астрахань, 27–29 октября 2015. Астрахань: ГАОУ АО ВПО «АИСИ», 2015. С. 87–93.

2 Борисова Г.В., Пермьяков О.Е. Валидация результатов предшествующего обучения в системе оценки и сертификации квалификаций. СПб.: СЗАМП, 2014. 108 с.

Глобализация рынков труда увеличивает миграционный поток людей с разным уровнем профессиональной подготовки. Структурные изменения экономики, различия в демографии, приводит к сокращению низко квалифицированных кадров и дефициту специалистов имеющих высокую квалификацию.

Изменения отраслевой ориентации, связанные с инновационным перевооружением экономики предъявляют новые требования к профессиональному уровню специалистов. Подготовка профессиональных кадров должна проводиться с учётом постоянно меняющихся условий в разных сферах общества.

Рассмотрены модели, применяемые в международной практике по переподготовке мигрантов. В настоящее время во многих странах мира создаются проекты и ресурсы в помощь всем кто находится в зоне риска (мигранты, беженцы) приобрести новую профессию, повысить свою квалификацию и опыт работы для дальнейшего успешного трудоустройства.

Каждая страна, с учётом национальных особенностей обучения специалистов, самостоятельно принимает решение по определению признания квалификации мигрантов и предпринимает шаги по нахождению новых инструментов для её подтверждения, а также подходов к оценке соответствия полученных умений и навыков предшествующего обучения.

В статье была раскрыта сложность процесса оценки формирования компетенций специалиста. Опыт, накопленный международным сообществом по валидации результатов обучения не всегда можно применить в российских компаниях, поэтому авторы обосновывают необходимость создания информационной поддержки этого процесса и компьютерной модели переподготовки специалистов. Для определения окупаемости обучения специалиста вводится интегрированный критерий оценки курса обучения, переподготовки мигрантов.

3 Квалифицированная рабочая сила – основа интенсивного, устойчивого и сбалансированного экономического роста. Группа двадцати: стратегия в области подготовки кадров. Группа технической поддержки по вопросам достойного труда и Бюро МОТ для стран Восточной Европы и Центральной Азии. М.: МОТ, 2011. 55 с.

4 Вишневский А.Г. Население России 2007 // Пятнадцатый ежегодный демографический доклад. М.: Изд. дом ГУ ВШЭ, 2009. 296 с.

5 Федеральный закон № 122-ФЗ "О внесении изменений в Трудовой кодекс РФ и статьи 11 и 73 Федерального закона "Об образовании в РФ" 02.05.2015 // Российская газета. 2015. 2 с.

6 Colardyn D.; Bjornavold J. The learning continuity: European inventory on validating non-formal and informal learning. National policies and practices in validating non-formal and informal learning // Cedefop Panorama series. 2005. 170 p.

7 Otero M.S., McCoshan A., Junge K. European inventory on validation of non-formal and informal learning // A Final Report to DG Education & Culture of the European Commission. 2005. 439 p.

8 ESF-Learning Network „IMPART – Increasing the Participation of Migrants and Ethnic Minorities in Employment”. 2011. 58 p.

9 Catherine S. National Commission of Audit. CEOAMES, 2013. 21 p.

REFERENCES

1 Gerasimova V.A., Shikul'skaya O.M. et al. Computer modeling of structures in construction high school the basic professional educational programs. Materialy IX Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii “Perspektivy razvitiya stroitel'nogo kompleksa” [IX Int. Conf. “Prospects for the development of a building complex”. Astrakhan, 2015, pp. 87–93. (in Russian).

2 Borisova G.V., Permyakov O.E. Validatsiya rezultatov predshestvuyushchego obucheniya v sisteme otsenki i sertifikatsii kvalifikatsiy [Validation of prior learning outcomes assessment system and certification of qualifications] Saint-Petersburg, 2014. 108 p. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Вера А. Герасимова аспирант, кафедра информационных технологий, Астраханский государственный университет, ул. Татищева 20а, г. Астрахань, Россия, vera_gerasimova@mail.ru

Ольга М. Шиккульская, д. т. н., профессор, отдел научно-исследовательской деятельности, Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, ул. Татищева 18, г. Астрахань, Россия, shikul@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Вера А. Герасимова обзор литературных источников по исследуемой проблеме, графовая модель траекторий оценки компетенций в соответствии с требованиями работодателей, написала рукопись и корректировала её до подачи в редакцию, несёт ответственность за плагиат

Ольга М. Шиккульская постановка задачи, предложила и разработала структуру интегрированного критерия оценки курса

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 05.04.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 17.05.2016

3 Kvalifitsirovannaya rabochaya sila – osnova intensivnogo, ustoichivogo i sbalansirovannogo ekonomicheskogo rosta. [Skilled labor – the basis of the intensive, sustainable and balanced economic growth] Moscow, MOT, 2011. 55 p. (in Russian).

4 Vishnevskii A.G. Naselenie Rossii 2007. [Population of Russia 2007] Moscow, Gos. Univ. Vysshaya shkola ekonomiki., 2008. 229 p. (in Russian).

5 Federal Law № 122-FZ "On Amendments to the Labor Code and Articles 11 and 73 of the Federal Law "On Education in the Russian Federation". Rossiiskaya gazeta [Russian newspaper] 2015, 2 p. (in Russian).

6 Colardyn D.; Bjornavold J. The learning continuity: European inventory on validating non-formal and informal learning. National policies and practices in validating non-formal and informal learning. Cedefop Panorama series, 2005, 170 p.

7 Otero M.S., McCoshan A., Junge K. European inventory on validation of non-formal and informal learning. A Final Report to DG Education & Culture of the European Commission, 2005, 439 p.

8 ESF-Learning Network „IMPART – Increasing the Participation of Migrants and Ethnic Minorities in Employment”, 2011, 58 p.

9 Catherine S. National Commission of Audit. CEO AMES. 2013, 21 p.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Vera A. Gerasimova, graduate student, information technology department, Astrakhan State University, Tatishcheva str. 20a, Astrakhan, Russia, vera_gerasimova@mail.ru.

Olga M. Shikulskaya, d. t. sc., professor, research activities department, Astrakhan State University of Civil Engineering, Tatishcheva str. 18, Astrakhan, Russia, shikul@mail.ru

CONTRIBUTION

Vera A. Gerasimova review of the literature on an investigated problem, Graph model of the competences assessment trajectories according to employers' requirements, wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Olga M. Shikulskaya has made a problem definition, has offered and has developed structure of the integrated criterion for a course evaluation

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 4.5.2016

ACCEPTED 5.17.2016

Управление рисками с учетом влияния человеческого фактора

Ирина А. Киселева,¹ kia1962@list.ru
Николай Е. Симонович,² nsimoni@mail.ru
Геннадий Н. Струков³

¹ кафедра математических методов в экономике, Рос. экон. ун-т им. Г. В. Плеханова, Стремянный пер., 36, г. Москва, Россия

² кафедра психологии личности Института психологии им. Л. С. Выготского, Рос. гос. гум. ун-т, Миусская площадь, д. 6, г. Москва, Россия

³ кафедра управления, организации производства и отраслевой экономики, Воронеж. гос. ун-т инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, Россия

Реферат. Одной из важнейших составляющих в работе участника сегодняшнего рынка является принятие решений в условиях риска и неопределённости. Первый шаг при принятии такого рода решений – адекватно обработать информацию для оценки будущей стоимости интересующих инвестора активов и вероятностей наступления каждого конкретного сценария. Следующим шагом является выбор альтернативы, обладающей для инвестора наибольшей полезностью. Каждый из этих шагов сопряжён с многочисленными сложностями, корни которых произрастают из специфики человеческой психологии. В статье отмечается, что неотъемлемым элементом профессионального управления рисками является определение сущности объекта управления в сфере экономики. Поскольку отечественная теория управления рисками находится в стадии формирования, то проблема чёткого всестороннего определения понятия «риски» приобретает в настоящее время особую актуальность. В статье рассматривается наряду с экономическими прогнозами рисков и человеческий фактор при принятии решений. Наряду с экономическими прогнозами, подробно рассматриваются психологические проблемы и делаются попытки учесть человеческий фактор в процессе принятия решений при прогнозе рисков, возникающих на предприятии. Важными показателями являются статус и позиция человека в социуме, а также его социальное самочувствие. Проведён анализ методов оценки рисков, сделан вывод о необходимости разработки новых моделей и методов управления рисками с учётом человеческого фактора. Экономическая психология и её приложения сложились в особую отрасль экономического знания – так называемую поведенческую экономику, которая уверенно осваивает самый широкий круг экономических проблем – от собственно теории индивидуального поведения до задач общественного выбора и финансовой экономики. Наибольший интерес статья вызывает тем, что понятие «риски» рассматривается с различных точек зрения – как с позиции экономиста-математика, так и психолога.

Ключевые слова: риски, оценка рисков, доходность, неопределённость, позиция человека, статус личности, социальное самочувствие, социальные установки

Risk management with regard to the effect of human factors

Irina A. Kiseleva,¹ kia1962@list.ru
Nikolay E. Simonovich,² nsimoni@mail.ru
Gennady N. Strukov³

¹ mathematical methods in economics department of Plekhanov Russian University of Economics, Stremyanny alley, 36, Moscow, Russia

² personality psychology department of Vygotsky Institute of Psychology Institute, Russian State Humanitarian University, Miusskaya sq., 6, Moscow, Russia

³ management, the organization of production and branch economy department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, Russia

Summary. One of the most important components in today's market is a party decision-making under risk and uncertainty. The first step in making such decisions - to adequately process the information for estimating the future value of assets and the interests of investors probabilities of each particular scenario. The next step is to choose the alternative that has the greatest utility for the investor. Each of these steps is associated with numerous difficulties, the roots of which stem from the specificity of human psychology. The article notes that an integral part of professional risk management is to identify the nature of the object of management in the sphere of economy. Since the domestic theory of risk management is being formed, the problem of a clear comprehensive definition of "risk" becomes now particularly relevant. The article deals with along with economic forecasts of the risks and the human factor in decision-making solutions. Along with economic forecasts, the report focuses on psychological problems and attempts to take into account the human factor in decision-making at the forecast of risks arising in the company. The important parameters are the status and position of the person in the society, as well as its social well-being. Analysis of risk assessment concluded that the need to develop new models and methods of risk management, taking into account the four-level factor. Economic psychology and its applications have developed into a special branch of economic knowledge - the so-called behavioral economics, which surely develops a wide range of economic issues - from the actual theory of individual behavior to the problems of public choice and the financial economy. The most interesting item is the fact that the concept of "risk" is considered from different points of view - as the economist-mathematician with the position, and a psychologist.

Keywords: risks, risk assessment, profitability, uncertainty, the position of a person, the status of the individual, social well-being, social attitudes

Для цитирования

Киселева И. А., Симонович Н. Е., Струков Г. Н. Управление рисками с учетом влияния человеческого фактора // Вестник ВГУИТ. 2016. № 2. С. 280–286. doi:10.20914/2310-1202-2016-2-280-286

For citation

Kiseleva I. A., Simonovich N. E., Strukov G. N. Risk management with regard to the effect of human factors. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 2. pp. 280–286. (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2016-2-280-286

Введение

Моделирование рискованных ситуаций находится сейчас на таком этапе, когда назрел качественный скачок. Во всём мире накопилось огромное количество разнообразных моделей, методов расчёта, оценки, минимизации, управления и прогнозирования рисков. Сотни научных журналов ежемесячно публикуют описания новых моделей, либо модификации и развитие старых. Реальная экономическая система представляет собой причудливое сочетание простых экономических механизмов. С помощью формальных средств изучение сложных экономических механизмов уже встречает значительные трудности.

Любая сфера человеческой деятельности, в особенности экономика или бизнес, связана с принятием решений в условиях неполноты информации. На базе результатов междисциплинарных исследований в конце 60-х годов в западной экономической науке сформировались новые научные направления, такие как теория экономического риска, риск-менеджмент и др. В свою очередь, соответствующие разделы появились и в финансовых науках, в том числе в теории инвестиций.

Несмотря на выдающийся вклад отечественных учёных в разработку математических аспектов современной теории риска [1, 2], в России риск и связанная с ним концепция случайности не получили должного развития и отражения в экономических исследованиях. В условиях плановой экономики исключалось понимание риска и неопределённости как неотъемлемых составляющих социально-экономического развития, как важнейших научных категорий, требующих всестороннего изучения. Формирование в России рыночных отношений и соответствующих им хозяйственных механизмов привело к возвращению концепции риска в теорию и практику управления экономическими объектами всех уровней и форм собственности.

Основная цель банковской деятельности – максимизация прибыли, немаловажной задачей является также минимизация банковских рисков [10]. Это означает, что политика коммерческого банка должна строиться на основе тщательной оценки и имитации различных ситуаций, анализа множества факторов, влияющих на размер прибыли. Данные факторы определяют уровень банковского риска; задача банка – минимизировать его.

«Стратегии принятия решений в условиях риска в сфере бизнеса базируются на следующем правиле: риск и доходность изменяются в одном направлении – чем выше доходность, тем, как правило, выше риск операции» [7, с. 116]. Если банки хотят привлечь дополнительные средства, они должны продемонстрировать своим клиентам, что полностью учитывают соотношение риск–доход [11]. Именно этот тезис используется в настоящее время в ряде крупнейших зарубежных банков.

Возникновение различных видов риска возникает при проведении операций с финансовыми активами на рынке. Поэтому одно из центральных мест в современной теории и практике финансового менеджмента занимает проблема принятия эффективных управленческих решений в условиях риска. Анализ показывает, что в финансовой сфере эта задача часто формулируется как оптимальный выбор среди возможных комбинаций вида «риск–доход». При этом целью решения является достижение максимального результата при заданном уровне риска, либо минимизация риска при фиксированном значении результата. При таком подходе эффективность принимаемых решений существенно зависит как от выбора результатного показателя, – доходность операции, так и от принятых критериев оценки риска, в качестве которых в финансовой деятельности обычно используются:

- дисперсия соответствующего вероятностного распределения;
- вероятность получения убытка, т. е. результата более низкого, по сравнению с некоторым базисным уровнем;
- оценка величины возможного ущерба с некоторой вероятностью [9, с. 26].

Дисперсия или среднее квадратичное отклонение случайной величины, реализацией которой является значение доходности ценной бумаги, использовалась в классической теории портфеля (по Г. Марковицу). Поскольку дисперсия показывает степень волатильности доходности ценной бумаги от её среднего значения, поэтому риск в теории Марковица – это отклонение ожидаемого уровня доходности от этого значения. Чем больше дисперсия, тем больше волатильность ценной бумаги и риск получения доходности, отличной от среднего значения. Этот метод количественной оценки риска имеет ряд недостатков, основной из которых заключается в равнонежелательности как положительных, так и отрицательных колебаний.

Иным способом оценки уровня риска является определение вероятности наступления неблагоприятного исхода. Этот метод не приводит к большому объёму вычислений и показывает соотношение благоприятных и неблагоприятных исходов. Оценка риска подобного рода не позволяет судить, насколько ожидаемый результат может оказаться хуже по сравнению с некоторым базисным уровнем.

Наряду с оценкой рисков, при помощи математического или статистического аппаратов, зачастую используются экспертные оценки, которые, хотя и являются субъективными, позволяют учесть многие интересующие инвестора факторы риска (политический, экономический, рыночный, кредитный и др.).

Главной проблемой разработки методов оценки рисков является определение наилучшего по времени, затратам и продуктивности, сочетания объективных (формализованных, математических) и субъективных (построенных по экспертным оценкам) методов в одном алгоритме.

Как уже отмечалось выше, для управления финансами чрезвычайно важна концепция взаимозависимости «риск–доход». Чтобы повысить прибыльность инвестору приходится принимать больший риск [5]. Можно сформулировать правило: чем меньше диапазон вероятностного распределения ожидаемой доходности по отношению к её средней величине, тем меньше риск, связанный с этой операцией.

Несмотря на то что дисперсия может служить мерой риска, её применение не всегда удобно на практике, так как размерность дисперсии равна квадрату единицы измерения случайной величины. Поэтому в качестве меры риска используется стандартное (среднее квадратичное) отклонение, рассчитываемое как квадратный корень из дисперсии [3].

Чем меньше стандартное отклонение, тем уже диапазон вероятностного распределения и тем ниже риск, связанный с этой операцией:

$$\sigma(E) = \sqrt{\text{VAR}(E)},$$

где $\text{VAR}(E)$ – дисперсия (вариация, разброс результата решения; $\sigma(E)$ – стандартное отклонение.

В настоящее время существует множество определений категории риск, раскрывающих её сущность с позиции различных наук. По-разному трактуется риск и в экономических науках. Существует множество интерпретаций понятия «риск» в финансовой деятельности. Чаще всего риск объясняется как опасность потерь или как вероятность возникновения потерь, убытков, недопоступлений планируемых доходов, прибыли.

Под риском в жизни обычно понимают возможность наступления некоторого неблагоприятного события, влекущего за собой возникновение различного рода материальных, либо моральных потерь. «Перераспределение рисков между участниками хозяйственной деятельности осуществляется с помощью различных финансовых инструментов. При этом одни участники страхуют себя от риска, диверсифицируя и хеджируя свои портфели, другие покупают риск, стремясь обеспечить себе более высокую доходность» [6, с. 25].

В целом, общепризнанно, что существование риска связано с наличием неопределённости. В условиях которой субъект может приступить к действию, отсрочить, либо, вообще, отказаться от его реализации. В отличие от неопределённости, риск возникает только в тех ситуациях, когда субъект принимает решение действовать [17].

Источники неопределённости могут быть самые разнообразные: нестабильность экономической или политической ситуации, неопределённость действий партнёров по бизнесу, случайные факторы, т. е. большое число обстоятельств, учесть которые не представляется возможным (например, погодные условия, неопределённость спроса на товары, неабсолютная надёжность процессов производства, неточность информации и др.). Экономические решения с учётом перечисленных и множества других неопределённых факторов принимаются в рамках так называемой теории принятия решений – аналитического подхода к выбору наилучшего действия (альтернативы) или последовательности действий.

В сфере банковской деятельности в настоящее время наиболее актуальными являются такие виды рисков, как кредитный, риск ликвидности, операционный, рыночный (по результатам обзора выступлений руководителей подразделений коммерческих банков в журнале «Банковские технологии», № 04, 2013 г.) [4, 14].

Существуют различные виды рисков, в т. ч. экономические, банковские и финансовых; и различные методы управления рисками, такие как диверсификация портфеля активов, хеджирование, страхование, лимитирование рисков, соблюдение нормативов и др. [15, 16]. Существуют также различные методы расчёта, оценки и минимизации рисков. Но свести к нулю риск, т. е. получить достоверное событие практически невозможно.

При оценке рисков необходимо учитывать и человеческий фактор. В чём это проявляется? На фоне экономических и структурных изменений предприятий, финансовых учреждений в обществе нарастает социальная напряжённость, снижается психологическая устойчивость и чувство защищённости всех слоёв общества. В результате этого у человека теряется связь с обществом, он не осознаёт себя в качестве субъекта и начинает жить по своим правилам и реалии сегодняшнего дня. Перестает задумываться о будущем. Это приводит к увеличению противоправных действий и появлению коррупции.

Особенно актуальным становится учёт человеческого фактора при анализе кредитоспособности заёмщиков, оценки рискованности объектов размещения ресурсов банка или инвестиционной компании. В некоторых методиках подобного рода этот фактор учитывается опосредованно. Например, при оценке рискованности объекта размещения ресурсов банка одними из показателей рискованности служат показатели несоответствия, которые включают показатели, связанные с дееспособностью и с приемлемостью объекта распределения ресурсов для банка [8, с. 25].

При прогнозировании рисков, необходимо учитывать рост психосоциальной напряжённости, тревожности у субъекта. Мы обязаны учитывать и социальную поляризацию в современном обществе, колоссальный разрыв между самыми бедными и богатыми субъектами нашего государства. Немаловажным фактором при оценке и прогнозе рисков является и статус человека, в качестве субъекта или объекта в производственном процессе. Риски снижаются, если человек ощущает себя в качестве активного субъекта, оказывающего влияние на социально-психологические процессы, происходящие в обществе и его личной жизни. Также важным показателем при прогнозе рисков является и социальная позиция человека, определяющая способ включения личности в жизнь общества. Она определяет вклад личности в решение собственных проблем, успешность в различных сферах деятельности. От этого, в конечном счёте, зависит социальное самочувствие субъекта.

Под социальным самочувствием мы понимаем социально-психологическое состояние, отражающее в интегральном виде социальную позицию человека в обществе, её осознание и переживание, оценку себя как субъекта,

также активность, направленную на обеспечение оптимальной самореализации и существование в социуме.

В качестве показателей социального самочувствия можно выделить:

Объективные характеристики статуса человека (семейное положение человека, образование);

— Удовлетворённость человека своей позицией в обществе;

— Социальные установки и ценностные ориентации;

— Общественно-политическая активность человека;

— Уверенность в завтрашнем дне [12].

Немаловажно и то, что в наше время появляется много ложной информации, как в межличностном общении, так и в межгосударственных отношениях. Депутатами не выполняются предвыборные обещания; на государственном уровне скрывается или искажается информация о подлинном состоянии экономической устойчивости тех или иных структур.

Существует много прецедентов по искусственным банкротствам банков и организации различной формы собственности. В результате вкладчики лишаются своих сбережений, что приводит к цепной реакции в масштабах государства. На рынке строительства жилья и объектах ЖКХ происходит обман дольщиков, люди вносят денежные средства на начальном этапе строительства и на этом их участие заканчивается. Управляющая компания исчезает вместе с деньгами дольщиков. Это сводит доверие людей к нулю и риски возрастают до максимума. Отношения кардинально меняются – между членами коллектива и участниками проекта пропадает взаимное доверие.

В такой ситуации строить прогнозы очень тяжело и рискованно. Как же нам избежать неопределённости в своих прогнозах? Как все это увязать с законами развития человеческого общества, с освоением новых технологий по улучшению взаимоотношений и повышению доверия между людьми? Как научиться разбираться в людях руководителю проекта за очень короткий промежуток времени и тем самым свести риски при прогнозе до минимума?

Для этого руководитель должен обладать такой редкой чертой, как проницательность. Проницательность вырабатывается у человека в результате длительного общения с различными людьми и взаимодействия с ними. Он всегда опирается на психологические закономерности восприятия, понимания и оценивания человека

человеком. В процессе знакомства с новым коллективом лидер угадывает личностные характеристики не знакомых ему людей, на интуитивном уровне предсказывает для себя, как они поведут себя в тех или иных условиях. Выстраивает для себя психологическую модель управления и распределяет роли между сотрудниками.

От правильного и точного распределения ролей (должностей) зависит успех всей деятельности руководимого им подразделения. Главное, чтобы все остались довольны своей ролью в коллективе, а руководитель и дальше мог оказывать влияние и отдавать распоряжения. Что должен делать руководитель для своей проницательности при управлении проектами:

- наблюдать и многое замечать за своими сотрудниками, обращать внимание на все нюансы в поведении, общении, семейных отношениях, высказываниях по отношению к своим близким и друзьям;

- анализировать полученную информацию, уметь интерпретировать все поступки сотрудников, отличать истинное поведение и отношение к работе от демонстрируемого;

- делать правильные выводы, строить прогнозы по дальнейшему сотрудничеству, улавливать соответствие сотрудника с его занимаемой должностью.

Руководителю необходимо также обладать психологической компетентностью при прогнозировании риска. Она включает в себя систему психологических знаний о человеке, как индивиде.

Структура психологической компетентности состоит из следующих элементов:

- социально-перцептивная компетентность, она отражает наблюдательность и проницательность;

- социально-психологическая компетентность, включает в себя знания о поведении и деятельности людей в профессиональной среде;

- коммуникативная компетентность, подразумевает знания стратегий, технологий и приёмов взаимного общения.

Руководитель обязан владеть системой психологических знаний о человеке, для успешного управления проектами и субъектами коллектива [13]. Важным навыком для лидера коллектива является наблюдение. Для этого ему необходимо составить программу в соответствии с поставленными целями и задачами по выполнению проекта.

Что же включить руководителю в программу наблюдения?

- составить для себя характеристику объекта наблюдения, что его настораживает в человеке;

- поставить для себя цель и задачи наблюдения, зачем это надо и что надо наблюдать;

- обозначить для себя временные рамки наблюдения и в каких случаях это надо делать, не вызывая подозрения и раздражения у объекта.

Какую важную информацию мы можем узнать об интересующем нас человеке? Кем он на самом деле является и что можно ожидать от него в процессе работы?

Во всех психических проявлениях человека важную роль играют его природные качества. Некоторые из них связаны с особенностями темперамента.

Зная темперамент человека, мы можем предвосхищать его поведение, а также присущий ему стиль деятельности и форму принятия решений. Мы предельно точно сможем прогнозировать его поведение в экстремальных ситуациях и работе, связанной с рисками. Также от темперамента зависит и выбор социальных ролей человека в коллективе, что важно для прогнозирования рисков.

В дополнение к проницательности руководителю рекомендуем использовать инструментальные методы психологической диагностики. Они включают в себя опросники, задания, тесты и свободные беседы в виде интервью.

Много интересного о человеке могут подсказать его внешние данные, внешний вид и невербальное поведение. А руководитель в работе должен доверять своей интуиции. Она на подсознательном уровне подаёт сигналы опасности, сомнения и возможных обманов при руководстве проектом.

Заключение

Проведя анализ методов оценки рисков, следует сказать о необходимости разработки новых моделей и методов управления рисками с учётом человеческого фактора. Уклонение от рисков – это следствие того, что люди переоценивают маленькие вероятности и недооценивают большие.

Учитывая все вышеизложенные человеческие факторы, мы можем избежать ошибок при принятии решений и свести риски к минимуму.

ЛИТЕРАТУРА

1 Альгин А. П. Грани экономического риска. М.: Знание, 1991.

2 Балабанов И. Т. Риск-менеджмент. М.: Финансы и статистика, 1996.

3 Дубров А. М., Лагоша Б. А., Е. Ю. Хрусталев Моделирование рискованных ситуаций в экономике и бизнесе. М.: Финансы и статистика, 2001. 176 с.

4 Ивлиев С. Системы управления рисками в решении стратегических и тактических задач банка // Банковские технологии. 2013. № 4. С. 34.

5 Кириллов Ю. В., Досуужева Е. Е. Методика оценки коммерческой эффективности инвестиционных проектов // Экономический анализ: теория и практика. 2013. № 32(335).

6 Касаев Б. С., Разаков А. А. Инновационная и инвестиционная деятельность как современная основа поступательного развития национальной экономики // Инновации и инвестиции. 2011. № 3. С. 10–13.

7 Киселева И. А. Трамова А. М. Влияние инновации на конкурентоспособность предприятий туристического бизнеса // Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО. 2011. № 5. С. 115–119.

8 Киселева И. А. Методологические аспекты управления банковскими рисками // Финансовый менеджмент. 2001. № 1. С. 13–26.

9 Морозова М. А. Инновационные процессы в организации управления средствами размещения на современном этапе. // Проблемы современной экономики. 2008. № 2(30). С. 350–353.

10 Пенюгалова А. В., Старосельская Е. А. Банковские риски: сущность и основные подходы к определению // Финансы и кредит. 2013. № 8(536).

11 Порядина И. В. Основные направления анализа риска ликвидности коммерческого банка // Финансы и кредит. 2013. № 35(563).

12 Симонович Н. Е. Социальное самочувствие как социально-психологический феномен в изменяющемся российском обществе. М.: МГСА, 2000.

13 Сухарев О. С. Психологические факторы в анализе инновационного поведения и экономического развития // Экономический анализ: теория и практика. 2013. № 11(314).

14 Тутова Н. Каждый из видов риска необходимо держать под жестким контролем. // Банковские технологии. 2013. № 04. С. 30.

15 Alexander C. Financial Risk Management and Analysis. N.Y.: Wiley, 1996.

16 Vaughan E. J. Risk management. N. Y.: Wiley, 1997.

REFERENCES

1 Algin A. P. Grani ekonomicheskogo riska [The brink of economic risk] Moscow, Znanie, 1991. (in Russian).

2 Balabanov I. T. Risk-menedzhment [Risk – management] Moscow, Finansy i statistika, 1996. (in Russian).

3 Dubrov A. M., Lagosha B. A., Khrustalev E. Yu. Modelirovanie riskovykh situatsii v ekonomike i biznese [Simulation of risk situations in economics and business] Moscow, Finansy i statistika, 2001. (in Russian).

4 Ivliev C. Risk management systems in strategic and tactical objectives of the bank. *Bankovskie tekhnologii* [Bank technology] 2013, no. 4, pp. 34. (in Russian).

5 Kirillov Yu. V., Dosuzheva E. E. Methods of assessing the commercial viability of investment projects. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika* [The economic analysis: theory and practice] 2013, no. 32 (335). (in Russian).

6 Kasaev B.S., Razakov A.A. Innovation and investment activity as the basis of modern progressive development of the National economy. *Innovatsii i investitsii* [Innovations and Investments] 2011, no. 3, pp. 10–13. (in Russian).

7 Kiseleva I. A., Tramova A.M. The impact of innovation on competitiveness of enterprises of tourist business. *Ekonomika, statistika i informatika* [Economics, Statistics and Informatics. Vestnik UMO] 2011, no. 5, pp. 115–119. (in Russian).

8 Kiseleva I. A. Methodological aspects of banking risk management. *Finansovyi menedzhment* [Financial management] 2001, no.1, pp. 13–26. (in Russian).

9 Morozova M.A. Innovative processes in the organization of controls blurtion at the present stage. *Problemy sovremennoi ekonomiki* [Problems-time economy] 2008, vol. 2 (30), pp 350–353. (in Russian).

10 Penyugalova A. V., Staroselskaya E. A. Bank exposure: the essence and the main approaches to the definition. *Finansy i kredit* [Finance and Credit] 2013, no. 8 (536) (in Russian).

11 Poryadina I. V. The main directions of the analysis of the liquidity of commercial banks *Finansy i kredit* [Finance and Credit] 2013, no. 35 (563). (in Russian).

12 Simonovic N. E. Sotsial'noe samochuvstvie kak sotsial'no-psikhologicheskii fenomen v menyayushchetsya rossiiskom obshchestve [Social well-being as a socio-psychological phenomenon in a changing Russian society] Moscow, ICAS, 2000. (in Russian).

13 Sukharev O. S. Psychological factors in the analysis of innovative behavior and economic development. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika* [The economic analysis: theory and practice] 2013, no. 11 (314). (in Russian).

14 Tutova N. Each of the types of risk must be kept under tight control. *Bankovskie tekhnologii* [Banking Technologies] 2013, no. 04, pp. 30. (in Russian).

15 Alexander C. Financial Risk Management and Analysis. N.Y., Wiley, 1996.

16 Vaughan E. J. Risk management. – N. Y., Wiley, 1997.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Ирина А. Киселева, д. э. н., профессор, кафедра математических методов в экономике, Российский экономический Университет им. Г. В. Плеханова, Стремянный пер., 36, г. Москва, Россия, Kia1962@list.ru

Николай Е. Симонович, д. п. н., профессор, кафедра психологии личности Института психологии им. Л. С. Выготского, Российский Государственный Гуманитарный Университет, Миусская площадь, 6, г. Москва, Россия, nsimoni@mail.ru

Геннадий Н. Струков, к. э. н., доцент, кафедра управления, организации производства и отраслевой экономики, Воронеж. гос. ун-т инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, Россия

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Ирина А. Киселева, Николай Е. Симонович, Геннадий Н. Струков в равной степени принимали участие в подготовке материала для рукописи и несут ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 29.03.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 26.04.2016

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Irina A. Kiseleva, d. ec. sc., professor, mathematical methods in economics department of Plekhanov Russian University of Economics, Stremyanny alley, 36, Moscow, Russia, Kia1962@list.ru

Nikolay E. Simonovich, d. ps. sc., professor, personality psychology department of Vygotsky Institute of Psychology Institute, Russian State Humanitarian University, Miusskaya sq., 6, Moscow, Russia, nsimoni@mail.ru

Gennady N. Strukov, Ph D of Economic Sciences, associate professor, of Management, organization and production branch economy department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, Russia

CONTRIBUTION

Irina A. Kiseleva, Nikolay E. Simonovich, Gennady N. Strukov are equally involved in the preparation of material for the manuscript and are of liability for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 3.29.2016

ACCEPTED 4.26.2016

Перспективы и возможности внедрения эффективных моделей управления на предприятиях российской промышленности

Елена С. Балашова,¹ elenabalashova@spbstu.ru
Елизавета А. Громова¹ lizaveta-90@yandex.ru

¹ кафедра экономики и менеджмента недвижимости и технологий, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, ул. Политехническая, 29, г. Санкт-Петербург, 195121, Россия

Реферат. По итогам 2015 года рецессия российской экономики по-прежнему продолжается. Анализируются экономические прогнозы на 2016 год, сделанные влиятельными рейтинговыми агентствами и Международным валютным фондом. Подчеркивается, что выбранный российским правительством курс на структурные экономические изменения актуализирует вопрос повышения конкурентоспособности российской промышленности на мировом уровне, что, в свою очередь, способствует внедрению эффективных моделей управления на предприятиях и организации внутренних процессов. Позитивно зарекомендовавшая себя за рубежом концепция бережливого производства (lean production) получила своё распространение в России в начале 2000-х годов. Рассматривается первый успешный пример её реализации – ЗАО «Форд Мотор Компани». Исследуется большое количество предприятий, представляющих государственные корпорации «Ростех» и «Росатом», промышленную группу «Базовый элемент», ОАО «Российские железные дороги» и являющихся отдельными крупными представителями промышленного сектора России. Проанализированы различные пути освоения бережливого производства российскими предприятиями и выявлен самый распространённый путь – самостоятельная интерпретация и внедрение. Уделено большое внимание обзору инструментов данной модели управления, используемых на российских предприятиях. Отмечается превалирование такого инструмента, как 5S (примерно 87,5%), обусловленное видимой простотой его понимания и лёгкостью внедрения. Анализируется важнейший показатель – экономический эффект от внедрения концепции бережливого производства на предприятиях российской промышленности по итогам 2014 года. Делается вывод, что экономический результат от использования модели управления на российских промышленных предприятиях крайне низок и варьируется в своём большинстве в районе 1% от выручки. Полученные результаты демонстрируют перспективы дальнейшего освоения lean production и доказывают возможность достижения высокой конкурентоспособности отечественного промышленного сектора экономики.

Ключевые слова: Lean Production, российский сектор экономики, инструменты бережливого производства, экономический эффект

Prospects and opportunities the implementation of effective management models at the enterprises of the Russian industry

Elena S. Balashova,¹ elenabalashova@spbstu.ru
Elizaveta A. Gromova¹ lizaveta-90@yandex.ru

¹ economics and management of technologies and real estate department, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Politehnicheskaya str., 29, Saint-Petersburg, 195121, Russia

Summary. In 2015 the recession of the Russian economy continues. Economic forecasts of 2016 made by influential rating agencies and the International Monetary Fund are analyzed. It is emphasized that the course of structural economic changes, selected by the Russian government actualizes the issue of increasing the competitiveness of Russian industry on a global level that, in turn, contributes to the implementation of effective management models at the enterprises and organization of internal processes. Positively recommended concept of lean production abroad became popular in Russia in early 2000's. First successful example of its implementation – CJSC "Ford Motor Company" is considered. A large number of enterprises which represent state corporations "Rosteh" and "Rosatom", industrial group "Basic element", OJSC "Russian Railways" and which are individual major representatives of the Russian industrial sector are investigated. Different ways of development of lean production by Russian enterprises are analyzed and the most common way – independent interpretation and implementation is identified. Review of the tools of this management model used at the Russian enterprises is paid great attention. The prevalence of such tool as 5S (approximately 87,5%), because of its visible simplicity of understanding and ease of implementation is noted. The most important indicator – the economic effect of the introduction of the lean production concept at the enterprises of Russian industry in 2014 is analyzed. It is concluded that the economic result of the use of management model at Russian industrial enterprises is extremely low and varies at most about 1% of revenue. The obtained results demonstrate the prospects of further development of lean production and prove the possibility of achieving a high competitiveness of the domestic industrial sector of economy.

Keywords: Lean Production, Russian economy, tools of Lean Production, economic effect

Для цитирования

Балашова Е. С., Громова Е. А. Перспективы и возможности внедрения эффективных моделей управления на предприятиях российской промышленности // Вестник ВГУИТ. 2016. № 2. С. 287–292. doi:10.20914/2310-1202-2016-2-287-292

For citation

Balashova E. S., Gromova E. A. Prospects and opportunities the implementation of effective management models at the enterprises of the Russian industry. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 2. pp. 287–292. (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2016-2-287-292

Введение

Анализ поведения российской экономики в 2015 году показал, что структурные изменения её коснулись в недостаточной мере. К сожалению, стоит констатировать по-прежнему высокую зависимость экономики от импорта углеводородов. Прогнозы на наступивший год носят неоднозначный характер. Так, международное рейтинговое агентство Moody's Investors Service в своём официальном пресс-релизе изначально заявило о снижении реального ВВП в 2015 г. примерно на 3% и о стагнации в 2016 г., а затем ухудшило свой прогноз, предположив уменьшение ВВП на 0,5–1,5% [1]. Ещё одно не менее влиятельное рейтинговое агентство Standard & Poor's даёт положительный прогноз на 2016 г. для России, выражающийся в росте ВВП на 1,9%, обусловленный увеличением цены на нефть до 70 \$ за баррель [2]. В свою очередь, эксперты Международного валютного фонда склонны видеть негативную тенденцию в развитии отечественной экономики, спрогнозировав падение ВВП в 2016 году на 1,1% [2]. Далее представлена гистограмма по данным Росстата, отражающая динамику ВВП по годам в постоянных ценах 1990 г. (2001–2015 гг.) (рисунок 1) [3].

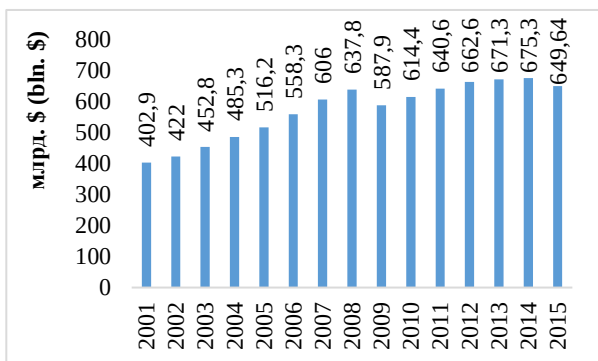


Рисунок 1. Динамика ВВП России по годам в постоянных ценах 1990 г. в млрд \$ (2001–2015 гг.)

Figure 1. Dynamics of the Russian GDP by year in constant prices of the 1990-s, bln \$ (2001–2015)

Взятый правительством РФ курс на импортозамещение и структурные экономические изменения предполагает актуализацию вопросов повышения конкурентоспособности промышленности. В связи с этим стоит отметить необходимость внедрения эффективных моделей управления промышленными предприятиями и организации внутренних процессов.

Мировой опыт развития промышленности показывает, что наряду с эффективно

применяемыми технологиями всё большую важность приобретают организационные технологии, под которыми стоит понимать основные концепции создания и поддержания эффективности функционирования внутренних процессов предприятия [4].

Рациональное использование имеющихся ресурсов в современных условиях имеет ограниченную функциональность [6]. Гораздо более серьёзные результаты может принести выявление и применение скрытых производственных и организационно-экономических резервов, позволяющее ликвидировать имеющийся разрыв в фактической производительности российских и иностранных промышленных предприятий. В связи с этим анализ внедрения Lean Production на российских предприятиях позволяет получить неожиданные выводы и результаты.

1.1 Материалы и методы

Практическое распространение Lean Production на предприятиях российской промышленности началось в 2000-е годы. Первая реализация данной концепции организации внутренних процессов производства и управления ресурсами была осуществлена в 2001 году в Ленинградской области на заводе ЗАО «Форд Мотор Компани» (Всеволожск). Данный опыт остался практически незамеченным для общественности в силу высокой степени закрытости корпоративной культуры компании. Первые 3–4 года существования «Ford Motor Company» в России – это, пожалуй, единственный случай внедрения эффективной модели управления на российской территории.

К российской промышленности отнести ЗАО «Форд Мотор Компани» можно с большой натяжкой, так как несмотря на юридическое лицо, зарегистрированное в РФ, компания полностью управлялась иностранным персоналом и приглашённым из центрального европейского офиса менеджером. Вследствие действия Постановления № 166 «О внесении изменений в Таможенный тариф РФ в отношении автокомпонентов, ввозимых для промышленной сборки» «Ford Motor Company» инициировало распространение Lean Production на предприятия-поставщиков 1-го, а затем и 2-го уровней.

Начиная с середины первого десятилетия XXI-го века, можно констатировать широкое распространение Lean Production в российской промышленности. Существует два пути освоения российскими компаниями вышеуказанной модели ресурсного менеджмента. Первый

состоит в проникновении на внутренний рынок иностранных компаний, уже активно применяющих принципы Lean Production, либо оказывающих консультационное содействие по внедрению концепции на предприятиях, представляющих отечественный сектор экономики. Альтернативный путь заключается в самостоятельной интерпретации и выстраивании бизнес-процессов согласно данной концепции. Стоит отметить, что путь освоения представляет неосновной интерес, так как главным критерием действенности той или иной модели управления является повышение эффективности показателей деятельности.

Кроме того, принципиальным моментом является набор используемых предприятиями инструментов. На данный момент в соответствии с проведённым экспресс-анализом достаточно весомая доля организаций, осуществляющих свою деятельность на территории Российской Федерации, исповедует бережливое производство. В анализе участвовали самые примечательные примеры таких компаний. В их число вошли представители государственных корпораций «Ростех» и «Росатом», промышленной группы «Базовый элемент», ОАО «Российские железные дороги» и отдельные крупные предприятия. Распределение предприятий согласно, выбранному пути внедрения концепции Lean Production, показано на рисунке 2.



Рисунок 2. Процентное распределение предприятий согласно характеру пути освоения концепции Lean Production

Figure 2. The interest distribution of the enterprises according to the nature of introducing way of Lean Production

Среди организаций, оказывающих содействие отечественным предприятиям в освоении принципов бережливого производства, можно выделить следующие: Daimler, Boeing, Альянс Renault-Nissan, AlstomTransport, Dupont, McKinsey & Company, Schneider Electric, Pratt

and Whitney, Snecma (корпорация SAFRAN), Lean Management Institute, Lean Coaching.

Процентное соотношение демонстрирует тенденцию, заключающуюся в превалировании самостоятельного внедрения данной концепции, основываясь на субъективном восприятии и толковании особенностей вышеупомянутой бизнес-модели организации производства, над использованием консультационных услуг сторонних структур, отличающихся наличием хорошо выстроенной и функционирующей данной модели ресурсного менеджмента, либо занимающихся вопросами и проблемами концепции Lean Production на профессиональном уровне.

При анализе инструментов бережливого производства, которые используют российские предприятия, обращает на себя внимание тотальное превосходство такого инструмента, как 5S – прикладной методологии формирования и поддержания рабочего порядка в процессе создания добавочной ценности [7], обусловленных видимой простотой содержания данного инструмента и лёгкостью его внедрения, а также их сравнительное разнообразие. Наряду с 5S фигурируют следующие инструменты: Total Productive Maintenance (TPM, Всеобщее обслуживание оборудования), Value Stream Map (VSM, Картирование потока создания ценности), Single-Minute Exchange of Dies (SMED, быстрая переналадка), CANBAN, Total Quality Management (TQM, всеобщий контроль качества). В отдельную группу выделены, недостаточно востребованные российским менеджментом инструменты бережливого производства – Shop Floor Management (SFM, управление процессами из места создания ценности), Hoshin Canri, Total Flow Maintenance (TFM, управление всей цепью поставок), Total Service Management (TSM, всеобщее управление сервисом), SWIP (программа недельных улучшений), Training Within Industry (TWI, обучение на производстве).

Результаты анализа российских предприятий, внедряющих концепцию Lean Production, с точки зрения применения различных инструментов представлены на рисунке 3.

Экономический эффект от реализации мероприятий в рамках выбранной стратегии развития является главной характеристикой успешности. Субъективность данного показателя в абсолютном выражении достаточно высока, так как различные по ключевым характеристикам предприятия имеют разные индикаторы деятельности. Но, тем не менее, систематизация результатов преобразований несёт

в себе информативную роль. Экономический эффект от внедрения концепции бережливого производства по итогам 2014 года на некоторых анализируемых российских предприятиях представлен в таблице 1.

На примере ПАО «Мотовилихинские заводы» видно, что при недавнем внедрении концепции бережливого производства, полученный экономический эффект, занимает немалую долю в выручке предприятия, равную примерно 5%. Набор инструментов уже используемых компанией содержит такие, как 5S, SFM, CANBAN, VSM, SMED, TPM, TQM [8]. Результат первого года применения принципов данной концепции даёт основания для положительного прогноза в отношении постепенного повышения показателя выручки предприятия и, следовательно, эффективности использования данной модели ресурсного менеджмента.

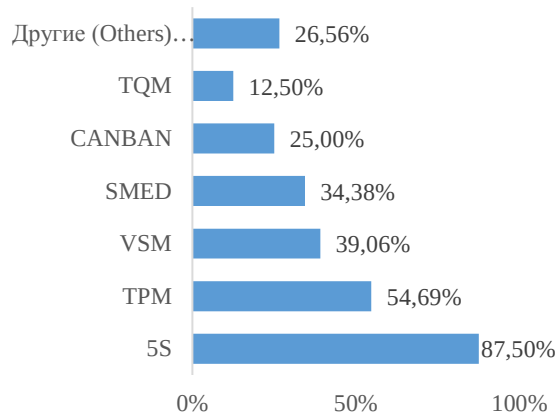


Рисунок 3. Инструменты бережливого производства, используемые на российских предприятиях

Figure 3. The tools of lean production, which used at the Russian enterprises

Экономический эффект от внедрения Lean Production на отдельных российских предприятиях

Таблица 1

Table 1.

Economic effect of the implementation of Lean Production at some Russian enterprises

Наименование предприятия Name of enterprise	Год внедрения LP Year of the implementation of LP	Выручка за 2014 г., млн руб. Revenue of 2014, mln RUR.	Экономический эффект за 2014 г., млн руб. Economic effect of 2014, mln RUR	Доля экономического эффекта в выручке, % The share of economic effect in revenue, %
ПАО «Мотовилихинские заводы» PJSC «Motovilikhinskie Zavody»	2014	4 197,452	205	4,88
АО «Атомэнергомаш» JSC «Atomenergomash»	2007	48 600	354	0,73
ПАО «Сибур Холдинг» PJSC «Sibur holding»	2011	285 545,215	170	0,06
ОАО «ТГК-1» OJSC «TGK-1»	2011	65 173	1 229	1,89
Группа «Новолипецкий металлургический комбинат» Group NLMK	2009	674 648	543	0,08
ЗАО «Авиастар-СП» CJSC «Aviastar-SP»	2008	6 747,033	22	0,33
Группа «Челябинский трубопрокатный завод» ChelPipe Group	2014	97 184,656	182	0,19

1.2 Результаты и обсуждение

Подводя итоги проведённого исследования, можно сформулировать следующие основные результаты и выводы:

1) Геополитическая обстановка и отсутствие серьёзных структурных изменений в российской экономике актуализируют внедрение эффективных моделей управления на предприятиях российской промышленности, позволяющих не только рационализировать управление имеющимися экономическими ресурсами, но и выявить и использовать скрытый ресурсный потенциал;

2) Наиболее широкое распространение из современных концепций менеджмента в российской промышленности получило Lean Production, причём первый успешный опыт практического внедрения достаточно долго был единственным и никак не освещался в средствах массовой информации, вследствие чего остался практически незамеченным. Начиная с середины 2000-х годов, данная концепция стала внедряться повсеместно или вследствие влияния пришедших в РФ иностранных компаний, или путём самостоятельной интерпретации теоретических знаний;

3) Государственная ориентация на внедрение Lean Production привела к внедрению его в том числе на предприятиях российских корпораций;

4) Преимущественно самостоятельное внедрение Lean Production приводит к тому, что предприятия зачастую делают это фрагментарно, преувеличивая значение отдельных инструментов и недооценивая результативность других;

5) Как следствие, экономический результат от использования моделей управления на российских промышленных предприятиях крайне низок и варьируется в своём большинстве в районе 1% от выручки.

ЛИТЕРАТУРА

1 Moody's предсказало России еще год рецессии. URL: <http://www.vedomosti.ru/economics/news/2015/08/28/606668-moodys-predskazalo-rossii-retsessii> (дата обращения 07.11.2015).

2 Прогноз экономики России на 2016 год. URL: <http://biznesklubonline.com/prognozy/465-prognoz-ekonomiki-rossii-na-2016-god/> (дата обращения 07.11.2015)

3 Динамика ВВП России по годам в постоянных ценах 1990 г. (2001–2015 гг.). URL: <http://investorschool.ru/vvp-rossii-po-godam> (дата обращения 16.03.2016)

4 Ишевский А. Л., Marin Iniesta F. Перспективы и риски агропромышленного комплекса Российской Федерации в условиях закона убывающей эффективности // Вестник Международной академии холода. 2014. № 3. С. 53–57.

5 Byrne A. The lean turnaround. How business leaders use lean principles to create value and transform their company. N.Y.: The McGraw-Hill books, 2013. 201 p.

6 Emiliani M. L. Real Lean. Understanding the Lean Management System. First edition. Connecticut: The Center for Lean Business Management, LLC, 2014. 164 p.

7 Глухов В. В., Балашова Е. С., Артеменко Е. С. Ресурсный менеджмент: методы выявления резервов производства. СПб.: Изд-во «Наука», 2012. 275 с.

8 Эволюция производственной системы: от планирования до стандартизации. URL: http://www.nis.tatneft.ru/storage/block_editor/files/e612104b3803c11190a1442d647e1273730421e6.pdf (дата обращения 22.11.2015).

REFERENCES

1 Moody's predskazalo Rossii eshe god retsessii [Moody's predicted Russia another year of recession] Available at: <http://www.vedomosti.ru/>

Заключение

Стоит отметить, что полученные результаты наглядно демонстрируют перспективы дальнейшего развития, среди которых стоит обратить внимание, в первую очередь, на систематизацию используемых инструментов, логичность и системность проводимых мероприятий. Достигнутые экономические результаты демонстрируют скрытый потенциал, выявление и использование которого позволит приблизиться к поставленной цели на пути структурных изменений российской экономики и повышению эффективности промышленного сектора.

economics/news/2015/08/28/606668-moodys-predskazalo-rossii-retsessii (accessed 07.11.2015) (in Russian)

2 Prognoz ekonomiki Rossii na 2016 god. [Forecast of the Russian economy in 2016] Available at: <http://biznesklubonline.com/prognozy/465-prognoz-ekonomiki-rossii-na-2016-god/> (accessed 07.11.2015) (in Russian).

3 Dinamika VVP Rossii po godam v postoyannyih tsenah 1990 g. (2001–2015 gg.). [Dynamics of the Russian GDP by year in constant prices 1990 (gg 2001–2015)] Available at: <http://investorschool.ru/vvp-rossii-po-godam> (accessed 16.03.2016) (in Russian).

4 Ishevsky A. L., Marin Iniesta F. Prospect and risks of agroindustrial complex in the Russian Federation under the conditions of the law of diminishing efficiency. *Vestnik Mezhdunarodnoi akademii kholoda*. [Proceedings of the International Academy of Refrigeration] 2014, no. 3, pp. 53–57. (in Russian).

5 Byrne A. The lean turnaround. How business leaders use lean principles to create value and transform their company. N.Y., The McGraw-Hill books, 2013. 201 p.

6 Emiliani M. L. Real Lean. Understanding the Lean Management System. First edition. Connecticut, The Center for Lean Business Management, LLC, 2014. 164 p.

7 Glukhov V. V., Balashova E. S., Artemenko E. S. Resursnyy menedzhment: metody i vyiyavleniya rezervov proizvodstva [Resource management: methods of identification of production reserves] Saint-Petersburg, Nauka, 2012. 275 p. (in Russian).

8 Evolyutsiya proizvodstvennoy sistemy: ot planirovaniya do standartizatsii. [Evolution of production systems: from planning to standardization] Available at: http://www.nis.tatneft.ru/storage/block_editor/files/e612104b3803c11190a1442d647e1273730421e6.pdf (accessed 22.11.2015). (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Елена С. Балашова к. э. н., доцент, заведующий кафедрой, кафедра экономики и менеджмента недвижимости и технологий, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, ул. Политехническая, 29, г. Санкт-Петербург, 195121, Россия, elenabalashova@spbstu.ru

Елизавета А. Громова аспирант, кафедра экономики и менеджмента недвижимости и технологий, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, ул. Политехническая, 29, г. Санкт-Петербург, 195121, Россия, lizaveta-90@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Елена С. Балашова обобщила материал, написала рукопись, построила выводы, корректировала рукопись до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

Елизавета А. Громова собрала фактический материал, написала рукопись, произвела расчёты и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 23.03.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 20.04.2016

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Elena S. Balashova PhD in Economics, Associate Professor, head of the department, economics and management of technologies and real estate department, Peter the Great St. Petersburg polytechnic university, Politehnicheskaya str., 29, Saint-Petersburg, 195121, Russia, elenabalashova@spbstu.ru

Elizaveta A. Gromova graduate student, economics and management of technologies and real estate department, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Politehnicheskaya str., 29, Saint-Petersburg, 195121, Russia, lizaveta-90@yandex.ru

CONTRIBUTION

Elena S. Balashova summarized material, wrote the manuscript, made conclusions, correct the manuscript before filing in editing and is responsible for plagiarism

Elizaveta A. Gromova picked up the actual material, wrote the manuscript, performed computations and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 3.23.2016

ACCEPTED 4.20.2016

Оптимизация нейросетевого алгоритма описания земельного рынка

Мирон А. Карпович,¹

Екатерина Г. Фролова¹ eg.frolova@gkp.vrn.ru

¹кафедра экономики и основ предпринимательства, Воронеж. гос. архитектурно-строительный ун-т, ул. 20 летия Октября, 64, г. Воронеж, 394006, Россия

Реферат. Показаны преимущества использования нейросетевых технологий по сравнению с традиционными при описании динамически меняющихся систем, к которым относится и современный земельный рынок. Выявлена основная трудность, возникающая во время практических реализаций нейросетевых моделей рынка земли и строительной продукции, состоящая в формировании репрезентативного набора обучающих и тестовых примеров. Определены требования, выполнение которых необходимо для корректного описания современной экономической ситуации, заключающееся в том, что тренировочное множество в пространстве признаков не должно иметь областей с малой плотностью наблюдений. Сформулированы методы оптимизации эмпирического массива, позволяющие избежать далёкой экстраполяции данных из областей сгущения набора примеров. Показано, что радикальный метод оптимизации набора обучающих и тестовых примеров, заключающийся в сборе дополнительной информации, для экономических задач обычно сопряжён со значительными затратами ресурсов и времени и по соотношению затраты/отдача менее эффективен, чем алгоритм оптимизации нейросетевых моделей земельного рынка на фиксированном наборе эмпирической информации. Подробно проанализирован алгоритм оптимизации, основанный на преобразовании массивов информации и заключающийся в растяжении областей сгущения набора примеров, а также сжатия областей малой плотности наблюдений. На конкретном примере рынка земельных участков Воронежской области, предназначенных для дорожного строительства, продемонстрировано значительное уменьшение относительной ошибки описания цены земельного участка, что с учётом значительной абсолютной стоимости земли делает рентабельным применение даже радикального метода оптимизации эмпирического массива. Продemonстрирована высокая экономическая эффективность применения предложенных алгоритмов.

Ключевые слова: рынок земли, дорожное строительство, нейронная сеть, оптимизация, экономическая эффективность

Optimization of neural network algorithm of the land market description

Myron A. Karpovich,¹

Ekaterina G. Frolova¹ eg.frolova@gkp.vrn.ru

¹economics and the basics of entrepreneurship department, Voronezh. state. Architecture and Construction University, 20 Ocityabya str, 64, Voronezh, 394006, Russia

Summary. The advantages of neural network technology is shown in comparison of traditional descriptions of dynamically changing systems, which include a modern land market. The basic difficulty arising in the practical implementation of neural network models of the land market and construction products is revealed. It is the formation of a representative set of training and test examples. The requirements which are necessary for the correct description of the current economic situation has been determined, it consists in the fact that Train-paid-set in the feature space should not have the ranges with a low density of observations. The methods of optimization of empirical array, which allow to avoid the long-range extrapolation of data from range of concentration of the set of examples are formulated. It is shown that a radical method of optimization a set of training and test examples enclosing to collect supplementary information, is associated with significant costs time and resources for the economic problems and the ratio of cost / efficiency is less efficient than an algorithm optimization neural network models the earth market fixed set of empirical data. Algorithm of optimization based on the transformation of arrays of information which represents the expansion of the ranges of concentration of the set of examples and compression the ranges of low density of observations is analyzed in details. The significant reduction in the relative error of land price description is demonstrated on the specific example of Voronezh region market of lands which intend for road construction, it makes the using of radical method of empirical optimization of the array cost-effective with accounting the significant absolute value of the land. The high economic efficiency of the proposed algorithms is demonstrated.

Keywords: land market, road construction, neural network, optimization, economic efficiency

Введение

На протяжении многих лет в качестве основного метода описания динамики и оптимизации сложных систем использовались линейные модели, для которых разработаны эффективные алгоритмы оптимизации. Однако для большинства реальных систем (и, в частности, экономических) линейная аппроксимация неадекватна реальности [1].

Для цитирования

Карпович М. А., Фролова Е. Г. Оптимизация нейросетевого алгоритма описания земельного рынка // Вестник ВГУИТ. 2016. № 2. С. 293–298. doi:10.20914/2310-1202-2016-2-293-298

В связи с этим в последнее время наблюдается рост интереса к нейронным сетям: они успешно используются в самых различных областях науки и практики, в том числе и в экономике. Сферой их применения являются задачи прогнозирования, классификации и управления, для которых отсутствуют адекватные количественные модели или они чересчур сложны для практики.

For citation

Karpovich M. A., Frolova E. G. Optimization of neural network algorithm of the land market description. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 2 pp. 293–298. (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2016-2-293-298

Преимущества использования нейросетевых технологий по сравнению с традиционными определяются, в основном, тремя обстоятельствами. Во-первых, нейронные сети принципиально нелинейны, вследствие чего они представляют собой исключительно мощный метод моделирования, позволяющий воспроизводить сложные зависимости. Во-вторых, нейронные сети эффективно справляются с «проклятием размерности», которое не позволяет моделировать даже и линейные зависимости в случае большого числа переменных [2]. И, в-третьих, они пригодны для описания динамически меняющихся систем, поскольку при неизменной архитектуре адаптируются к быстро меняющейся реальности за счёт изменения только тренировочного набора примеров [3].

Нейросетевые технологии характеризуются возможностью нелинейного моделирования сложных многомерных систем. При этом решение большей части задач, связанных с проектированием, обучением и эксплуатацией нейросетей хорошо известно [4]. Создан разнообразный инструментарий, включающий набор алгоритмов и их программных реализаций, позволяющих даже неспециалисту в области математики и теории управления ставить и решать задачи нейросетевого описания сложных динамических систем [5]. Это позволило, в частности, успешно описывать динамику социально-экономических систем и бизнес-структур (см., например, обзор [6] и цитированную в нём литературу). При этом в сфере экономики наибольшее применение нашли нейросетевые технологии в банковском [7] и биржевом секторах [8]. Для таких систем характерны постоянно динамически обновляющиеся значительные объёмы информации.

В противоположность этому примеры успешного использования нейросетевых алгоритмов к описанию рынков земли и строительной продукции весьма немногочисленны [9], что обусловлено неполнотой и кластеризацией эмпирических данных для таких систем. Главной трудностью для практических реализаций нейросетевых моделей является адекватное реальной ситуации формирование репрезентативного набора обучающих и тестовых примеров [10]. При этом для корректного описания реальной экономической ситуации тренировочное множество в пространстве признаков не должно иметь областей, в котором плотность наблюдений мала. В ином

случае в этих областях будет необходима экстраполяция данных из областей сгущения набора примеров. Такая экстраполяция для нелинейных систем, к которым относятся и социально-экономические, недостоверна [11], вследствие чего могут возникнуть ошибки классификации и описания реальных систем.

Радикальный метод улучшения степени репрезентативности набора обучающих и тестовых примеров, заключающийся в сборе дополнительной информации, более подробно описывающей систему в областях малой плотности наблюдений, для экономических задач обычно сопряжён со значительными затратами ресурсов и времени. Поэтому, как правило, более эффективными по параметру затраты/отдача являются алгоритмы оптимизации количественных моделей систем на фиксированном наборе эмпирической информации. Одним из таких алгоритмов является метод преобразования массивов информации, заключающийся в растяжении областей сгущения набора примеров и сжатия областей малой плотности наблюдений.

Оптимизация нейросетевого описания рынка земельных участков для дорожного строительства

Как свидетельствует анализ данных земельного рынка Воронежской области, исходное распределение наблюдений характеризуется большой неравномерностью: более 34% сосредоточено в пятипроцентной области характеристик с центром в точке 0,71 и ещё более 20% локализованы в десятипроцентной области характеристик с центром в точке 0,35. Суммарно более половины эмпирического массива локализовано в области шириной менее 15% описываемого интервала характеристики. При использовании для обучения нейросети такого массива адекватно будет описана лишь малая часть исследуемых объектов.

Значительно лучше будет обучена нейросеть на массиве преобразованных данных. Как свидетельствуют результаты расчётов, даже максимальный разброс плотностей наблюдений менее двукратного. При этом минимальная плотность преобразованных наблюдений реализуется на границах области описания. На практике объекты с экстремальными характеристиками реализуются реже, чем со средними.

Расчёты свидетельствуют о том, что добавление результатов шести наблюдений в областях их малой плотности значительно улучшает обучаемость сети во всём диапазоне описываемого параметра.

Выбор метода увеличения репрезентативности набора обучающих и тестовых примеров и дальнейшее улучшение обучаемости нейросети в любом случае на первом этапе требует анализа частотного распределения имеющейся информации.

Выполним этот анализ на конкретном примере земельных участков, постоянное и временное занятие которых необходимо для строительства объекта «Реконструкция автомобильной дороги М-29 «Кавказ» – из Краснодара (от Павловской) через Грозный, Махачкалу до границы с Азербайджанской Республикой (на Баку) на участке км 368+000–387+000, Ставропольский край». Всего этот массив информации содержит 149 элементов. Земельные участки описываются следующим набором характеристик:

1. Кадастровый номер выделяемой части.
2. Категория земель.
3. Собственник земельного участка.
4. Наличие инженерных коммуникаций на участке.
5. Плодородие почвы.
6. Удалённость от лесного участка.
7. Удалённость от водного объекта.
8. Удалённость от существующей дороги.
9. Удалённость от населённого пункта.
10. Плодородие почвы.
11. Площадь постоянного отвода.
12. Рыночная стоимость по требованию.
13. Площадь временного отвода.
14. Убытки, упущенная выгода.
15. Стоимость единицы площади.
16. Упущенная выгода с единицы площади.

В наборе характеристик курсивом выделены номинальные переменные, принимающие значения из фиксированного множества. Плотным шрифтом выделены выходные параметры нейросетевой модели.

Среди номинальных переменных характеристика «Категория земель» реально представлены только для земель сельскохозяйственного назначения (свыше 93% примеров), поэтому только такие участки могут быть описаны на этом массиве эмпирической информации. По номинальной характеристике «Собственник земельного участка» реально представлены участки, находящиеся в общей долевой собственности и принадлежащие физическим лицам. Информация об участках, находящихся в госсобственности и собственности юридических лиц в данной выборке недостаточна для их количественной оценки действительных переменных.

Действительные характеристики «Рыночная стоимость по требованию» и «Стоимость единицы площади» не являются независимыми, так же, как и пара характеристик «Убытки, упущенная выгода» и «Упущенная выгода с единицы площади». При этом удельные стоимости и убытки на этом массиве информации по свойствам близки к номинальным переменным: данные для них чётко распадаются на два класса, ширины которых много меньше расстояния между ними. Поэтому нейросетевая задача в этом случае является задачей классификации, а не аппроксимации. Действительная переменная «Плодородие почвы» принимает единственное значение $P=0,93$, вследствие чего только для таких участков с/х назначения может быть выполнена тренировка нейросети. Оценим теперь распределение остальных действительных переменных в массиве эмпирической информации.

Анализ эмпирической информации позволяет сделать следующие выводы:

— Для тех характеристик, у которых значительная часть наблюдений сосредоточена в малой области, эффективным методом оптимизации информации является растяжение области сгущения примеров. Альтернативный путь добавления информации требует весьма значительных затрат;

— Хотя формально и для площадей временного и постоянного отвода также существуют области сгущения при малых значениях соответствующих характеристик, однако, метод растяжения этих областей неадекватен реальной экономической ситуации, что определяется доминирующим вкладом малого числа крупных участков в земельный рынок. Для этих характеристик необходимо подробное исследование сегмента крупных участков, а при невозможности получения такой информации с приемлемыми затратами – кластеризация данных и отдельное описание различных сегментов рынка;

— Для характеристик с достаточно равномерным распределением информации даже небольшое увеличение числа примеров весьма значительно улучшает обучаемость нейросети. Поэтому для таких характеристик эффективен радикальный метод оптимизации информации и лишь при его неприемлемой затратности может быть использован расчётный метод растяжения/сжатия областей характеристик.

Проанализируем изменение степени обучаемости нейросети при растяжении области сгущения примеров по параметрам «Удалённость от лесного участка» и «Удалённость от водного

объекта» при разбиении полного эмпирического массива из 149 элементов на подмассивы: 130 тренировочных примеров и 19 – тестовых.

Обучение нейросети проводилось на модифицированном путём растяжения области сгущения примеров по параметрам «Удалённость от лесного участка» и «Удалённость от водного объекта» массиве наблюдений.

Сравнение результатов обучения нейросети свидетельствует о том, что оптимизация обучающего множества примеров снижает верхнюю границу ошибки с 0,3% до 0,23%. Кроме того, происходит перераспределение погрешностей описания цены внутри диапазона ошибок: снижается доля погрешностей, превышающих 0,2%, за счёт чего возрастает доля погрешностей, лежащих в окрестности точки 0,1%. Дальнейшее снижение верхней границы погрешности описания цены невозможно осуществить без радикального улучшения обучающего массива.

Обучение нейросети проводилось модифицированным методом путём растяжения области сгущения примеров по параметрам «Удалённость от лесного участка» и «Удалённость от водного объекта» массива наблюдений при дополнении тренировочного массива тремя наблюдениями при больших значениях указанных параметров.

Расчёты свидетельствуют, что совместное применение алгоритма растяжения области параметров и добавления в обучающий массив небольшого числа наблюдений, локализованных в области слабого описания исследуемой

системы, удаётся добиться радикального улучшения работы нейросети: верхняя граница погрешности предсказания цены снижается более, чем в два раза и распределение погрешностей стягивается в область малых (не превышающих величины 0,1%) значений. Столь значительное уменьшение относительной ошибки описания цены земельного участка, с учётом значительной абсолютной стоимости земли, может сделать рентабельным процесс сбора дополнительной информации в области недостаточной плотности эмпирических данных.

Экономические результаты уменьшения ошибки оценки земельной составляющей при применении разработанных в данной диссертации алгоритмов приведены в таблице 4. При расчётах предполагалось, что параметры инфляционных процессов за полный жизненный цикл проекта идентичны параметрам за 1995–2015 гг.

Таким образом, дисконтированная выгода Pr , % от уточнения только земельной составляющей бизнес-плана проекта, может быть оценена как:

$$Pr = \frac{14,1 \times (7,3 + 2,1 + 0,7)}{100} = 1,28$$

При цене автодороги сметной стоимостью 100 млн руб. выражение планируемой выгоды составляет 1,28 млн руб. при минимальных затратах на сбор дополнительной информации, выполнение анализа и проведение расчётов.

Таблица 1

Эффективность применения нейросетевых технологий при проведении землеотвода для строительства автомобильных дорог

Table 1

The effectiveness of the use of neural network technology in land allocation for construction of highways

№	Показатель Factor	Оценка показателя% Factor rating, %
1	Доля земельной составляющей The proportion of the land component	9,2
2	Дисконтированная доля земельной составляющей The discounted proportion of the land component	14,1
3	Уменьшение ошибки оценки дисконтированной доли за счёт учёта тренда инфляции Reducing the proportion of the discounted valuation error due account of the inflation trend	7,3
4	Уменьшение ошибки оценки дисконтированной доли за счёт оптимизации экономической информации Reducing the proportion of the discounted estimation error due to the optimization of the economic information	2,1
5	Уменьшение ошибки оценки дисконтированной доли за счёт сбора дополнительной экономической информации Reducing the error estimation discounted the proportion of at the expense of collecting additional economic information	0,7

Заключение

Таким образом, нейросетевые модели земельного рынка, характеризующиеся возможностью нелинейного описания сложных динамических систем, адекватны современной рыночной ситуации. Однако вследствие неполноты и значительной кластеризации эмпирических данных для земельного рынка и рынка строительной продукции примеры успешного применения нейросетевых технологий к таким системам весьма немногочисленны. Практическая реализация нейросетевых моделей становится возможной только после

формирования репрезентативного набора обучающих и тестовых примеров. Эта операция может быть выполнена альтернативными методами: либо а основе растяжения области сгущения примеров, либо за счёт сбора дополнительной информации в области их малой плотности. Однако второй метод весьма затратен и должен быть использован только после исчерпания возможностей первого. Экономические результаты уменьшения ошибки оценки земельной составляющей при использовании разработанных в этой работе алгоритмов свидетельствуют об их высокой эффективности по соотношению затраты/отдача.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Грешиллов А.А. Математические методы принятия решений, М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006, 583 с.
- 2 Stanley J. Introduction to Neural Networks. Sierra Madre, CA // California Scientific Software. 2011. 311 p.
- 3 Hinton. G.E., Sejnowski. T.J. Learning and Relearning in Boltzmann Machines // P-rullel Distributed Proceedings. 1996. V. 11. P. 282–317.
- 4 Цыпкин А.И. Нейронные сети: История развития теории. М.: ИПРЖР, 2011, 517 с.
- 5 Бир С. Мозг фирмы. М.: Радио и связь, 1993. 524 с.
- 6 Eldon Y. L., San-Hsing, Ming-Hsiung, Chia-Yi Applications Artificial neural networks and their business applications // Information & Management. Institute of Information Management, National Chung Cheng University of Taiwan, R.O.C. 2014, P. 303–313.
- 7 Фролов Ю.В., Пастухов Е.С. Мониторинг изменений в банковском сообществе России с применением самоорганизующихся карт Кохонена // Банковские технологии. 2012. № 11.
- 8 Недосекин А.О., Заболоцкий С.Н. Подход к учету долговых обязательств в программах фондового менеджмента // Аудит и финансовый анализ. 2001. № 1. 31 с.
- 9 Карпович М.А. Нейросетевые методы оценки затрат на научно исследовательские и проектно-изыскательские работы // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий». 2014. № 1. С. 235–240.
- 10 Галушкин А.И. Применения нейрокомпьютеров в финансовой деятельности. Новосибирск: Наука, 2002. 215 с.
- 11 Barron A.R. Predicted Squarer Errors: A Criterion for Automatic Model Selection. New York: Marcel Dekker, 2006. 311 p.

REFERENCES

- 1 Greshilov A.A. Matematicheskie metody prinyatiia reshenii [Mathematical methods of decision-making] Moscow, MGTU im. N.E. Bauman, 2006. 583 p. (in Russian)
- 2 Stanley J. Introduction to Neural Networks. Sierra Madre, CA. California Scientific Software, 2011, 311 p.
- 3 Hinton G.E., Sejnowski. T.J. Learning and Relearning in Boltzmann Machines». P-rullel Distributed Proceedings, 1996, vol. 11, pp. 282–317.
- 4 Tsypkin A.I. Neironnye seti: Istoriia razvitiia teori [Neural Networks: Theory of History] Moscow, IPRZhR, 2011, 517 p. (in Russian)
- 5 Bir S. Mozg firmy [Firms brain] Moscow, Radio i sviaz', 1993. 524 p. (in Russian)
- 6 Eldon Y. L., San-Hsing, Ming-Hsiung, Chia-Yi Applications Artificial neural networks and their business applications. Information & Management. Institute of Information Management, National Chung Cheng University of Taiwan, R.O.C., 2014, pp. 303–313.
- 7 Frolov Yu.V., Pastukhov E.S. Monitoring changes in the Russian banking community with the use of self-organizing maps of Kohonen. *Bankovskie tekhnologii* [Banking technologies] 2012, no. 11. (in Russian)
- 8 Nedosekin A.O., Zabolotskiy S.N. The approach to recording debt stock management programs. *Audit i finansovyi analiz* [Audit and Financial Analysis] 2001, no. 1, 31 p. (in Russian)
- 9 Karpovich M.A. Neural network methods of estimating costs for scientific research, design and development works *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologiy* [Proceedings of VSUET] 2014, no.1, pp. 235–240. (In Russian)
- 10 Galushkin A. I. Primenenie neirokomputerov v finansovoi deiatelnosti [Applications of neuro-computers in financial activities] Novosibirsk, Nauka, 2002, 215p. (in Russian)
- 11 Barron A.R. Predicted Squarer Errors: A Criterion for Automatic Model Selection. New York: Marcel Dekker, 2006. 311 p.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Мирон А. Карпович доцент, кафедра экономики и основ предпринимательства, Воронеж. гос. архитектурно-строительный ун-т, ул. 20-летия Октября, 64, г. Воронеж, 394006, Россия, karpovich.am@gmail.com

Екатерина Г. Фролова аспирант, кафедра экономики и основ предпринимательства, Воронеж. гос. архитектурно-строительный ун-т, ул. 20-летия Октября, 64, г. Воронеж, 394006, Россия, eg.frolova@gkp.vrn

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Екатерина Г. Фролова предложила методику проведения эксперимента и организовала производственные испытания

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

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 21.03.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 18.04.2016

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Myron A. Karpovich Associate Professor, Department of Economics and the basics of entrepreneurship, Voronezh state Architecture and Construction Univ Str. October 20 anniversary, 64, Voronezh, 394006, Russia, karpovich.am@gmail.com

Ekaterina G. Frolova a graduate student, economics and the basics of entrepreneurship department, Voronezh. state. Architecture and Construction University, 20 Otyabya str, 64, Voronezh, 394006, Russia, eg.frolova@gkp.vrn.ru

CONTRIBUTION

Ekaterina G. Frolova proposed a methodology of experimental swipec-organized and production tests

Myron A. Karpovich wrote the manuscript, correct-ment it before filing in the office and is liable for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 3.21.2016

ACCEPTED 4.18.2016

Формы и методы стимулирования инновационной деятельности при реструктуризации производственной программы

Ирина И. Емцова,¹ Emtcova_irina@mail.ru
Тамара Ю. Ульченко,² 416477@inbox.ru
Любовь М. Сапронова² CanpLM@mail.ru

¹ кафедра управления, организации производства и отраслевой экономики, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, Россия

² кафедра менеджмента и управления организацией, Воронежский филиал РЭУ им. Г.В. Плеханова, ул. К. Маркса, д.67, г. Воронеж, 398038, Россия

Реферат. В российской экономике далеко не каждый хозяйствующий субъект осуществляет инновационную предпринимательскую деятельность. Сложившаяся ситуация порождена сложностью восприятия и практического перехода на инновационную систему хозяйствования. На развитие инновационной деятельности влияет общее состояние экономики и материального производства. Как показывает исследование, ресурсный потенциал инновационной деятельности за последние годы имел тенденцию к абсолютному количественному сокращению и ухудшению качества. Снижение уровня и качества ресурсного обеспечения инновационной деятельности обусловлено отсутствием необходимых средств. В настоящее время, инновации становятся основным средством увеличения прибыли хозяйствующих субъектов за счёт лучшего удовлетворения рыночного спроса, снижения производственных издержек по сравнению с конкурентами. Учитывая сложность предприятий, возникает необходимость государственного стимулирования инновационной деятельности, которое осуществляется основными направлениями, формами и методами. В системе прямых воздействий государства на инновационный бизнес особое место занимает стимулирование развития структур технопарков. Создание наиболее благоприятных условий для инновационных предприятий, оказание разнообразных услуг является их главной задачей. Для предприятий пищевой и перерабатывающей промышленности в настоящее время, наибольший удельный вес в денежных вложениях в инвестиционную деятельность имеют собственные источники финансирования, в том числе использование амортизационных отчислений. С целью финансирования обще-, межотраслевых и региональных научно-технических проблем возможно создание внебюджетных фондов финансирования НИОКР и поддержки инноваций. В финансовом обеспечении инновационной деятельности место отводится коммерческому кредиту. Банковский кредит позволяет повысить эффективность инновационной деятельности. В статье сделан вывод, что данные мероприятия, направленные на стимулирование инновационной деятельности, смогут результативно повлиять на деятельность предприятия и, в свою очередь, позволит увеличить выпуск продовольственных товаров высокого качества и разнообразного ассортимента, а также значительно повысить доходы предприятий пищевой промышленности

Ключевые слова: экономика, механизмы, инструменты, инновационная деятельность, государственное регулирование, ресурсный потенциал

Forms and methods of stimulation of innovative activities in the restructuring of production program

Irina I. Emtcova,¹ Emtcova_irina@mail.ru
Tamara Yu. Ulchenko,² 416477@inbox.ru
Lyubov M. Sapronova² CanpLM@mail.ru

¹ Department of production organization and industry economy, Voronezh. state University ing. technology

² Department of management and management organization, Voronezh branch of REU after. G. V. Plekhanov

Summary. In the Russian economy not every business entity, implements innovative business activities. The situation generated by the complexity of perception and practical transition to an innovative economic system. On the development of innovative activities affects the overall condition of the economy, condition of material production. The research demonstrates that resource potential of innovative activities in recent years had a tendency towards absolute quantitative reduction and quality deterioration. The decrease in the level and quality of resource provision of innovative activity due to the lack of necessary financial resources. Currently, innovation has become the primary means of increasing the profit of economic entities at the expense of better meet market demand, reduce production costs compared to competitors. Given the complexity of businesses, there is a need of the state stimulation of innovative activity, which is carried out the main directions, forms and methods. In the system of direct effects of the state on business innovation is the stimulation of development of Technopark structures. Creating the most favourable conditions for innovative enterprises, the provision of various services is their main goal. For the food processing industry currently, the largest share in the investments in the investment activities have their own sources of funding, including the use of depreciation. To finance industry-wide, cross-sectoral and regional scientific and technical problems you can create extra-budgetary funds for financing R & d and innovation support. To encourage regional interests, one of which is that innovation is available to local authorities. In the financial provision of innovative activity is given credit. A Bank loan allows you to increase the efficiency of innovation activity. The article concludes that these measures to stimulate innovative-innovative activity can effectively influence the activity of the company: will allow to increase the production of food products of high quality and varied assortment, which in turn, would boost the earnings of the food industry.

Keywords: economy, mechanisms, tools, innovative activity, state regulation, resource potential

Для цитирования

Емцова И. И., Ульченко Т. Ю., Сапронова Л. М. Формы и методы стимулирования инновационной деятельности при реструктуризации производственной программы // Вестник ВГУИТ. 2016. № 2. С. 299–306. doi:10.20914/2310-1202-2016-2-299-306

For citation

Emtcova I. I., Ulchenko T. Y., Sapronova L. M. Forms and methods of stimulation of innovative activities in the restructuring of production program. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 2 pp. 299–306. (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2016-2-299-306

Введение

Хозяйствующих субъектов в российской экономике, осуществляющих в полной мере инновационную предпринимательскую деятельность пока ещё недостаточно. Такая ситуация порождена сложностью восприятия и практического перехода на инновационную систему хозяйствования после долгих лет принудительного перераспределения и концентрирования ресурсов. Кроме того, ограниченность ресурсов должна побуждать производство снять эти ограничения путём инноваций. Однако побудительные мотивы могут быть практически подавлены, с одной стороны, при экономических кризисах и неопределённости развития, а, с другой – при снижении отдачи от вложенных средств. Поэтому общее состояние экономики, материального производства влияет на развитие инновационной деятельности [1, 6].

Преобразования, происходящие в последнее время в России, затрагивают многие сферы деятельности. Не обошли они стороной и такую важную, как научно-техническая политика. Учёные оценивают положение в инновационной сфере достаточно пессимистично. Тем не менее для многих российских предприятий активизация инновационной деятельности и внедрение её результатов являются главным условием эффективной работы и успеха [7].

Как видно, ресурсный потенциал инновационной деятельности за последние годы имел тенденцию к абсолютному количественному сокращению и ухудшению качества. Снижение уровня и качества ресурсного обеспечения инновационной деятельности обусловлено отсутствием необходимых средств. Тем не менее в настоящее время именно инновации становятся основным средством увеличения прибыли хозяйствующих субъектов за счёт лучшего удовлетворения рыночного спроса, снижения производственных издержек по сравнению с конкурентами [3, 5].

Затраты, издержки и себестоимость продукции являются важнейшими экономическими категориями. Во многом именно их уровень определяет величину прибыли и рентабельности предприятия, эффективность его хозяйственной деятельности. Формула эффективности деятельности любого предприятия выглядит как соотношение результатов и затрат, поэтому увеличение результативной части и уменьшение затратной одинаково приводит к увеличению отдачи, результативности

производства, появлению реальных возможностей усиления инновационной составляющей. Предприятиям для улучшения каналов финансирования следовало бы рассмотреть соотношение плановых и фактических сумм затрат у себя на предприятии; у конкурентов и в среднем по отрасли. Следовательно, возникает необходимость стимулирования инновационной деятельности на предприятиях [2, 8].

В производстве стимулирование применения инноваций связано с проблемой правильного их выбора. Для внедрения в производство сложность отбора того или иного предлагаемого наукой и техникой решения заключается, прежде всего, в разнообразии воздействий каждого из этих решений на производство. Актуальность проблемы выбора объекта нововведения состоит в том, что правильный первоначальный выбор предопределяет весь ход последующей инновационной деятельности и делает развитие производства необратимым [3, 9].

Стимулирование инновационной деятельности состоит из трёх основных направлений:

- государственная поддержка инновационной деятельности;
- внебюджетное финансирование;
- мотивация участников инновационной деятельности.

В области инноваций меры государства можно подразделить на две основные группы: прямые и косвенные [1, 9]. Прямое государственное регулирование осуществляется преимущественно в двух формах: административно-ведомственной и программно-целевой. Методы административно-ведомственной формы включают:

- 1) дотационное финансирование;
- 2) создание специальных организаций в рамках аппарата исполнительной власти;
- 3) оказание содействия в обмене научным и техническим персоналом между университетами, промышленностью и федеральными лабораториями;
- 4) поощрение частных лиц и корпораций, вносящих большой вклад в развитие науки и техники.

Методы программно-целевой формы государственного регулирования инноваций – это конкретное финансирование последних государственными целевыми программами поддержки нововведений.

Существуют основные направления инновационной деятельности, по которым осуществляется целевое финансирование: проведение фундаментальных, поисковых,

технологических и других научно-исследовательских работ, поддержка научно-исследовательской базы, обновление основных производственных фондов, информационное обеспечение, подготовка и переподготовка высококвалифицированных кадров.

Особое место в системе прямых мер воздействия государства на инновационный бизнес занимает стимулирование развития структур технопарков. Их главная задача – оказание разнообразных услуг и создание наиболее благоприятных для инновационных предприятий условий (что способствует привлечению средств и более эффективному их использованию), стимулирование развития передовых отраслей, ускорение инновационного процесса, практической реализации перспективных научных идей и открытий [2, 7].

Косвенное регулирование осуществляется в форме создания благоприятных условий для инновационной деятельности. Основные методы, относящиеся к косвенным, охарактеризуем ниже, а именно:

- либерализация налогового и амортизационного законодательства;
- разработка и внедрение соответствующих законодательных норм;
- создание социальной инфраструктуры.

По мнению специалистов, в России ещё не сложилась комплексная и эффективная система налогообложения применительно к науке, хотя налоговое законодательство предусматривает некоторые льготы, нацеленные на стимулирование инновационной деятельности. Действующие налоговые льготы не столько стимулируют вложение средств в научные исследования, сколько целенаправленно компенсируют недостатки налоговой системы, устраняют её противоречия, облегчают тяжелейшее финансовое положение. Это принципиальное отличие проявляется и в том, что НИОКР в нашей промышленности выполняются за счёт прибыли, в то время как в основных развитых странах расходы компаний на исследования и разработки, проводимые собственными силами, как правило, приравниваются к издержкам производства [4].

Развитие инновационной деятельности как на уровне отдельного предприятия, так и интегрированных структур и государства в целом предполагает создание стройной и хорошо обоснованной системы финансирования. Только в этом случае могут быть созданы необходимые условия для накопления и манёвра средствами и возможность их концентрации

на ключевых направлениях инновационной политики. Поскольку, бюджетные ресурсы чрезвычайно ограничены, основным источником финансирования инновационной деятельности являются внебюджетные средства. Основными формами этого направления стимулирования инновационной деятельности являются [5]:

- Собственные средства предприятий;
- Средства внебюджетных фондов;
- Средства, полученные на финансовом рынке;
- Средства, поступающие в порядке перераспределения.

В настоящее время для предприятий пищевой и перерабатывающей промышленности наибольший удельный вес инвестиций в инновационную деятельность имеют собственные источники финансирования – около 70%.

К элементам собственных средств промышленных предприятий предлагается относить следующее:

- Прибыль от реализации товарной продукции;
- Прибыль от выполненных научно-исследовательских работ;
- Прибыль от финансовых операций;
- Прибыль от строительно-монтажных работ, выполненных хозяйственным способом.
- Амортизационные отчисления;
- Выручка от реализации выбывшего имущества;
- Устойчивые пассивы;
- Целевые поступления.

Сейчас примерно половина предприятий пищевой промышленности нерентабельна, поэтому роль прибыли в финансировании инновационной деятельности значительно сократилась. Но если государство не может оперативно повлиять на эффективность работы частных предприятий, то в отношении амортизационной политики ситуация принципиально иная. Балансовая оценка стоимости в подавляющем большинстве морально устаревших изношенных основных фондов в современных российских условиях не отражает их восстановительную стоимость. Применяемые методы переоценки основных фондов приводят к завышению их стоимости в промышленности. Это означает завышенный налог на имущество, увеличение себестоимости и рост цен на конечную продукцию, невозможность списания выбывшего оборудования [6].

Во многих странах (Великобритания, Франция, Германия, США, Япония) существует возможность отсроченной амортизации, когда

в случае убытков предприятие может не начислять износ основных средств, перенося его на более благоприятный период без ограничения в сроках. Применение такого метода в России, при соблюдении контроля за использованием в дальнейшем амортизационных отчислений на капиталовложения, способствовало бы снижению числа убыточных предприятий, и по мере выхода из кризиса некоторых из них – росту инвестиций в инновационную деятельность. Использование амортизационных отчислений для финансирования инноваций стало, скорее, редким исключением, чем правилом. Большая их часть, идёт на покрытие текущих расходов. В этом случае кажется разумным введение специальных амортизационных счетов и контроля за их использованием с возможным начислением санкций в адрес предприятия и банка, осуществившего нецелевое перечисление таких средств [4].

По своей сути, амортизация является частью стоимости основных средств, используемых в производстве, и поэтому экономисты считают рациональным расширение законодательства о собственности на амортизационный фонд, чтобы разделить право собственности и управление им. Использование всего объёма амортизационных отчислений на капиталовложения позволило бы существенно увеличить инвестиции в инновационную деятельность.

В целях обеспечения финансирования обще- и межотраслевых и региональных научно-технических проблем, а также мероприятий по освоению новых видов промышленной продукции, в настоящее время допускается создание внебюджетных фондов финансирования НИОКР и поддержки инноваций. Средства таких фондов являются второй формой внебюджетного финансирования [8].

К элементам финансирования относятся:

- Средства центральных внебюджетных фондов (ВФ);
- Средства региональных ВФ;
- Средства муниципальных ВФ.

Внебюджетные фонды НИОКР являются важными источниками финансирования затрат, используемых на создание новых видов продукции, новых технологических процессов и других научно-технических мероприятий, внедрение которых может способствовать повышению технического уровня и качества товаров, что, в свою очередь, обеспечивает более высокую конкурентную способность продукции предприятий и организаций, повышение эффективности экономики.

Внебюджетные фонды образуются в соответствии с постановлением Правительства РФ, утвердившего «Порядок образования и использования отраслевых и межотраслевых внебюджетных фондов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ» от 12 апреля 1994 г. № 315 (в редакции постановления Правительства РФ от 31.03.1998).

Внебюджетные фонды образуются следующими субъектами [9]:

- 1) министерство науки и технической политики РФ (сейчас Государственный комитет РФ по науке и технологиям) образует Российский фонд технологического развития;
- 2) федеральные министерства – внебюджетные фонды соответствующих министерств;
- 3) иные федеральные органы исполнительной власти – ВФ ведомств.

В соответствии с постановлением Правительства РФ внебюджетные фонды формируются за счёт добровольных отчислений предприятий и организаций независимо от форм собственности в размере 1,5 % от стоимости реализуемой продукции. Сумму отчислений средств во внебюджетные фонды предприятия включают в себестоимость продукции.

В настоящее время происходит уменьшение в общем объёме финансирования доли средств из внебюджетных централизованных источников. Вместе с тем постепенно налаживается система регионального финансирования инноваций. Так, в 64 регионах России при соответствующих департаментах администрации созданы отделения федерального Фонда поддержки предпринимательства и развития конкуренции.

Местным органам власти предоставлены большие возможности по части стимулирования региональных интересов, одним из которых выступает инновационная деятельность, так как, чем больше в регионе будет прибыльно функционирующих предприятий, тем больше налогов поступит в доходную часть бюджета. Учредителями этих фондов наряду с местными органами власти могут выступать расположенные в регионе, и, возможно, за его пределами, предприятия и организации, в том числе общественные, заинтересованные в развитии тех или иных производств, улучшении социальной и экологической обстановки. В функции фондов входит: участие в разработке и реализации федеральных и региональных программ развития инновационной деятельности, финансовая, материально-техническая, организационно-методическая поддержка.

Третьей немаловажной формой внебюджетного финансирования являются средства, полученные на финансовом рынке. К ним относятся:

- Продажа собственных акций, облигаций и других видов ценных бумаг.
- Кредитные инвестиции.
- Финансовый лизинг.
- Спонсорские средства.
- Частные накопления физических лиц.

В случае необходимости финансирования перспективных инновационных проектов, предприятие может прибегнуть к дополнительной эмиссии ценных бумаг. Естественно, что этот путь доступен лишь предприятиям, которые организованы в форме закрытых или открытых акционерных обществ. Важно, однако, чтобы средства, полученные во время размещения акций, использовались эффективно и позволили предприятию по окончании эмиссии увеличить отдачу на капитал и размер дивиденда на одну акцию.

Одно из главных мест в финансовом обеспечении инновационной деятельности предприятия отводится коммерческому кредиту. Важным признаком современной системы кредитования является её договорная основа. Организация долгосрочного кредитования, как правило, базируется на трёх основных положениях: обеспеченности, срочности, платности. Все вопросы, возникающие в процессе кредитования, решаются непосредственно между банком и предприятием-заёмщиком. При решении вопроса о выдаче долгосрочного инновационного кредита банк анализирует перспективы экономического роста кредитуемого предприятия, возможности реализации продукции и ожидаемый рост доходов.

Как правило, коммерческий банк кредитует только такие мероприятия, которые имеют реальные сроки окупаемости и при наличии источников возврата кредита обеспечивают окупаемость финансируемых вложений в более короткие сроки, чем среднеотраслевые.

Практика показывает, что банковский кредит в отличие от бюджетного финансирования позволяет повысить эффективность инновационных мероприятий и может оказаться более приемлемым и удобным методом мобилизации денежных средств на длительные сроки, чем выпуск акций или размещение облигационных займов.

В случае когда решается задача быстрого промышленного освоения инновационных проектов, требующих приобретения оборудования, контрольно-измерительной техники, ЭВМ,

энергетических установок, транспортных средств находит применение такой вид операций, как финансовый лизинг. Важно подчеркнуть, что для финансового лизинга характерен срок аренды, как правило, очень близкий к сроку службы оборудования. Главное преимущество лизинга состоит в том, что если существует рентабельный проект предприниматель имеет возможность получить оборудование и начать новое производство без крупных единовременных затрат. Это особенно актуально в условиях ограниченности средств предприятий пищевой промышленности.

Четвёртой формой внебюджетного финансирования являются средства, полученные в порядке перераспределения.

Её элементами являются:

- Страховое возмещение по наступившим рискам;
- Средства, поступившие от концернов, ассоциаций и региональных структур;
- Средства, формируемые на паевых (долевых) началах;
- Дивиденды и проценты по ценным бумагам других эмитентов.

Важнейшим методом снижения рисков инновационной деятельности является их страхование, поэтому специальный страховой фонд является одним из источников её внебюджетного финансирования. Из всех источников финансирования страхование очень выгодно, так как ресурсы для покрытия потерь инновационной фирмы поступают от страховых организаций быстрее, чем из любого другого источника.

В целях стимулирования частных инвестиций в инновационную деятельность и на региональном уровне принимаются определённые меры. К их числу можно отнести, в частности, страхование некоммерческих рисков залогом имущества субъектов Федерации. В качестве залога чаще всего используются пакеты акций предприятий, находящихся в собственности субъектов Федерации, права на разработку природных ресурсов, завершённые строительством муниципальные жилые дома, векселя предприятий региона.

В ряде регионов получила распространение практика долевого участия региональных бюджетов в финансировании инновационных проектов как форма гарантий участвующим в их финансировании частным инвесторам.

Развитие инновационной деятельности, как определено выше, зависит от многих факторов, среди которых следует выделить число

и научный уровень работников, занятых в отраслях экономики, особенно определяющих экономический рост. Становление инновационного предпринимательства зависит от уровня образования дееспособного населения, подготовки научных кадров, готовых не только предложить инновационные идеи, но и реализовать их на практике.

Многие страны занимаются «переманиванием» высококвалифицированных научных кадров, что позволяет этим странам с меньшими издержками и более быстрыми темпами развивать инновационное предпринимательство. Выживание любой предпринимательской структуры, в том числе и инновационной, в условиях становления рыночной экономики в России самым непосредственным образом зависит от интеллектуальной активности её персонала. На любом предприятии должен идти непрерывный поиск эффективной системы мотиваций.

Мощным стимулом ускорения разработки новых моделей продукции и повышение эффективности производства, по мнению отечественных учёных, является личная выгода. Преимущество рыночной системы состоит в её способности создавать мотивацию к активной деятельности людей, опираясь на право собственности.

Существует две основные формы мотивации: материальное и моральное поощрение.

К методам материального стимулирования относится: повышение должностного оклада, комиссионные вознаграждения, премии за рационализаторские предложения.

Методами поощрения являются: оценка профессионализма работника на производственных совещаниях, личное признание руководства, выражение благодарности, вручение памятных подарков, отдельный кабинет, поездки на отдых. При использовании названных методов морального стимулирования следует хорошо знать индивидуально-психологические и моральные характеристики людей [3, 9].

Сформулируем принципы стимулирования.

Категория «принцип» – это представление о нём как об исходном положении теории и как об основе стимулирования инновационной деятельности предприятия.

Принципы государственного стимулирования инновационной деятельности включают:

— Приоритетности инновационной деятельности (в силу ограниченности ресурсов, которые общество и государство могут выделить на развитие инновационной деятельности,

возникает проблема определения государственных приоритетов в данной области. Приоритетные направления развития науки и техники – тематические области последних, которые имеют первостепенное значение для достижения текущих и перспективных целей социально-экономического и научно-технического развития);

— Достаточности мероприятий (полнота и взаимосвязанность системы программных мероприятий для эффективного решения поставленной задачи по активизации инновационной деятельности);

— Новизны (принципиальная новизна и технологическая прогрессивность результатов инновационной деятельности, способных оказать существенное влияние на повышение эффективности производства);

— Значимости инновационной деятельности (существенная значимость решаемой проблемы, невозможность решить проблему в приемлемые сроки за счёт использования рыночного механизма и необходимость государственной поддержки).

Принципы внебюджетного финансирования:

- чёткая целевая ориентация финансирования (увязка с задачей быстрого и эффективного внедрения современных научно-технических достижений);

- логичность и обоснованность финансирования (при решении вопроса о финансировании инновационного проекта инвесторы анализируют перспективы экономического роста предприятия, возможности реализации продукции и ожидаемый рост доходов);

- адаптивность и гибкость системы финансирования (предполагает постоянную настройку как всей системы финансирования, так и её отдельных элементов на динамично изменяющиеся условия внешней среды с целью поддержания максимальной эффективности инвестиций в инновационную деятельность);

- комплексность финансирования (возможность охвата максимально широкого круга технических и технологических новинок и направлений их практического использования);

- множественность источников финансирования (наличие множества источников финансирования и выбор предприятием наиболее приемлемых).

Принципы мотивации участников инновационной деятельности:

- материальной заинтересованности (материальная компенсация труда, денежное вознаграждение за активную инновационную деятельность);

- моральной заинтересованности (потребность в общественном признании, самовыражении, самореализации, проявляющаяся в естественном стремлении личности полностью раскрыть свои возможности, которые будут по достоинству оценены);
- соответствия результатов инновационной деятельности мере вознаграждения за неё (в рыночной экономике важен не сам по себе инновационный процесс, а его коммерческий результат, выражающийся в конкретных показателях эффективности: росте прибыли, снижении издержек, повышении качества продукции. Поэтому коммерческий критерий должен играть решающую роль и в оценке значимости труда новаторов);
- постоянности стимулирования (придания стимулированию труда в инновационном процессе постоянного характера, а не единичной или временной акции);

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Саликов Ю.А., Гончарова И.А. К вопросу о типологии инновационно-активных промышленных предприятий // Место и роль России в мировом хозяйстве. Сборник статей VII международной научно-практической конференции. Воронеж, ВГУИТ, 2012. 108 с.
- 2 Макаров Е.И. Дьяконова С.Н. Зависимость деловой репутации предприятия от инновационного уровня развития // Креативная экономика. 2012. № 7. С. 119–124.
- 3 Серебрякова Н.А., Пахомова Т.А. Мониторинг инновационной и инвестиционной деятельности хозяйственных систем // Теоретические и прикладные вопросы экономики и сферы услуг. 2014. № 2. С. 27–42.
- 4 Тодосийчук А.В. Совершенствование системы прогнозирования, планирования и программирования инновационного развития // Инвестиции в России. 2011 № 5. С. 3–13.
- 5 Ульченко Т.Ю. Направления совершенствования государственного регулирования деятельности предприятий зернопродуктового комплекса // Экономика. Инновации. Управление качеством. 2015. № 3(12). С. 172–175.
- 6 Ульченко Т.Ю. Формирование системы управления рисками предприятий зернопродуктового комплекса: монография. Воронеж: ЦНТИ, 2014. 157 с.
- 7 Чичерова Е.Ю. Современные подходы к финансированию затрат и снижению издержек на предприятии как основа для его инновационного развития // Экономические науки. 2012. № 1(86). С. 252–256.

- самомотивации участников инновационной деятельности (создание таких условий, при которых стремление к творческому труду исходит от самого работника, а не от «внешнего раздражителя» – например, денежной премии);
- самостоятельности участников инновационной деятельности (обеспечение целесообразного, благоприятного соотношения указаний и команд, поступающих сверху, и решений, принимаемых коллективно и самостоятельно участниками инновационной деятельности).

Заключение

Осуществление вышеперечисленных мероприятий по стимулированию инновационной деятельности на основе рассмотренных принципов позволит увеличить выпуск продовольственных товаров высокого качества и разнообразного ассортимента, что, в свою очередь, значительно повысит доходы предприятий пищевой промышленности. Это позволит создать условия для конкуренции с импортной продукцией.

8 Куксова И.В. Условия устойчивого развития инновационного потенциала предприятий: монография. Воронеж: ВГУИТ, 2013. 408 с.

9 Анисимов Ю.П., Журавлев Ю.В., Балабанова Л.И., Куксова И.В. Благоприятные условия продвижения продуктовых инноваций: монография. Воронеж: ВГУИТ, 2012. 360 с.

REFERENCES

- 1 Salikov Yu. A., Goncharova I.A. To the question about the typology of innovation-active industrial enterprises. Mesto i rol' Rossii v mirovom khozyaistve. Sbornik statei VII mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii [Role and Place of Russia in the world economy. A collection of articles VII international scientific-practical conference] Voronezh, 2012. 108 p. (in Russian)
- 2 Makarov E.I., Dyakonova S.N. The dependence of enterprise business reputation on innovative level of development. *Kreativnaya ekonomika* [Creative economy] 2012, no. 7, pp. 119–124. (in Russian)
- 3 Serebryakova N. A., Pakhomova T.A. Monitoring of innovative and investment activity of economic systems. *Teoreticheskie i prikladnye voprosy ekonomiki i sfery uslug* [Theoretical and applied questions of the economy and the service sector] 2014, no. 2. pp. 27–42. (in Russian)
- 4 Todosiichuk A.V. Perfection of system of forecasting, planning and programming of innovative development. *Investitsii v Rossii* [Investment in Russia] 2011, no. 5, pp. 3–13. (in Russian)
- 5 Ulchenko T.Yu. Direction of improve state regulation of activity of the enterprises of zernoprodukt-Hilbert complex. *Ekonomika. Innovatsii. Upravlenie kachestvom* [Economics. Innovation. The quality management] 2015, no. 3(12), pp. 172–175. (in Russian)

6 Ulchenko T.Yu. Formirovanie sistemy upravleniya riskami predpriyatii zernoproductovogo kompleksa [Formation of the risk management system of enterprises grain complex] Voronezh, TsNTI, 2014. –157 p. (in Russian)

7 Chicherova E.Yu. Current approaches to funding costs and reducing costs at the enterprise as the basis for its innovative development. *Ekonomicheskie nauki* [Economic science] 2012, no. 1(86), pp. 252–256. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Ирина И. Емцова доцент, кафедра управления, организации производства и отраслевой экономики, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, emtcova_irina@mail.ru

Тамара Ю. Ульченко доцент, кафедра менеджмента и управления организацией, Воронежский филиал РЭУ им. Г.В. Плеханова, ул. К. Маркса, д.67, г. Воронеж, 398038, Россия, 416477@inbox.ru

Любовь М. Сапронова доцент, кафедра менеджмента и управления организацией, Воронежский филиал РЭУ им. Г.В. Плеханова, ул. К. Маркса, д.67, г. Воронеж, 398038, Россия, CanpLM@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Ирина И. Емцова, Тамара Ю. Ульченко, Любовь М. Сапронова все в равной степени принимали участие в подготовке материала для рукописи и несут ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 11.04.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 13.05.2016

8 Kuksova I.V. Usloviya ustoichivogo razvatiya innovatsionnogo potentsiala predpriyatii [Conditions of sustainable development of innovative potential of enterprises] Voronezh, VGUIT, 2013, 408 p. (in Russian)

9 Anisimov Yu.P., Zhuravlev Yu.V., Balabanova L.I., Kuskov I.V. Blagopriyatnye usloviya prodvizheniya produktovykh innovatsii [Environment conducive to the promotion of product innovations] Voronezh, VGUIT, 2012. 360 p.(in Russian)

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Irina I. Emtcova associate professor, management, production organization and branch economy department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolyutsii av., 19, Voronezh, 394036, Russia, emtcova_irina@mail.ru

Tamara Yu. Ulchenko professor, management and organization management department, Plekhanov Voronezh branch of REU, K. Marksa str., 67, Voronezh, 398038, Russia, 416477@inbox.ru

Lyubov M. Sapronova associate professor, management and organization management department, Plekhanov Voronezh branch of REU, K. Marksa str., 67, Voronezh, 398038, Russia, CanpLM@mail.ru

CONTRIBUTION

Irina I. Emtcova, Tamara Y. Ulchenko, Lyubov M. Sapronova all equally participated in the preparation of the material for the manuscript and are responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 4.11.2016

ACCEPTED 5.13.2016

Тенденции развития деятельности кредитных рейтинговых агентств в России

Людмила Е. Галяева,¹ 2483645@mail.ru
Екатерина А. Котляр¹ caffity@mail.ru

¹ кафедра эк. анализа, статистики и финансов, Кубанский гос. ун-т, ул. Ставропольская, 149, г. Краснодар, 350040, Россия

Реферат. В статье рассматривается процесс и перспективы развития рейтинговой отрасли в стране. Рассматривается влияние понижения суверенного кредитного рейтинга Российской Федерации ведущими мировыми рейтинговыми агентствами в начале 2015 года на ситуацию в финансовом секторе страны. Политически мотивированные рейтинги международных рейтинговых агентств становятся одним из препятствий для развития финансовой системы в России. В связи с этим особое внимание авторов уделяется снижению зависимости от рейтингов международных агентств и появлению на российском рынке нового сильного национального агентства. В статье выявляются основные проблемы, связанные со спекулятивными оценками российского инвестиционного потенциала, указываются возможные пути выхода из сложившейся кризисной ситуации путём замещения международных рейтинговых агентств национальными. Особое внимание в статье уделяется происходящим законодательным изменениям, регулирующим деятельность кредитных рейтинговых агентств в России. Тем не менее, говоря о перспективах рейтинговой индустрии, необходимо отметить, что деятельность международных рейтинговых агентств останется актуальной и в долгосрочной перспективе, поскольку повышается неопределённость внешней среды. Кроме того, обостряется необходимость инвестирования средств в различные объекты, что обуславливает потребность инвесторов и вкладчиков в оценке надёжности вложений. Представленная в работе информация может быть интересной для целей дальнейшего углубления изучения рассматриваемых вопросов, определения круга проблем, решаемых посредством международных рейтингов эмитентов и их ценных бумаг. Кроме того, предлагаемая в работе информация также может служить основой для дальнейшего сравнения деятельности международных и национальных агентств в разрезе предлагаемых услуг.

Ключевые слова: рейтинговые агентства, национальное кредитное рейтинговое агентство, Российское Аналитическое кредитное рейтинговое агентство (АКРА), «Большая тройка» международных рейтинговых агентств, рейтинги, регулирование деятельности рейтинговых агентств

The development trends of credit rating agencies activity in Russia

Ludmila E. Galyaeva,¹ 2483645@mail.ru
Ekaterina A. Kotlyar¹ caffity@mail.ru

¹ department of economic analysis, statistics and finances, Kuban State University, Stavropolskaya St., 149 Krasnodar, Russia

Summary. The process and the prospects of development of the rating industry in the country are examined in the article. The author analyzes the influence of sovereign Russian credit rating decrease by the world's leading rating agencies at the beginning of 2015 on financial sector of the country. Politically motivated international credit rating agencies ratings hinder the development of the Russian financial system. That's why particular attention is paid to the rejection of dependence on the international credit rating agencies ratings and the appearance of a new strong and powerful national credit agency on the Russian market. The problems concerned with speculative estimates of the Russian investment potential. The author points some possible ways to recover from the crisis by involving inner agencies instead of international ones. Special attention is devoted to the existent legislative modifications. Never the less, speaking about the prospects and the future of the leading agencies, it is significant that their work will be relevant in long term due to the increasing uncertainty of the external environment. Moreover the necessity of investing funds in different objects intensifies which leads to the investors and depositors needs of investing. The presented information may be interesting for further profound exploration of the issues, identify the range of problems to be solved by international ratings of the issuers and their securities. In addition, the information proposed in the article can be also served as a basis for further comparison of the activity of international and national agencies in terms of the services offered.

Keywords: rating agencies, national credit rating agency, Russian Analytical Credit Rating Agency (ACRA), the Big Three credit rating agencies, credit ratings, regulation of the rating agencies

Введение

Усложняющиеся процессы современного хозяйствования, перманентное расширение массива данных, влияющих на принятие экономических решений, повышает зависимость деятельности экономических субъектов организаций, которые профессионально оценивают различные стоимостные объекты и формируют разнообразные рейтинги.

На финансовом рынке главными оценщиками выступают рейтинговые агентства –

Для цитирования

Галяева Л. Е., Котляр Е. А. Тенденции развития деятельности кредитных рейтинговых агентств в России // Вестник ВГУИТ. 2016. № 2. С. 307–313. doi:10.20914/2310-1202-2016-2-307-313

организации, специализирующиеся на оценке кредитоспособности эмитентов долговых обязательств и анализе вероятных рисков для инвесторов. По результатам мониторинга и собственных исследований агентства присваивают кредитные рейтинги, тем самым облегчая или затрудняя доступ эмитентов и заёмщиков к привлекаемым ими ресурсам. Сегодня в рейтинговой индустрии происходят кардинальные изменения и представленная в настоящей работе информация может быть интересной для целей дальнейшего изучения тенденций

For citation

Galyaeva L. E., Kotlyar E. A. The development trends of credit rating agencies' activity in Russia. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 2 pp. 307–313. (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2016-2-307-313

развития отрасли и служить основой для принятия решений об использовании тех или иных предлагаемых рейтинговых услуг.

1.1 Исторические предпосылки изменений в рейтинговой индустрии

Заместитель министра финансов Российской Федерации Алексей Моисеев на проводимом в январе 2016 г. Гайдаровском форуме отметил, что «рейтинги – это инфраструктура, которая упрощает на финансовых рынках принятие решений, предоставляет участникам аутсорсинг риск-менеджмента по оценке кредитного риска» [1, С. 605].

Для всех участников финансового рынка значение рейтинговых оценок трудно переоценить. По словам Йохана Санио, президента Федерального управления финансового надзора Германии (BaFin): «Рейтинговые агентства – это крупнейшая бесконтрольная сила в глобальной финансовой системе» [2]. Благодаря рейтинговым оценкам инвесторы могут получать независимое мнение о возможности вложения денежных средств, снижать риски, сравнивать ценные бумаги по соотношению значения их параметра «риск-доходность». Эмитентам наличие рейтинга даёт возможность доступа на международные рынки капитала, диверсификации источников финансирования, а в некоторых случаях – и снижения стоимости заимствований. Присвоение достаточного уровня рейтинга повышает известность заёмщика, положительно влияет на его репутацию и снижает фактор неопределённости для потенциальных инвесторов.

Произошедшие в начале XXI века экономические кризисы продемонстрировали, что и на российском, и на международных рынках поиски замены рейтингов альтернативными способами оценки не увенчались успехом. Таким образом, можно констатировать тот факт, что оценка динамики рейтинговой деятельности в России и за рубежом представляет собой весьма актуальное направление для научно-практических исследований.

Мировой рынок кредитных рейтингов в настоящее время представляет собой ярко выраженную олигополию. Всего в мире насчитывается более 100 рейтинговых агентств, но на «Большую тройку» нью-йоркских агентств приходится около 90% этого рынка: Standard & Poor's (S&P) – 40%, Moody's – 40% и Fitch – 10% [2]. В России до настоящего времени также главным образом использовались рейтинги указанной «Большой тройки», выступавшие общепринятым измерителем финансо-

вого положения российских корпораций, банков, региональных и местных органов власти, и страны в целом.

Конечно, к неоспоримым преимуществам международных рейтинговых агентств можно отнести большой опыт работы на общемировом уровне, наличие чётко отработанной, выверенной многолетним опытом, методологии и высококвалифицированных специалистов. Однако в последнее время столь же очевидно проявилось и несовершенство их оценочной деятельности. Ведущие рейтинговые агентства не смогли предвидеть кризис недвижимости в США и предупредить инвесторов о проблемах в крупнейших компаниях, таких как: Parmalat, Enron, AIG и др. При этом рейтинговые агентства до самого момента банкротства Enron оставались в неведении относительно происходящих кризисных процессов и присваивали фирме высокие рейтинговые показатели. Особым нареканиям агентства подверглись во время кризиса 2008 г., когда компаниям, испытывавшим серьёзные финансовые трудности и даже ставшим причиной кризиса, присваивались достаточно высокие инвестиционные рейтинги. Провалы рейтинговых агентств в оценке развивающихся стран, по статистике Конференции ООН по торговле и развитию, были ещё более масштабны. Именно тогда впервые у ряда ведущих инвесторов появились сомнения в профессиональной компетентности рейтинговых агентств «Большой тройки» [3].

Это вызвано тем, что в рейтинговой отрасли зачастую стал доминировать коммерческий интерес в оценке рисков. Услуги по присвоению рейтинга оплачивает сам эмитент актива, который, в свою очередь, почти всегда заинтересован в максимально возможной оценке, вследствие чего происходит систематическое завышение рейтингов [2].

Необъективность в присвоении рейтингов также может быть вызвана и политическими мотивами. В целом за последнее десятилетие рейтинги международных агентств стали приобретать все более яркую политическую окраску и превращаться в мощный инструмент влияния на финансовые системы различных стран. По мнению обозревателя The New York Times Томаса Фридмана «в мире известны две супердержавы: это США и Moody's» [4]. В его высказывании о том, что если США способны уничтожить иностранное государство военным путём, то рейтинговое агентство способно сделать его банкротом, просто снизив его рейтинг по долговым обязательствам, присутствует достаточно большая доля истины.

Так, очевидно, что в условиях экономических санкций и острого политического конфликта между Россией и западными странами рейтинги, присваиваемые «Большой тройкой» стали политически мотивированными и, к сожалению, выступили одним из препятствий для улучшения ситуации на рынках заимствований и развития финансовой системы в нашей стране. Подтверждением служит тот факт, что в начале 2015 г. произошло снижение оценок российских компаний, сделанных западными рейтинговыми агентствами. Международные рейтинговые агентства «Большой тройки» в январе 2015 г. понизили рейтинги РФ, в том числе S&P – до спекулятивного уровня «BB+» с инвестиционного «BBB-» [5]. В конце февраля 2015 г. агентство Moody's понизило суверенный кредитный рейтинг России на одну ступень – с уровня «Baa3» до спекулятивного «Ba1» с негативным прогнозом [6].

По нашему мнению, в результате воздействия указанных факторов на развитие рейтинговой деятельности может сложиться ситуация, в которой решение рейтингового агентства является не индикатором ухудшения состояния эмитента, а его катализатором [7]. Так, в случае снижения рейтинга любого государства происходит ухудшение условий привлечения инвестиций и заёмного капитала как на макро, так и на микроуровнях. Причём эта негативная тенденция будет проявляться не только на внешних, но и на внутреннем рынках, так как адекватной альтернативы оценок международных агентств в настоящее время не существует. В свою очередь, снижение объёма инвестиционных ресурсов ведёт к ухудшению финансового состояния эмитента и наносит урон его кредитоспособности.

Учитывая то обстоятельство, что сегодня ряд крупнейших российских компаний не имеет возможности вследствие санкционных внешних ограничений выходить на зарубежные рынки [8], мы считаем необходимым создать условия для полноценного функционирования системы привлечения кредитных ресурсов на внутреннем финансовом рынке России. По мнению органов государственной власти и отечественных экономистов [9, 10] России нужно перестать ориентироваться на действия рейтинговых агентств «Большой тройки» и создать своё национальное агентство, которое будет присваивать кредитные рейтинги отечественным заёмщикам на объективной и компетентной основе.

Как показали проведённые нами исследования зарубежной практики создания национальных рейтинговых организаций, каждая страна, пытающаяся занять значимое место

на международном рынке финансовых ресурсов, предпринимает действия по реализации собственного проекта рейтинговых агентств. Во многих странах создаются рейтинговые агентства, альтернативные «Большой тройке». Не стала исключением и система рейтинговых агентств, функционирующих на территории Европейского сообщества. Основной целью оптимизации этой системы на ближайшую перспективу является консолидация местных рейтингов, которая обеспечит тем самым их сопоставимость. С 2015 г. рейтинговые агентства, работающие в ЕС, обязаны публиковать присваиваемые ими рейтинги в общедоступной информационной системе – Европейской рейтинговой платформе (European Rating Platform). Другой целью выступает подготовка к созданию в конце 2016 г. следующих институтов: 1) Европейское рейтинговое агентство (European Credit Rating Agency), его задачей будет являться оценка риска суверенных долгов; 2) Европейский рейтинговый фонд (European Credit Rating Foundation), который будет проводить оценку прочих долгов [7].

Таким образом, можно сделать вывод о том, что и России жизненно необходимо создать систему рейтинговых агентств, которые могли бы обеспечить наличие аналогов рейтингов «Большой тройки». Актуализирует эту необходимость и тот факт, что даже на внутреннем рынке инвесторы и кредиторы вынуждены прибегать к использованию оценок зарубежных агентств. Если не изменить сложившуюся ситуацию, то международные агентства и в дальнейшем будут способны оказывать определяющее воздействие на развитие российского национального рынка рейтингования. По сути это будет означать, что управление инвестиционными рисками российских предприятий, и, соответственно, инвестиционными потоками будет осуществляться из-за рубежа, и, в свою очередь, существенно ограничит национальную экономику России в возможности определения чётких перспектив развития своего экономического будущего и его контроля.

1.2 Практические шаги и тенденции развития отрасли

Необходимо отметить, что уже создана законодательная основа функционирования отечественной рейтинговой системы. В июле 2015 г. был подписан закон о деятельности рейтинговых агентств в России [11], который устанавливает основные понятия рейтинговой деятельности и условия её проведения в России, а также определяет порядок аккредитации рейтинговых агентств. При этом вести

реестр кредитных рейтинговых агентств предписывается Банку России. Помимо этого ЦБ РФ вменяется в обязанность совершенно новая функция – проверка деловой репутации руководителей агентств и профессиональной квалификации рейтинговых аналитиков, а также процедур принятия решений.

В отличие от международных рейтинговых агентств, которые не разглашают используемую методологию своей оценочной деятельности в полном объеме, национальные рейтинговые агентства в соответствии с указанным Федеральным законом обязаны направлять применяемые методологии и все вносимые в них изменения в Банк России. Эти меры, по нашему мнению, позволяют минимизировать субъективность выносимых рейтинговых оценок и обеспечить их более весомую гарантию и качество.

Позитивным новшеством является также и то, что по российским объектам рейтингования будет применяться только национальная рейтинговая шкала. При этом решения органов власти иностранных государств и субъектов международного права не смогут повлиять на решения об отзыве рейтингов кредитных рейтинговых агентств, присвоенных по национальной рейтинговой шкале, что, несомненно, указывает на приоритет национальной шкалы для цели регулирования.

В практическом направлении также уже сделано немало. Наряду с действующими в настоящее время, 7 отечественными рейтинговыми агентствами (4 из которых являются локальными) создано новое аналитическое кредитно-рейтинговое агентство (АКРА), инвесторами при этом выступили 27 компаний и банков. В их числе – Сбербанк, Россельхозбанк, Альфа-банк и «Росгосстрах» с долями около 5%. Общий капитал агентства превысил три миллиарда рублей. Одну из важнейших задач, поставленную при создании нового агентства, сформулировал Президент РФ В. В. Путин: «Самое главное, чтобы оно (национальное рейтинговое агентство) было высокопрофессиональным и независимым. Вся работа подобного рода должна быть далека от всяческого лоббирования по национальному принципу и по любым другим мотивам» [12]. Руководство АКРА планирует начать свою деятельность и присваивать первые рейтинги в третьем квартале 2016 г. [13].

По нашему мнению, создаваемое национальное рейтинговое агентство должно создать возможность российским предприятиям сделать свою деятельность более открытой, нацеленной на долгосрочное сотрудничество с участниками финансового рынка. Формируя вместе с оценками других рейтинговых агентств объективную

картину на рынке финансовых заимствований, создаваемая организация должна отличаться высоким уровнем корпоративного управления, удовлетворять интересы экономики и пользоваться авторитетом как у отечественных, так и у иностранных инвесторов.

Несмотря на весьма сложную задачу – создание абсолютно нового крупного определяющего субъекта на финансовом рынке [14], можно рекомендовать привлечение в состав клиентской базы в первую очередь тех крупных компаний и банков, которые уже имеют опыт успешного функционирования в этом экономическом сегменте. Весьма важным представляется провести замену крупнейших игроков на отечественном рынке заимствований и начать присвоение рейтингов для размещения бюджетных средств различных уровней, а также пенсионного фонда в активы, которым присвоен рейтинг по национальной шкале.

Достижение указанных задач создаваемой организации, обуславливает необходимость проведения следующих мероприятий. Для формулирования высококачественной профессиональной оценки важно привлекать для работы в АКРА только тех аналитиков, которые имеют соответствующий опыт практической работы и авторитет в профессиональной сфере. Необходимо формирование соответствующей инфраструктуры, включающей в себя как техническое, так и методологическое обеспечение современного уровня, соответствующего международным стандартам рейтингования. Для отбора и при необходимости создания новых методик присвоения рейтингов должна быть разработана дефолтная шкала, включающая в себя специфические риски, присущие национальной экономике. Весьма важным представляется обеспечить широкое присутствие создаваемого агентства в информационном пространстве России и за рубежом.

Мы считаем, что с высокой степенью вероятности в нашей стране будут появляться и новые рейтинговые агентства (в том числе и локальные и с участием международного капитала), однако, они смогут обеспечить соответствие установленным требованиям не ранее, чем через два года, так как им необходимо будет в течение этого времени доказать Банку России высокое качество своей деятельности и уровень компетенций [11].

Например, на российский рынок может прийти китайское агентство Dagong, которое уже получило аккредитацию в Европейском агентстве по надзору за финансовыми рынками (ESMA) [15]. Потребность в работе такого рейтингового агентства может быть вызвана

необходимостью получения рейтингов для компаний, осуществляющих совместные бизнес-проекты с китайскими контрагентами и другими предприятиями, работающими на территории восточно-азиатских государств. Причём возможно, что создание указанного агентства будет проходить либо в форме нового рейтингового агентства, либо, по аналогии с тем, как было образовано его европейское подразделение – путём приобретения уже работающего на рынке агентства.

Также могут быть созданы и другие рейтинговые агентства, которые в перспективе будут расширять своё присутствие не только на российском, но и на рынках Евразийского союза и странах БРИКС. На начальном этапе своего развития – в течение ближайших пяти лет они смогут провести наработку необходимой аналитической базы, методологических приёмов и статистических данных для последующего выхода на международные рынки. По мнению специалистов [14–16] авторитет рейтинговое агентство набирает не одним десятилетием кропотливой и ответственной работы. Поэтому, даже если вновь создаваемые агентства будут выполнять свою профессиональную деятельность на высоком уровне, составляя соответствующие реальному положению дел рейтинги, необходимо около 10 лет, чтобы участники национального финансового рынка начали доверять выставленным оценкам и учитывать их при принятии инвестиционных решений.

Создание собственных российских агентств не повлечёт за собой прекращение использования рейтингов «Большой тройки», которые, безусловно, будут продолжать оказывать воздействие на принятие решений западными иностранными инвесторами. Но так как рейтинги, присваиваемые «Большой тройкой», относятся к международной шкале, которая не регулируется принятым законом о деятельности рейтинговых агентств в РФ, то существенные расхождения в оценке будут подвергаться анализу со стороны рынка.

Отметим, что деятельность рейтинговых агентств обычно оказывается в центре внимания в периоды финансовой и экономической нестабильности, как это произошло в 2008 г. Присваиваемые в таких условиях компаниям и экономикам государств рейтинги воспринимаются рынком особенно остро и способны негативно повлиять на финансовые и экономические показатели государств.

В усложняющейся ситуации российской экономики, когда Банк России отказывается от оптимистического сценария, разрабатывая

«Основные направления денежно-кредитной политики» на ближайшие 3 года, необходимо нивелировать влияние агрессивной политики международных рейтинговых агентств.

В целях создания оптимальных условий формирования и распределения внутренних источников инвестиционных ресурсов в России необходимо осуществлять планомерный переход к использованию отечественных кредитных рейтингов в различных сегментах экономики. При этом создание и последующая деятельность АКРА, а также других аккредитованных рейтинговых агентств, способны внести свой весомый позитивный вклад в этот процесс, что в перспективе будет способствовать повышению транспарентности и эффективности отечественного финансового рынка.

Наиболее оптимальным сценарием развития рынка национальных рейтинговых агентств является вариант, предполагающий создание системы рейтинговых агентств в составе:

- 1) 3 крупных рейтинговых агентства;
- 2) АКРА;
- 3) 2–3 новых агентства, сформированные либо после объединения нескольких локальных, либо с участием иностранного рейтингового агентства.

Этот эволюционный путь построения системы национальных рейтинговых агентств в России наиболее перспективен, так как подразумевает наличие постоянной и бескомпромиссной конкуренции национальных агентств, а также обеспечивает снижение зависимости национальных рейтинговых оценок от государственных органов власти и российских глобальных корпораций.

Заключение

Подводя итоги проведённого исследования, отметим, что представленная в настоящей работе информация может быть интересной участникам финансового рынка для принятия решений об использовании тех или иных предлагаемых рейтинговых услуг.

При сохранении перспектив деятельности в России ведущих международных рейтинговых агентств востребованность национальных рейтинговых агентств в России будет увеличиваться, что во многом будет зависеть от того, удастся ли участникам рынка обеспечить независимость и объективность в своей работе, формируя беспристрастные рейтинги, которые должны будут в будущем иметь важнейшее значение как для отечественной, так и для мировой экономики.

ЛИТЕРАТУРА

1 Пресс-клиппинг важнейших сообщений в СМИ, посвященных Гайдаровскому форуму- 2016 «Россия и мир: взгляд в будущее» URL: <http://www.gaidarforum.ru/files/monitoring-2016-rus.pdf>

2 Моисеев С.Р. Регулирование деятельности рейтинговых агентств на национальном рынке // Вопросы экономики. 2009. № 2. С. 39

3 Lowenstein R. Triple-A Failure: The Ratings Game // New York Times. URL: <http://www.nytimes.com/2008/04/27/magazine/27Credit-t.html>

4 Угодников К. Знак качества. URL: <https://lenta.ru/articles/2014/04/23/reiting/>

5 Набережных Г., Алешкина Т. S&P понизило рейтинг России до «мусорного» // РБК. 2015. URL: <http://www.rbc.ru/economics/26/01/2015/54c6832e9a7947485b5dc04e>

6 Moody's поместило рейтинг РФ «Ba1» на пересмотр с возможностью понижения // ИТАР-ТАСС. 2015. URL: <http://tass.ru/ekonomika/2719241>

7 Миркин Я.М. Рейтинг как элемент суверенитета // Эксперт. 2014. № 6. С. 14

8 Галеева Л.Е. Инноватизация субъектов региональной экономики России в условиях внешних ограничений // Материалы XI Международной научно-практической конференции: в 2-х частях. 2015. С. 61-62

9 Раксина А. Рейтинговое импортозамещение // Новые Известия. 2015. URL: <http://www.newizv.ru/economics/2015-09-10/227019-rejtingovoe-importozameshenie.html>

10 Кукса Д.В., Яковенко С.Н. Анализ российских рейтинговых моделей оценки кредитоспособности заемщика // Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. 2016. С. 126-129

11 О деятельности кредитных рейтинговых агентств в Российской Федерации, о внесении изменения в статью 76.1 Федерального закона «О Центральном банке Российской Федерации (Банке России)» и признании утратившими силу отдельных положений законодательных актов Российской Федерации. Федеральный закон № 222-ФЗ от 13.07.2015 г. СПС Гарант

12 VII Инвестиционный форум «Россия зовёт!» // ВТБ Капитал. 2015. URL: <http://krem-lin.ru/events/president/news/50498>

13 АКРА начнет присваивать первые рейтинги в середине 2016 года. URL: <http://www.rbc.ru/rbcfreenews/564f0be1a7947821f6baaa9>

14 Королева А.А. Россия освободится от диктата «Большой тройки» // Эксперт Online. 2015. URL: <http://expert.ru/2015/09/11/rejtingovaya-nezavisimost>

15 Четвериков В.М. Марафонский забег длиной в одну маленькую отрасль // Банковское Обозрение. 2016. №2. URL: <http://bosfera.ru/bo/marafonskiy-zabeg-dlinoy-v-odnu-malenkuyu-otrasl>

16 Hunt K. China ratings firms challenge US dominance // BBC. 2012. URL: <http://www.bbc.com/news/business-20078837>

REFERENCES

1 Press-klipping vazhneishikh soobshchenii v SMI, posvyashchennykh Gaidarovskomu forumu [Monitoring Service in respect of media publications regarding the Gaidar Forum 2016 "Russia and the World: Looking to the Future"]. Available at: <http://www.gaidarforum.ru/files/monitoring-2016-rus.pdf>. (in Russian).

2 Moiseev S.R. Regulation of the rating agencies activity on the national market. *Voprosy ekonomiki* [Economic questions] 2009, no. 2. pp. 39 (in Russian).

3 Lowenstein R. Triple-A Failure: The Ratings Game. New York Times, 2008. Available at: <http://www.nytimes.com/2008/04/27/magazine/27Credit-t.html>.

4 Ugodnikov K. Znak kachestva [Quality mark] Available at: <https://lenta.ru/articles/2014/04/23/reiting/> (in Russian).

5 Naberezhnov G., Aleshkina T. S&P marked down the sovereign credit rating of Russia to «junk». *RBC*. [RBC] 2015. Available at: <http://www.rbc.ru/economics/26/01/2015/54c6832e9a7947485b5dc04e>(in Russian).

6 Moody's changes outlook Russia's sovereign rating «Ba1» to negative. *ITAR-TASS* [ITAR-TASS] 2015. Available at: <http://tass.ru/ekonomika/2719241>(in Russian).

7 Mirkin Ya.M.. Credit rate as a sovereignty element. *Ekspert* [Expert] 2014, no. 6. pp. 14 (in Russian).

8 Galyaeva L.E. The innovation of local economic subjects in Russia in conditions of external restrictions. *Materialy XI Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Materials of the XI International theoretical and practical conference: in 2 parts] 2015. pp. 61–62(in Russian).

9 Raksina A. Rate import substitution. *Novie Izvestiya* [New news] 2015. Available at: <http://www.newizv.ru/economics/2015-09-10/227019-rejtingovoe-importozameshenie.html> (in Russian).

10 Kuksa, D.V., Yakovenko, S.N. The analyze of Russian credit rate models of credit capacity valuation. *Sbornik nauchnykh trudov pomitogam mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Collection of scientific researches according to results of the international theoretical and practical conference] 2016, pp. 126–129(in Russian).

11 O deyatel'nosti kreditnykh reitingovykh agentstv v RF, o vnesenii izmeneniya v tat'yu 76.1 FZ "O tsentral'nom banke" [Federal law 222-FL "Of the activity of credit rate agencies I the Russian Federation" from 13.07.2015 г.] (in Russian).

12 VII Investment forum "Russia calls!". *VTB Kapital* [VTB Capital] 2015. Available at: <http://krem-lin.ru/events/president/news/50498> (in Russian).

13 AKRA nachnet prisvaivat' pervye reit-

ingi v seredine 2016 goda [ACRA is starting issuing credit ratings in the middle of 2016]. Available at: <http://www.rbc.ru/rbcfree-news/564f0be19a7947821f6baaa9> (in Russian).

14 Koroleva A.A. Russia will disburden from the dictate of "the Big Three". *Ekspert Online* [Expert Online] 2015. Available at: <http://expert.ru/2015/09/11/rejtingovaya-nezavisimost> (in Russian).

15 Chetverikov V.M. Marathon in one little branch. *Bankovskoe obozrenie* [Bank Review] 2016, no. 2. Available at: <http://bosfera.ru/bo/marafonskiy-zabeg-dlinoy-v-odnu-malenkuyu-otrasl> (in Russian).

16 Hunt K. China ratings firms challenge US dominance. BBC, 2012. Available at: <http://www.bbc.com/news/business-20078837>.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Людмила Е. Галеева к. э. н., доцент, кафедра экономического анализа, статистики и финансов, Кубанский государственный университет, ул. Ставропольская, 149, г. Краснодар, 350040, Россия, 2483645@mail.ru,
Екатерина А. Котляр магистрант, кафедра экономического анализа, статистики и финансов, Кубанский государственный университет, ул. Ставропольская, 149, г. Краснодар, 350040, Россия, caffity@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Екатерина А. Котляр обзор литературных источников по исследуемой проблеме, написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат
Людмила Е. Галеева консультация в ходе исследования, корректировка рукописи

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 17.03.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 14.04.2016

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Ludmila E. Galyaeva c. ec. sc., associate professor, economic analysis, statistics and finances department, Kuban State University, Stavropolskaya St., 149 Krasnodar, Russia.
Ekaterina A. Kotlyar graduate student, economic analysis, statistics and finances department, Kuban State University, Stavropolskaya St., 149 Krasnodar, Russia, caffity@mail.ru

CONTRIBUTION

Ekaterina A. Kotlyar review of the literature on an investigated problem, wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism
Ludmila E. Galyaeva consultation during the study, correction of the manuscript

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 3.17.2016

ACCEPTED 4.14.2016

Российский рынок масложировой продукции в условиях конкуренции

Светлана М. Рыжкова,¹ ryzkova.agromarket@mail.ru
Валентина М. Кручинина¹ valya0267@yandex.ru

¹ отдел маркетинга и развития продуктовых рынков, Всероссийский научно-исследовательский институт экономики сельского хозяйства, Хорошевское шоссе, 35 корп. 2, г. Москва, Россия

Реферат. Эффективное развитие российского рынка масложировой продукции, как части продовольственного рынка, является необходимым фактором продовольственной безопасности. Россия в целом полностью обеспечивает себя растительным маслом и является крупным его экспортёром. Преимущество России заключается в том, что, по сути, вся её территория пригодна для выращивания масличных культур. Фактически в каждом регионе могут произрастать масличные, которые пользуются спросом на мировом рынке. Продукты масложировой отрасли относятся к продуктам глубокой переработки и многофункциональны. Особенностью отечественного рынка масличных культур является видовое разнообразие входящих в него рынков. На российском рынке представлен различный ассортимент масложировой продукции отечественных и зарубежных производителей. На этом рынке работают как крупные агрохолдинги, так и малые производители, и переработчики. Цель исследования заключается в том, чтобы на основе изучения показателей, характеризующих современное состояние российского рынка масложировой продукции, сопоставления ситуации и имеющегося опыта крупных переработчиков, определить меры по дальнейшему эффективному и конкурентоспособному развитию данного рынка на долгосрочную перспективу. В процессе исследования использовались абстрактно-логический, монографический, экономико-статистические методы. В условиях конкуренции, чтобы удержаться на рынке, масложировые организации формируют свою структуру в виде вертикально-интеграционных многопрофильных формирований, в которые помимо перерабатывающих заводов входят агропромышленные организации, логистические подразделения – транспорт, элеваторы, торговые дома. Для развития рынка масложировой продукции необходимо повышать конкурентоспособность отечественной продукции, возрождать производство традиционных отечественных масличных культур, водить в севооборот новые, высокотехнологичные, использовать инновационные технологии, развивать экспорт, искать новые рынки сбыта. Полученные результаты могут в дальнейшем использоваться при разработке долгосрочных программ развития регионов. Выводы и предложения будут способствовать формированию конкурентоспособного механизма функционирования и развития отечественного рынка масложировой продукции.

Ключевые слова: рынок масложировой продукции, производство, подсолнечник, соя, рапс, масличные культуры, масло растительное

Russian market of oil and fat products in a competitive environment

Svetlana M. Ryzhkova,¹ ryzkova.agromarket@mail.ru
Valentina M. Kruchinina¹ valya0267@yandex.ru

¹ food markets marketing and development department, All-Russian Research Institute of Agricultural Economics, Khoroshevskoe highway, 35/2, Moscow, Russia

Summary. The effective development of the Russian market of oil and fat products, as part of the food market, food security is an essential factor. Russia as a whole is fully self-sufficient in oil and it is a major exporter. Russia has the advantage that, in fact, all of its territory is suitable for cultivation of oilseed crops. In fact, in every region can grow oilseeds, which are in demand on the world market. Products include oil and fat industry for products deep processing and multi-functional. The peculiarity of the Russian market of oilseeds is the diversity of its constituent markets. The Russian market is represented by a different range of fat and oil products domestic and foreign manufacturers. In this market, working as large agricultural holdings and small manufacturers, and processors. The purpose of the study is to study on the basis of indicators that characterize the current state of the Russian market of oil and fat products, a comparison of the situation and of the experience of large processors, identify measures to further the efficient and competitive development of the market for the long term. The study used the abstract logic, monographic, economic and statistical methods. In a competitive environment, to stay on the market, Fat organizations form its structure in the form of vertical integration of multidisciplinary groups, in addition to processing plants that include agribusiness organization, logistics units – transportation, elevators, trading houses. For the development of the market of oil and fat products necessary to improve the competitiveness of domestic products, to revive production of traditional domestic oilseeds led to crop rotation, new, high-tech, innovative use of technology, to develop export, search for new markets. The results can then be used to develop long-term programs of development of regions. Conclusions and recommendations will contribute to a competitive mechanism of functioning and development of the domestic market of oil and fat products.

Keywords: fat and oil products market, production, sunflower, soybean, rapeseed, oilseed, vegetable oil

Для цитирования

Рыжкова С. М., Кручинина В. М. Российский рынок масложировой продукции в условиях конкуренции // Вестник ВГУИТ. 2016. № 2. С. 314–322. doi:10.20914/2310-1202-2016-2-314-322

For citation

Ryzhkova S. M., Kruchinina V. M. Russian market fat products in a competitive environment. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 2 pp. 314–322. (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2016-2-314-322

Введение

Приоритетными задачами на ближайшее время для России являются преодоление кризисных явлений и стремление к устойчивому развитию аграрного сектора.

Рынок масложировой продукции является частью, сегментом рынка продовольственных товаров, поэтому он подвержен влиянию различных факторов как в мировой экономике: глобализация, усиление межстрановой конкуренции в международной торговле, развитие интеграционных процессов (вступление России в ВТО, формирование ЕАЭС), так и наличие режима разнообразных политико-экономических санкций и контрсанкций во внутренней.

Эффективное развитие рынка масложировой продукции является необходимым условием продовольственной безопасности нашей страны, гарантирующим физическую и экономическую доступность продовольствия, безопасность пищевых продуктов.

Цель исследования заключается в том, чтобы на основе изучения показателей, характеризующих современное состояние российского рынка масложировой продукции, сопоставления ситуации и имеющегося опыта крупных переработчиков, определить меры по дальнейшему эффективному и конкурентоспособному развитию этого рынка на долгосрочную перспективу.

В исследовании использовались абстрактно-логический, монографический, экономико-статистические методы.

Результаты и обсуждение

Правительством РФ приняты Доктрина продовольственной безопасности, Основы государственной политики РФ в области здорового питания на период до 2020 года и Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынка сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы, в рамках которых планируется повысить самообеспеченность страны растительным маслом до 87,7% [1].

На российском рынке масложировой продукции представлен различный ассортимент отечественных и зарубежных производителей. Работают как крупные агрохолдинги, так и малые производители, и переработчики.

В России выращиваются следующие виды сырья: бобы сои, семена подсолнечника, рапса, горчицы, рыжика, сафлора, льна-кудряша, конопли. Первые три вида занимают долю в 95% в общем объеме валовых сборов.

В условиях конкуренции преимущество России заключается в том, что, по сути, вся

её территория пригодна для выращивания масличных культур: в средней полосе – подсолнечник, соя, рапс, рыжик, масличный лён и другие виды, на юге – подсолнечник, кукуруза, соя и клеверина, на Дальнем Востоке – соя. Фактически в каждом регионе могут произрастать масличные, которые пользуются спросом на мировом рынке. Продукты масложировой отрасли относятся к продуктам глубокой переработки и многофункциональны. Эксперты прогнозируют в ближайшие 10–15 лет рост рынка растительного масла и цены на него, обуславливая это спросом на биодизель и биоэтанол, меняющих рыночную конъюнктуру.

В период перехода к рынку наблюдалось значительное снижение производства масличных культур. Его объёмы падали с 1990 по 2002 г., а с 2003 г. валовые сборы масличных стабильно растут. В 2014 г. собрано 13839 тыс. т масличных культур, что превышает объёмы 1990 г. в 3 раза, а 2003 г. – в 2,5. Объёмы сборов растут по всем основным видам – подсолнечнику, рапсу, сое. А вот по производству, например, горчицы уровень 1990 г. не достигнут. Если в 1990 г. её выращивали 192 тыс. т, то в 2014 г. – 103 тыс. т. Наибольшая доля в производстве масличных принадлежит подсолнечнику и в 2014 г. она составляла 65,3% (таблица 1).

Второй по объёму производства культурой является соя. Её валовые сборы за четыре анализируемых года выросли в 1,6 раза и составили 2596,6 тыс. т. По предварительным данным, производство сои в 2015 г. равнялось 2845 тыс. т или рост к 2014 г. составил 9,5%.

В последние годы производители увеличивают посевные площади под рыжиком, сафлором, льном-кудряшом, горчицей и др. По данным Института конъюнктуры аграрного рынка с 2008 по 2015 г. посевы горчицы выросли в 3,3 раза, рыжика – в 17,2. А сафлор до 2011 г. в России фактически не выращивали, но его посевные площади в период 2011–2015 гг. увеличились с 7 до 150 га или в 21,4 раза. Семена горчицы перерабатываются чаще всего в России, а производство сафлора и рыжика, как правило, ориентировано на экспорт. Выращивание этих культур сосредоточено в южных регионах, т. к. для них необходимы высокие температуры, а малое количество осадков им не помеха. Наибольшие посевы горчицы и рыжика расположены в Волгоградской, Саратовской, Ростовской областях.

Основными производителями масличных культур являются сельскохозяйственные организации и крестьянско-фермерские хозяйства (КФХ) (рисунок 1).

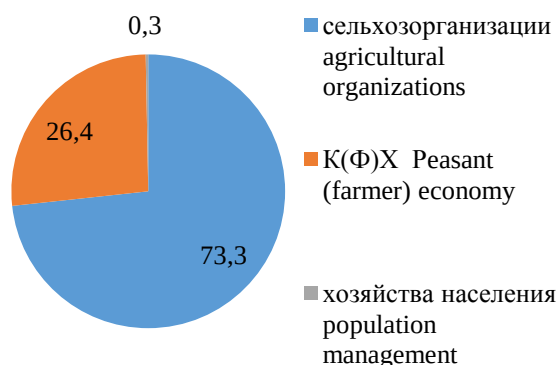
Валовые сборы масличных культур по всем категориям хозяйств, тыс. т

Table 1.

Gross harvest of oilseeds in all categories of farms, thous. t

Наименование продукции Name of product	Годы Years				2014 г. к 2013 г., % 2014 to 2013, %
	2011	2012	2013	2014	
Семена и плоды масличных культур – всего, в т. ч.: Seeds and oleaginous fruits – total, incl.:	13115,0	11312,5	14151,1	13838,5	97,8
подсолнечника sunflower	9697,5	7992,7	10553,7	9033,7	85,6
сои soybean	1756,0	1806,2	1636,3	2596,6	1,6 р.
рапса rape	1056,1	1035,5	1393,3	1464,0	105,1
горчицы mustards	88,1	41,5	54,7	103,3	1,9 р.
рыжика saffron milk cap	35,2	56,4	127,6	155,7	122,0
сафлора safflower	4,7	8,0	44,9	87,1	1,9 р.
льна-кудряша flax-curley	463,9	361,5	319,8	385,7	120,6
конопли hemp	0,1	0,3	0,6	0,6	100,0
льна-долгунца fiber flax	7,3	7,6	6,0	7,4	123,3

Источник: составлена авторами по данным Росстат [12]



Источник: составлен авторами по данным Росстат [12]

Source: compiled by the authors according to the FSSS [12]

Рисунок 1. Структура производителей масличных культур в 2014 г. %

Figure 1. The structure of the oilseed producers in 2014, %

Это относится ко всем видам масличных культур. В 2014 г. в сельскохозяйственных организациях выращено 10137,7 тыс. т, в КФХ – 3654,0 тыс. т этой продукции. Хозяйства населения практически не занимаются выращиванием масличных. Из 13838,5 тыс. т произведённых масличных в 2014 г. лишь 46,9 тыс. т приходилось на хозяйства населения, из которых 90,9% составлял подсолнечник. Доля остальных культур колеблется от 0,7% (семена горчицы) и 1,9% (лён-кудряш) до 3,1% (бобы сои) и 3,4% (семена рапса).

Ведущими поставщиками семян и плодов масличных на рынок, так же, как и производителями, выступают сельскохозяйственные организации (таблице 2).

В 2014 г. на рынок от них поступило 78,3% семян и плодов масличных, в т. ч. 75,0% подсолнечника и 84,6% бобов сои. В 2014 г. сельскохозяйственные организации реализовали на 5,1% больше семян и плодов масличных культур, чем годом ранее. Поскольку подсолнечник – основная масличная культура России, то и в общем объёме отгрузки сельскохозяйственных организаций он занимает ведущее место – 68,7%. На долю сои приходится 13,3%.

В связи с ростом внутреннего и внешнего спроса средняя цена производителей на семена подсолнечника за последние 10 лет выросла с 4957 до 20284 р. за т или в 4,1 раза. Товарность масличных культур в сельскохозяйственных организациях выше, чем в К(Ф)Х и достигает в отдельные годы 85–86% (рисунок 2). Российский рынок масложировой продукции характеризуется значительными экспортно-импортными операциями. Среди экспортных продуктов преобладают семена льна, рапса, масло соевое, подсолнечное, рапсовое и маргарин (таблица 3). Основными покупателями семян льна являются Бельгия, Турция, Италия и США, семян рапса – Иран, Испания и Китай, масла соевого – Алжир, Марокко, Тунис, Великобритания и Египет, подсолнечного – Узбекистан, Беларусь, Казахстан, Иран, Киргизия и Судан, рапсового – Норвегия, Индия, Латвия, Литва и Чешская Республика, а маргарина – Беларусь, Казахстан и Узбекистан. Турция больше всех стран закупает семян рапса, подсолнечника, масла подсолнечного.

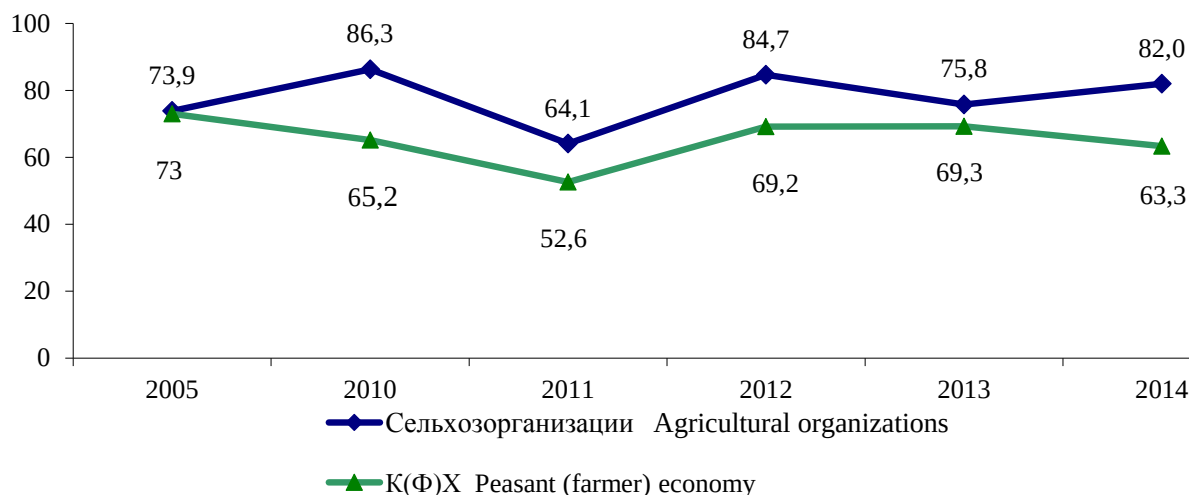
Реализация семян и плодов масличных культур, млн т

Table 2

Implementation seeds and oleaginous fruits, mln t

Наименование продукции Name of product	Годы Years					2014 г. к 2013 г., % 2014 to 2013, %
	2010	2011	2012	2013	2014	
Хозяйства всех категорий Farms of all categories						
семена и плоды масличных культур, из них: the seeds and oleaginous fruits, including:	6,0	8,0	9,1	10,3	10,6	102,9
подсолнечника sunflower	4,6	6,0	6,5	7,6	7,6	100,0
сои soybean	0,6	0,9	1,2	1,1	1,3	118,2
Сельскохозяйственные организации Agricultural organizations						
семена и плоды масличных культур, из них: the seeds and oleaginous fruits, including:	4,8	6,2	7,2	7,9	8,3	105,1
подсолнечника sunflower	3,6	4,5	5,0	5,6	5,7	101,8
сои soybean	0,4	0,7	1,0	1,0	1,1	110,0
Крестьянские (фермерские) хозяйства Peasant (farmer) economy						
семена и плоды масличных культур, из них: the seeds and oleaginous fruits, including	1,2	1,2	1,9	2,3	2,3	100,0
подсолнечника sunflower	1,0	1,5	1,5	2,0	1,9	95,0
сои soybean	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	в 2 р.

Источник: составлена авторами по данным Росстат [12]



Источник: составлен авторами по данным Росстат [12]

Рисунок 2. Товарность семян и плодов масличных культур, %

Figure 2. The marketability of seeds and oleaginous fruits, %

В свою очередь, в Россию завозятся масло пальмовое и пальмоядровое и соевые бобы. Лидирующим экспортёром является Парагвай, на долю которого в 2014 г. приходилось 47,6% всего импорта соевых бобов. Из этой страны поставлено 964,5 тыс. т бобов на сумму 533,2 млн долл. Бразилия и США также относятся к основным поставщикам соевых бобов. На долю первой приходится 25,4%, второй – 19,2%. Кроме того, в страну соевые бобы поступают из Уругвая, Украины, Хорватии, Молдовы. Доля этих стран в 2014 г. равнялась 7,6%.

Что касается пальмового масла, то оно завозится в Россию в основном из Индонезии, которая занимает 82,9% импортных поставок этой продукции. Из Нидерландов поступает 9,6%, а из Малайзии – 5,2%. Три страны практически полностью закрывают весь российский импорт пальмового масла. В импортных поставках пальмоядрового масла ведущими странами выступают эти же игроки. Индонезия лидирует с долей в 75,3%, затем следует Малайзия – 14,7% и Нидерланды – 8,7%.

Экспорт и импорт масложировой продукции в 2014 г.

Table 3.

Export and import of oil and fat products in 2014

Наименование продукции Name of product	Экспорт Export		Импорт Import	
	Количество, тыс. т The amount, thous. tons	Стоимость, млн долл. Cost, mln USD	Количество, тыс. т The amount, thous. tons	Стоимость, млн долл. Cost, mln USD
Соевые бобы Soya beans	78,7	23,7	2028,2	1150,6
Семена льна Flax seeds	314,3	151,8	1,9	1,2
Семена рапса Rape seeds	178,5	70,7	10,2	19,7
Семена подсолнечника Sunflower seeds	90,6	41,9	33,3	237,2
Семена прочих масличных Other oil seeds	176,6	61,3	25,2	50,3
Масло соевое Soybean oil	349,4	291,6	2,5	2,7
Масло оливковое Olive oil	0,1	0,8	31,	109,9
Прочие масла, полученные из олив Other oils derived from olives	-	-	5,1	12,0
Масло пальмовое Palm oil	1,8	2,1	706,3	642,2
Масло подсолнечное, сафлоровое или хлопко- вое Sunflower-seed, safflower or cotton	1669,2	1461,1	8,8	11,0
Масло кокосовое, пальмоядровое Coconut oil, palm kernel	0,7	1,4	94,6	128,5
Масло рапсовое Rape oil	356,5	295,5	2,3	2,4
Прочие (включая масло жожоба) Other (including jojoba oil)	3,1	6,6	9,4	29,5
Маргарин Margarine	152,4	189,6	69,1	142,8
Глицерин Glycerol	0,2	0,1	8,6	4,6

Источник: составлена авторами по данным ФТС [9]

На масложировом рынке организации переработки маслосемян представлены отдельными организациями и агрохолдингами. Сегодня на нём присутствуют крупные российские и зарубежные компании. Среди крупнейших отечественных переработчиков масличных культур можно назвать группы компаний «АСТОН», «Юг Руси», «Солнечные продукты» и «ЭФКО».

ГК «ЭФКО» – крупнейший вертикально-интегрированный производитель растительных масел и жиров специального назначения, используемых в хлебопекарной, кондитерской и других отраслях пищевой промышленности, майонеза и кетчупа. Подразделения организации осуществляют полный цикл работ: от закупки и переработки сырья до реализации готовой продукции.

Закупка сырья осуществляется в агропромышленных организациях в 13 регионах России, при этом доля каждого отдельного поставщика в общем объёме закупок не превышает 5%. Заготовленное сырьё хранится в 9 собственных элеваторах общей вместимостью 500 тыс. т (подсолнечник) и 70 сторонних элеваторах.

Собственные элеваторы «ЭФКО» расположены в районах выращивания подсолнечника – Воронежской, Белгородской и Саратовской областях и Краснодарском крае. Минимизации затрат на доставку и хранение сырья способствует то, что до 70% его закупается в радиусе 300 км от производственной площадки [10].

Во внешнеторговую деятельность организации входят экспорт сырого растительного масла и шрота и импорт и перепродажа растительных масел на внутреннем рынке. Осуществление импортно-экспортных операций происходит через морской маслосливной терминал в порту Тамань на Чёрном море. Экспорт продукции охватывает Италию, Испанию, Нидерланды, Египет, Турцию и др.

На рынке растительных масел представлены бренды компании «Слобода», «Altero» и «EFKO FOOD professional» (сегмент HoReCa для профессиональных поваров). ГК «ЭФКО» позиционирует себя как ведущего отечественного производителя жиров специального назначения: с пониженным содержанием трансизомеров жирных кислот, кондитерских (вафельные и конфетные начинки), для производства спредов и молочносодержащих продуктов, а также мороженого с растительным жиром (творожные

и сырные продукты). Помимо жиров, «ЭФКО» осуществляет производство промышленных маргаринов для мучных кондитерских и хлебобулочных изделий, заменителей масла какао лауринового и нелауринового типов.

Побочным продуктом производства является шрот, подсолнечная лузга и жирные кислоты. ЭФКО реализует гранулированный шрот с различным содержанием протеина крупным агропромышленным организациям и производителям кормов в Воронежской, Белгородской и других областях.

«ЭФКО» входит в тройку лидеров по объёмам производства и продаж майонезов в стране. Она выпускает майонезы и майонезные соусы под торговыми марками «Слобода», «Пикник», «Пир горой», «EFKO FOOD professional» др. В последние годы компания освоила новые продукты: 2012 г. – кетчуп «Слобода», 2013 г. – мыльная стружка для твёрдого туалетного и хозяйственного мыла, 2015 г. – йогурт «Слобода».

Продажу своей продукции ГК осуществляет через крупные национальные и региональные сети X5 Retail Group, «Магнит», «Ашан», «Линия», «Метро», «Дикси» и т. д. Всего в партнёрах этой ГК значится более 200 дистрибьюторов во всех регионах России.

Для хранения продукции «ЭФКО» располагает 20 собственными и арендованными складами в центральной части России и ближнем зарубежье. Более 70% готовой продукции доставляется заказчикам собственным транспортом, для доставки используется 620 единиц собственного и арендованного автомобильного и железнодорожного транспорта.

«ЭФКО» следит за качеством продукции с помощью целого комплекса мероприятий, в т. ч. ориентируясь на требования ТР ТС 024/2011 «Технический регламент на масложировую продукцию». В 2006 г. проведена сертификация производства жиров специального назначения по требованиям Пищевого стандарта Британского розничного консорциума (PRC) и International Food Standard (IFS). Контроль качества подсолнечного масла «Слобода» реализуется с помощью запатентованной системы «Органик-контроль» для определения натуральности продукции, гарантирующей природное происхождение сырья и соответствие готового продукта высоким стандартам качества. Выпуск йогурта происходит в соответствии с требованиями международной системы качества ИСО 9001–2011. Транспортировка растительных масел для производства продуктов питания на своих предприятиях осуществляется специализированными железнодорожными цистернами-термосами и пищевыми автоцистернами из нержавеющей стали.

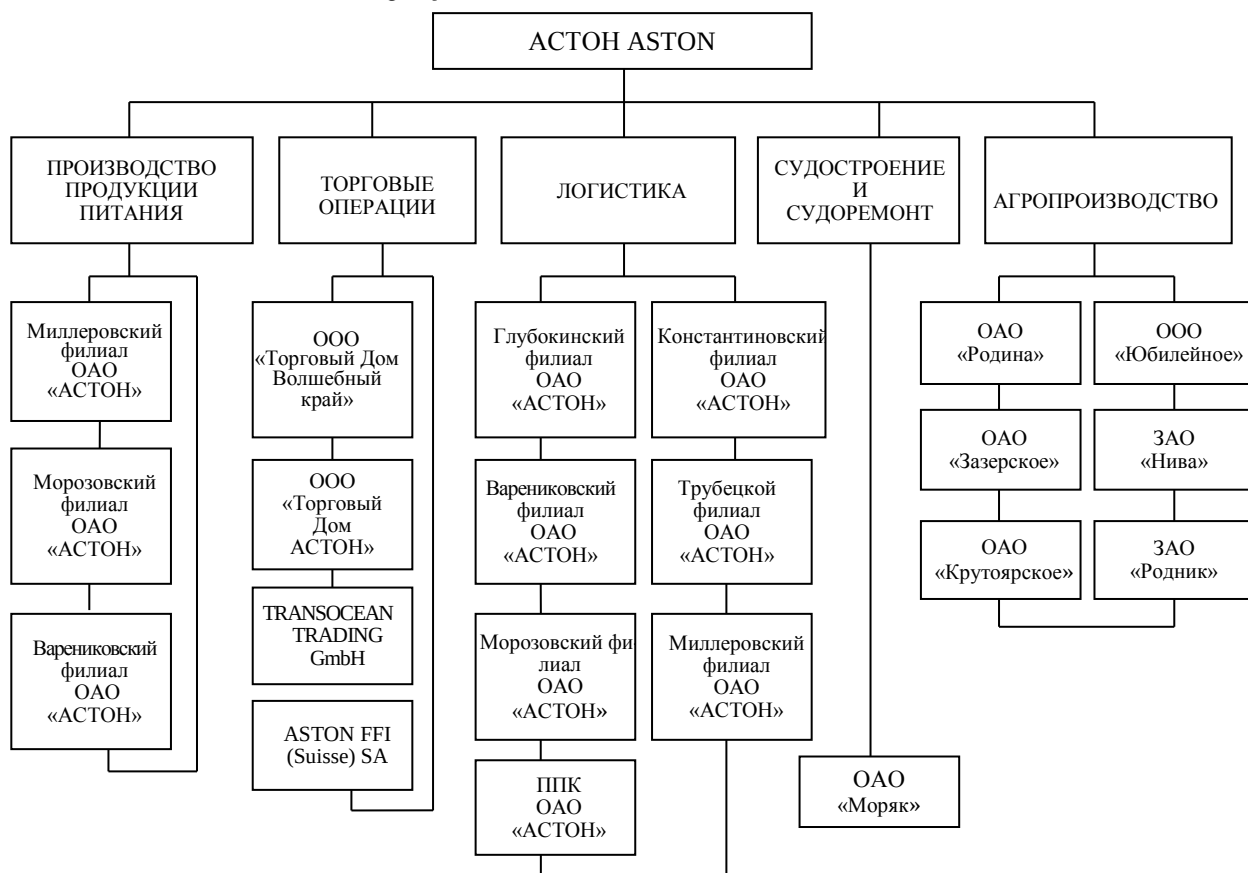
ГК «ЭФКО» в целях совершенствования технологий производства и повышения качества продукции реализует программу научных исследований и технологических разработок, которые выполняются по следующим направлениям: разработка новых продуктов и технологий производства, внедрение и совершенствование системы управления качеством, автоматизация бизнес-процессов. Задача исследований – новые знания в области производства и использования масложировой продукции и внедрение инноваций в производство [10].

Ещё одним крупнейшим производителем на масложировом рынке является компания АСТОН, направления деятельности которой представлены на рисунке 3.

В состав компании входят заводы по производству и переработке растительного масла, комбинат по производству муки и рисовой крупы, предприятия по производству крахмалопроductов и патоки, элеваторные комплексы, портовые терминалы на р. Дон, судостроительный завод, сухогрузы класса «река-море» и танкеры для перевозки растительных масел, а также сельскохозяйственные организации. Компания выпускает различные растительные масла (подсолнечное, рапсовое, кукурузное), спецжиры, пальмовый olein, кормовые продукты – подсолнечный, соевый и рапсовый шрот, соевую оболочку и лецитин, пищевые ингредиенты [6].

Для повышения конкурентоспособности своей продукции АСТОН совершенствует систему менеджмента качества. Производственный процесс Морозовского комбината сертифицирован по системе менеджмента безопасности пищевых продуктов НАССР, а сотрудники предприятий проходят обучение по системе управления качеством по стандартам ISO 9001. Продукция компании соответствует кроме российского законодательства и международному стандарту BRC Global Standard/IOF.

Один из лидеров масложирового рынка, вертикально-интегрированный холдинг «Солнечные продукты» включает в себя агропредприятия, жировые комбинаты, масложиротракторные заводы, элеваторы, транспортное подразделение, торговые дома. Холдинг выпускает растительные масла и фритюрные жиры, жиры и маргарины для кондитерской и хлебобулочной промышленности, жиры для молочной промышленности, спреды, пасты для сбивания, майонез, маргарин, горчицу, хозяйственное и туалетное мыло. Кроме того, производятся побочные продукты – шрот, фуз, soap-сток, подсолнечная лузга.



Источник: официальный сайт группы компаний «АСТОН» [6].

Source: official website of the “ASTON” companies [6].

Рисунок 3. Структура группы компаний «АСТОН»

Figure 3. Group Structure “ASTON” Company

Холдинг продукты переработки подсолнечника, сои, рапса, рыжика поставляет как на российский рынок, так и на экспорт, который осуществляется в страны СНГ, Ближнего Востока и страны Черноморского, Каспийского, Балтийского и Средиземноморского бассейнов.

На внутреннем рынке холдинг сотрудничает со следующими национальными и локальными сетями: «Ашан», X5 Retail Group, «Метро», «Перекрёсток», «Дикси», «Окей», «Твой Дом», «Холидей», «Мария-Ра», «Тамерлан» и др. Продукцией сегмента HoReCa снабжаются сеть кафе «Му-му», сеть кофеин «Шоколадница», производственные цехи сети «Перекрёсток», «У Палыча», сеть АЗС «Трасса» и др.

Российские производители и переработчики на масложировом рынке конкурируют как между собой, так и с зарубежными организациями. На отечественном рынке масложировой продукции представлены такие компании как, например, Bunge Ltd., Archer Daniels Midland и Company (ADM) Cargill Enterprises Inc.

Компания Bunge на рынке масличных культур перерабатывает маслосемена для

производства кормов для животноводства и растительного масла для пищевой промышленности, общественного питания и биотопливной промышленности, производит бутилированное растительное масло, майонез, маргарин и другие пищевые продукты для потребителей. В 2014 г. совокупная доля компании на отечественном рынке бутилированного подсолнечного масла, по данным розничного аудита компании Nielsen, составила 10,4%. Bunge принадлежат такие популярные торговые марки растительного масла как Олейна, Масленица, Ideal и Primoliva [7].

Компания владеет маслоэкстракционным заводом в Воронежской области, а для обеспечения устойчивости и развития зерно-торговой деятельности приобрела зерновые элеваторы в Краснодарском крае, Воронежской и Ростовской областях. В компании поддерживается качество продукции в соответствии с международным стандартом ISO 14001 – Система экологического менеджмента.

Компания Cargill в России занимается отжимом, рафинацией, бутилированием и гидрогенизацией растительных масел и жиров.

Ассортимент продукции завода по производству растительных масел и жиров в г. Ефремове включает:

— масла: пальмовое рафинированное дезодорированное и пальмовый олеин, пальмовое рафинированное гидрогенизированное, подсолнечное рафинированное дезодорированное и бутилированное «Санни Голд», «Знатное», «Флореско» и «Златогорье»;

— жиры: на основе гидрогенизированного подсолнечного масла для спредов и маргаринов, для производства шоколадных паст и начинок, заменители молочного жира, специальные (для обжарки) [8].

Cargill импортирует с заводов в Европе и Малайзии рафинированное дезодорированное кокосовое масло, в т. ч. гидрогенизированное, рафинированное и гидрогенизированное пальмоядровое масло и его фракции, рафинированное соевое масло, специальные перезтерифицированные жиры и лауриновый заменитель какао-масла. Для производства своей продукции компания использует подсолнечное масло российского и украинского происхождения, пальмовое масло и его фракции из стран Юго-Восточной Азии.

Для того чтобы удержаться на рынке в условиях конкуренции масложировые организации формируют свою структуру в виде вертикально-интеграционных формирований, в которые помимо перерабатывающих заводов входят агропромышленные организации, логистические подразделения – транспорт, элеваторы, торговые дома. Все организации, как правило, являются многопрофильными. Кроме масличных, занимаются, например, зерновыми культурами. Частично деятельность диверсифицируется для производства майонезов, кетчупов, горчицы, мыла. Производятся корма для животных и различные добавки.

Компании постоянно улучшают ассортимент выпускаемой продукции. Вдобавок

к подсолнечному маслу расширяют линейку продукции за счёт кукурузного, оливкового и рапсового масел. Компания «ЭФКО» первая в России выпустила на рынок миксовое масло под маркой Altero, когда отборное подсолнечное масло смешивается с особыми ингредиентами – с оливковым маслом, маслом зародышей пшеницы, с экзотическим экстрактом гуараны, лепестками роз. Все рассмотренные производители выпускают продукцию в сегменте HoReCa, для профессиональных поваров, что расширяет круг потребителей.

Компании развивают собственные научные подразделения и следят за качеством продукции как одним из безусловных слагаемых успеха на рынке. К примеру, производственный комплекс в Алексеевке, принадлежащий «ЭФКО», является единственным в России заводом, способным осуществлять процесс фракционирования, необходимого при производстве альтернатив масла какао. А её же завод по производству пищевых ингредиентов в Тамани считается самым современным производством масложировой продукции в Восточной Европе.

Комплекс этих мероприятий – современные методы производства продукции, развитие логистики, научные изыскания, постоянное расширение ассортимента, сертификация выпускаемых товаров по международным стандартам – удерживает рассмотренные организации в лидерах рынка масложировой продукции на протяжении многих лет.

Заключение

Таким образом, для развития рынка масложировой продукции необходимо повышать конкурентоспособность отечественной продукции, возрождать производство традиционных отечественных масличных культур, вводить в севооборот новые, высокотехнологичные, использовать инновационные технологии, развивать экспорт, искать новые рынки сбыта.

ЛИТЕРАТУРА

1 Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы (утв. постановлением Правительства РФ от 14.07.2012 г. № 717, в ред. 19.12.2014 г.). URL: <http://government.ru/programs/208>.

2 Эскиндаров М.А. и др. Предпринимательство и бизнес: финансово-экономические, управленческие и правовые аспекты устойчивого развития: монография. М.: ИТК "Дашков и К", 2016. 710 с.

3 Kruchinina V. Current state of trade and purchasing activity of consumer cooperation // 2nd International Conference «Economy modernization: new challenges and innovative practice». Conference Proceedings. Sheffield, 25 November. Sheffield: Scope Academic House, 2014. P. 30–35.

4 Markina I.A., Sharkova A.V. Assessment methodology for resource-efficient development of organizations in the context of the green economy // Journal of Applied Economic Sciences. 2014. V. 9. № 4. P. 687–693.

5 Ryzhkova S. The improvement of standart and legal base of infrastructure of the fruit and vegetable market/ 2nd International Conference «Economy modernization: new challenges and innovative practice». Conference Proceedings. Sheffield, 25 November. Sheffield: Scope Academic House, 2014. P. 25–29.

6 Астон. Продукты питания и пищевые ингредиенты. URL: <http://www.aston.ru>.

7 Bunge. URL: <http://www.bunge.ru>. Режим доступа:

8 Cargill Russia. URL: <http://www.cargill.ru>.

9 Федеральная таможенная служба РФ. URL: <http://www.customs.ru>.

10 Аграрно-промышленная компания «ЭФКО» - Москва. URL: <http://www.efko.ru>.

11 Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединённых наций. URL: <http://www.faostat.ru>.

12 Федеральная служба государственной статистики URL: <http://www.gks.ru>.

13 Oilseeds and oilseed products, in OECD-FAO Agricultural Outlook. Paris, OECD, Publishing, 2015.

REFERENCES

1 Gosudarstvennaja programma razvitija sel'skogo hozjajstva i regulirovanija rynkov sel'skhozjajstvennoj produkcii, syr'ja i prodovol'stviya na 2013–2020 gody [The state program of agricultural development and regulation of agricultural products, raw materials and food for 2013–2020 (approved. RF Government Decree of 14.07.2012, the number 717, as amended. 19/12/2014 g)]. Available at: <http://government.ru / programs / 208>.

2 Eskindarov M.A. et al. Predprinimatel'stvo i biznes: finansovo-jekonomicheskie, upravlencheskie i pravovye aspekty ustojchivogo razvitija [Entrepreneurship and business: financial, economic, administrative and legal aspects of sustainable development] Moscow, ИТК "Dashkov i K", 2016. 710 p. (in Russian).

3 Kruchinina V. Current state of trade and purchasing activity of consumer cooperation. 2nd International Conference «Economy modernization: new challenges and innovative practice». Conference Proceedings. Sheffield, Scope Academic, 2014, pp. 30–35.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Светлана М. Рыжкова, к.э.н., заведующая сектором аграрного маркетинга, отдел маркетинга и развития продуктовых рынков, Всероссийский научно-исследовательский институт экономики сельского хозяйства, Хорошевское шоссе, д.35, корп. 2, г. Москва, Россия, ryzkova.agromarket@mail.ru

Валентина М. Кручинина, к.э.н., ведущий научный сотрудник, отдел маркетинга и развития продуктовых рынков, Всероссийский научно-исследовательский институт экономики сельского хозяйства, Хорошевское шоссе, д.35, корп. 2, г. Москва, Россия, valya0267@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Светлана М. Рыжкова предложила методику проведения исследования, написала рукопись

Валентина М. Кручинина обзор литературных источников по исследуемой проблеме, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 10.03.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 07.04.2016

4 Markina I.A., Sharkova A.V. Assessment methodology for resource-efficient development of organizations in the context of the green economy. Journal of Applied Economic Sciences, 2014, vol. 9, no. 4, pp. 687–693.

5 Ryzhkova S. The improvement of standart and legal base of infrastructure of the fruit and vegetable market. 2nd International Conference «Economy modernization: new challenges and innovative practice». Conference Proceedings. Sheffield, Scope Academic, 2014, pp. 25–29.

6 Aston. Produkty pitaniya i pishcheve ingredient [Aston. Food and food ingredients]. Available at: <http://www.aston.ru>. (in Russian).

7 Bunge. Available at: <http://www.bunge.ru>.

8 Cargill Russia. Available at: <http://www.cargill.ru>.

9 Federal'naja tamozhennaja sluzhba RF [Federal Customs Service]. Available at: <http://www.customs.ru>. (in Russian).

10 Агро-промышленная компания ЕФКО-Москва [Agro-industrial company "EFKO" - Moscow]. Available at: <http://www.efko.ru>. (in Russian).

11 Prodovol'stvennaya i selskokhozyaistvennaya organizatsiya ob"edinennykh natsii [Food and Agriculture Organization of the United Nations]. Available at: <http://www.faostat.ru> (in Russian).

12 Federal'naya sluzhba gosudarstvennoy statistiki [Federal State Statistics Service]. Available at: <http://www.gks.ru>. (in Russian).

13 Oilseeds and oilseed products, in OECD-FAO Agricultural Outlook. Paris, OECD, Publishing, 2015.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Svetlana M. Ryzhkova, candidate of economy, head of sector marketing, food markets marketing and development department, All-Russian Research Institute of Agricultural Economics, Khoroshevskoe highway, d. 35, Bldg. 2, Moscow, Russia, ryzkova.agromarket@mail.ru

Valentina M. Kruchinina, candidate of economy, senior research fellow, food markets marketing and development department, All-Russian Research Institute of Agricultural Economics, Khoroshevskoe highway, d. 35, Bldg. 2, Moscow, Russia, valya0267@yandex.ru

CONTRIBUTION

Svetlana M. Ryzhkova proposed methodology of the study, wrote the manuscript.

Valentina M. Kruchinina review of the literature on an investigated problem, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 3.10.2016

ACCEPTED 4.7.2016

Многоугольник конкурентоспособности как оценка социально-экономического развития крупных городов

Людмила С. Машенцова¹ m_luda09@mail.ru

¹ кафедра экономики и управления проектами в строительстве, Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет, ул. Академическая, 1, г. Волгоград, 400074, Россия

Реферат. Социально-экономическое развитие городов сегодня является актуальным направлением при территориальном планировании, что подкреплено на законодательном уровне. В 2014 году в Российской Федерации был принят закон о стратегическом планировании, который обязывает каждое административно-территориальное образование разрабатывать стратегию социально-экономического развития с последующей оценкой эффективности. В статье представлена методика применения многоугольника конкурентоспособности на основе экспертных оценок для сравнения и определения уровня социально-экономического развития города по направлениям: экономика, хозяйственная деятельность и производство, экология, социальная сфера, культура и административные ресурсы. Уникальность авторской методики заключается в сравнении качественных характеристик социально-экономического состояния территории с последующей трансформацией данных в количественные, измеримые показатели, что позволяет провести наглядное сравнение не только по ряду индикаторов, но и определить конкурентные направления для дальнейшего устойчивого развития. Сложность и многомерность города объясняет необходимость применения при его анализе системного подхода. Многоугольник конкурентоспособности города на основе экспертных оценок позволяет провести комплексный анализ территории по ведущим социально-экономическим показателям, выявить состояния, в которых они находятся, определить конкурентоспособные направления в развитии города, что позволит правильно составить стратегический план развития. В статье также представлен алгоритм построения многоугольника конкурентоспособности крупных городов, который позволит в дальнейшем автоматизировать этот процесс.

Ключевые слова: город, конкурентоспособность, устойчивое развитие, территория, социально-экономическое развитие.

Polygon competitiveness as an assessment of the social economic development of major cities

Lyudmila S. Mashentsova¹ m_luda09@mail.ru

¹ economics and civil engineering project department, Volgograd state architectural and construction university, Academic Str., 1, Volgograd, 400074, Russia

Summary. Social economic development of the cities is the actual direction at territorial planning today that is supported at the legislative level. In 2014 in the Russian Federation the law on strategic planning which obliges everyone administratively has been adopted – territorial education to develop strategy social economic development with the subsequent assessment of efficiency. The technique of application of a polygon of competitiveness on the basis of expert estimates for comparison and determination of level of a social and economic development of the city in the directions is presented in article: economy, economic activity and production, ecology, social sphere, culture and administrative resources. Uniqueness of an author's technique consists comparison of qualitative characteristics of a social and economic condition of the territory with the subsequent transformation of data in quantitative, measurable indices that allows to carry out evident comparison not only on a number of indicators, but also to define the competitive directions for further sustainable development. Complexity and multidimensionality of the city explains need of application in his analysis of system approach. The polygon of competitiveness of the city on the basis of expert estimates allows to carry out the complex analysis of the territory on the leading social economic indexes, to reveal states in which they are, to define the competitive directions in a development of the city that will allow to make the strategic development plan correctly. The algorithm of creation of a polygon of competitiveness of the large cities which will allow to automate this process further is also presented in article.

Keywords: city, the competitiveness, sustainable development, the area, social economic development

Введение

Оценка эффективности – завершающий этап в стратегическом планировании. Она позволяет корректировать принятые решения из соответствия полученных результатов и поставленных целей. По отношению к маркетингу территорий, оценка эффективности развития должна быть комплексной, и охватывать основные направления. Постоянный мониторинг эффективности позволяет оперативно вносить корректировку стратегии в режиме

онлайн, тем самым улучшать итоговые реальные показатели на завершающем этапе.

Для определения актуальных направлений развития города, необходимо выявить его преимущества и сферы, которые могут быть конкурентоспособными, а затем уже определить, непосредственно, города-конкуренты.

Основной угрозой развитию территорий выступает рост конкуренции на мировом рынке, повышение открытости, снижение числа ограничений и повышение роли неожиданных событий [7].

Для цитирования

Машенцова Л. С. Многоугольник конкурентоспособности как оценка социально-экономического развития крупных городов // Вестник ВГУИТ. 2016. № 2. С. 323–326. doi:10.20914/2310-1202-2016-2-323-326

For citation

Mashentsova L. S. Polygon competitiveness as an assessment of the social economic development of major cities. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 2 pp. 323–326. (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2016-2-323-326

Следовательно, политика развития города должна создавать такие условия, в которых возможен рост конкурентоспособных преимуществ, путём манипуляции отдельными факторами, увеличивающими ценность территории для привлечения и развития различных видов деятельности [4].

Конечной целью развития города являются достижение качественных изменений уровня жизни, рост уровня доходов населения, а также наличие рабочих мест и формирование устойчивого социально-экономического развития [8]. Для выявления конкурентных секторов автором разработана методика оценки конкурентоспособности для крупных городов.

1.1 Материалы и методы

Реализация стратегии социально-экономического развития города происходит в строгом соответствии со стратегией развития страны, являясь интегрирующей для макроэкономических единиц и других административно-территориальных образований [5].

Если к территории, так же как и к товару применяют маркетинговые инструменты, то для любого административно-территориального образования можно построить многоугольник конкурентоспособности, который позволит наглядно отразить состояние всех наиболее значимых секторов территории.

Показатели, оценивающие социально-экономическое развитие должны характеризовать разные социально-экономические процессы [1].

Авторская новизна подхода к оценке конкурентоспособности территории заключается в группировке социально-экономических показателей территории города в 6 категорий: экономика, хозяйственная деятельность и производство, экология, социальная сфера, культура и административные ресурсы. Для каждой категории соответствует три состояния, каждое из которых определяется баллами. Подход позволяет дать качественную оценку категориям, делая их измеримыми для последующего сравнения. Категории разделены на две группы: социальная и экономическая.

Применение авторской методики объединяет в себе несколько научных подходов, позволяя рассматривать город с различных точек зрения, делая изучение более системным, структурированными.

С целью оценки конкурентоспособности разработана общая шкала и таблица характеристик, описывающая состояние каждой из категорий [6].

Перед применением многоугольника конкурентоспособности крупных городов необходимо убедиться, что города равнозначны, и конкурентны. Так как, например, Суздаль, с численностью населения до 50 000 человек, являющийся монофункциональным, не сможет конкурировать по показателям с Волгоградом – мультифункциональным городом-миллионником. Сравнение в этом случае будет некорректно [3].

Основополагающий критерий города – его величина и функциональный профиль, обеспечивающий жизнедеятельность города [2]. На практике, размер города и его административный статус играют важную роль при формировании стратегии развития.

1.2 Модель оценки конкурентоспособности

На рисунке 1 представлен алгоритм построения многоугольника конкурентоспособности для сравнения нескольких городов, что позволяет в дальнейшем автоматизировать представленную автором методику. Построение многоугольника конкурентоспособности для крупных городов как методика оценки социально-экономического развития предполагает несколько этапов.

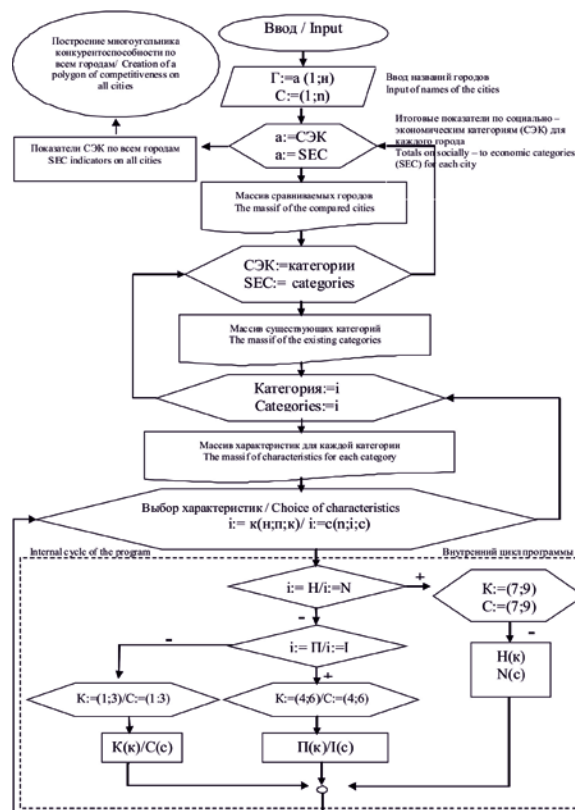


Рисунок 1. Алгоритм построения многоугольника конкурентоспособности крупных городов

Figure 1. Algorithm of creation of a polygon of competitiveness of the large cities

Первый этап – соотношение уровня развития города с одним из трёх состояний, описанным в таблице для каждой категории: «норма», «переходное», «кризисное».

Далее, экспертным путём для каждого состояния определяется числовой коэффициент в соответствии с количественной шкалой оценки.

Состояние нормы определено баллами от 7 до 9, переходное состояние в пределах 4–6, кризисное – от 1 до 3.

Если для показателя «экономика города» выбран столбец «Норма», то ему будет присвоено значение от 7 до 9, например «8», и уже этот

показатель отмечается на многоугольнике конкурентоспособности города.

Заключение

Применение многоугольника конкурентоспособности территории на основе экспертных оценок на практике позволяет комплексно проанализировать основных социально-экономических показателей крупных городов, определить состояния, в которых они находятся, конкурентоспособные направления для планирования стратегии развития.

ЛИТЕРАТУРА

1 Воробьев Д. Н. Регулирование асимметрии социально-экономического развития муниципальных образований региона: автореф. дис. ... канд. экон. наук. Екатеринбург, 2005.

2 Богомолова И.В. Индикативное планировании устойчивого территориального развития городов: опыт и перспективы // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия: Экономика. Экология. 2012. № 1 (20). С. 101–108.

3 Богомолова И. В., Машенцова Л. С. Классификация городов как один из способов анализа территории // Сборник публикаций центра экономических исследований: «Трансформация экономических теорий и процессов»: сборник со статьями (уровень стандарта, академический уровень). СПб.: Центр экономических исследований, 2014. 80 с.

4 Панкрухин А. П. Маркетинг территорий. 2-е изд. СПб.: Питер, 2006.

5 Иншаков О. В., Иншакова Е. И., Митрофанова И. В., Петрова Е. А. Развитие эволюционного подхода в стратегии модернизации региона и макрорегиона. Препринт. Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2009. 66 с.

6 Богомолова И. В., Машенцова Л. С., Сазонов С. П. Устойчивое развитие крупных городов с позиций оценки конкурентоспособности территории // Фундаментальные исследования. 2014. № 9. Ч. 11. С. 2506–2510

7 Kotler Ph., Rein I., Haider D. Attracting investment industry and tourism to cities, states and nations. N. Y.: TheFreePress, 2003.

8 Martin R. A study on the factors of regional competitiveness: a draft final report for the european commission directorate-general regional policy. Cambridge: Cambridge University Press, 2004. 184 p. URL: http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/studies/pdf/3cr/competitiveness.pdf (дата обращения: 19.04.2016).

REFERENCES

1 Vorob'ev D. N. Regulirovanie asimmetrii sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya munitsipel'nykh obrazovaniy regiona. Avtoref. dis. kand. ekon. nauk [Regulation of asymmetry of social and economic development of municipalities of the region. Abstr. dis. cand. econ. sci.] Ekaterinburg. 2005. (in Russian).

2 Bogomolova I. V. Indicative planning of sustainable territorial development of the cities: experience and prospects. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Ekologiya. Ekonomika* [Bulletin of the Volgograd state university. Economy. Ecology] 2012, no. 1 (20), pp. 101–108. (in Russian).

3 Bogomolova I. V., Mashentsova L. S. Classification of the cities as one of ways of the analysis of Territory. *Sbornik publikatsii tsentra ekonomicheskikh issledovaniy: "Transformatsiya ekonomicheskikh teorii i protsessov"* [The Collection of publications of the center of economic researches: "Transformation of economic theories and processes": the collection with articles (standard level, the academic level)] 2014, 80 p. (in Russian).

4 Pankrukhin A. P. Marketing territorii [Marketing of territories] Saint-Petersburg. Piter, 2006. (in Russian).

5 Inshakov O. V., Inshakova E. I., Mitrofanova I. V., Petrova E. A. Razvitie evolyutsionnogo podkhoda v strategii modernizatsii regiona i makroregiona [Development of evolutionary approach in strategy of modernization of the region and a makroregion. Pre-print] Volgograd, VolGU, 2009. 66 p. (in Russian).

6 Bogomolova I. V., Mashentsov L. S., Sazonov S. P. A sustainable development of the large cities from positions of an assessment of competitiveness of territory. *Fundamental'nye issledovaniya* [Basic researches] 2014, no. 9, part 11, pp. 2506–2510 (in Russian).

7 Kotler Ph., Rein I., Haider D. Attracting investment industry and tourism to cities, states and nations. New York, TheFreePress, 2003.

8 Martin R. A study on the factors of regional competitiveness: a draft final report for the

european commission directorate-general regional policy. Cambridge, Cambridge University Press, 2004. 184 p. Available at: http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/studies/pdf/3cr/competitiveness.pdf (accessed: 19.04.2016).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Людмила С. Машенцова аспирант, кафедра экономики и управления проектами в строительстве, Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет, ул. Академическая, 1, г. Волгоград, 400074, Россия, m_luda09@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Людмила С. Машенцова обзор литературы по исследуемой проблеме, написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 04.03.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 01.04.2016

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Lyudmila S. Mashentsova graduate student, economics and project management in construction department, Volgograd architectural and construction university, Academic Str., 1, Volgograd, 400074, Russia, m_luda09@mail.ru

CONTRIBUTION

Lyudmila S. Mashentsova review of the literature on an investigated problem, 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 3.4.2016

ACCEPTED 4.1.2016

Экономическое содержание категории «инвестиционная привлекательность»

Элина Р. Закирова¹ erzakirova@inbox.ru

¹ кафедра финансового менеджмента, Урал. гос. экон. ун-т, ул. 8 Марта/Народной воли, 62/45, Екатеринбург, 620044, Россия

Реферат. Статья посвящена определению экономического содержания понятия «инвестиционная привлекательность» и исследованию её критериев. Для этого проведены ретроспективный анализ и систематизация различных определений понятий «капитал», «инвестиции», «инвестиционная привлекательность», данных отечественными и зарубежными авторами. Дается обобщенное определение капитала как объективной экономической категории, которой располагает субъект хозяйствования для осуществления своей инвестиционной деятельности с целью расширения масштабов и стоимости бизнеса, получения прибыли и повышения инвестиционной привлекательности. Подчеркивается, что понятие «инвестиции» шире, чем понятие «капиталовложения»: это вложения в капитал с различной степенью ликвидностью с целью последующего приращения и увеличения стоимости хозяйствующего субъекта. Определены основные характеристики инвестиций. Приводятся отличия термина «инвестиционная привлекательность» от сходных понятий: «рыночная привлекательность», «инвестиционный климат», «инвестиционный имидж», «инвестиционный потенциал». Сделан вывод, что инвестиционная привлекательность является составляющей инвестиционного климата, которая отличается объективным характером и исключает субъективность. На основе осмысления разных подходов к изучению инвестиционной привлекательности и определяющих её критериев предлагается краткая характеристика понятия «инвестиционная привлекательность» – она представляет собой самостоятельную экономическую категорию, совокупность внешних и внутренних факторов, а также качественных и количественных показателей инвестиционного потенциала любого из уровней экономической системы – государственного, регионального, отраслевого, уровня хозяйствующих субъектов. Оценка инвестиционной привлекательности на всех уровнях экономической системы осуществляется в текущем периоде (анализ текущей конъюнктуры) и прогнозном периоде (прогноз инвестиционного рынка).

Ключевые слова: капитал; инвестиции; инвестиционная привлекательность; оценка инвестиционной привлекательности; государственное регулирование

The economic content of the term “investment attractiveness”

Elina R. Zakirova¹ erzakirova@inbox.ru

¹ financial management department, Ural State University of Economics, 8 Marta/Narodnoy Voli Str., 62/45, Yekaterinburg, 620044, Russia

Summary. The article is devoted to the definition of the economic content of the concept of “investment attraction” and the study of the criteria of investment attractiveness. We conducted a retrospective analysis and systematization of the various definitions of “capital”, “investment”, “investment attraction”, given by domestic and foreign authors. A generalized definition of capital is given: “capital” is an objective economic category, which offers a business entity to carry out its investment activities in order to expand the scope and value of the business, making a profit and improve its investment attractiveness. It is emphasized that the concept of “investment” is broader than the concept of “capital”: it is investment in capital with varying degrees of liquidity for the purpose of subsequent increments and increase the value of the business entity. The author defines the main characteristics of the investment. A distinction of the term “investment attractiveness” of similar concepts, “market attractiveness”, “investment climate”, “investment image”, “investment potential” is made. It is concluded that the investment attractiveness is a component of the investment climate, which is characterized by an objective character and eliminates the subjectivity. Based on the understanding of different approaches to the study of the investment attractiveness and define its criteria the author offers a brief description of the concept of “investment attractiveness”: investment attractiveness is an independent economic category – a set of internal and external factors, as well as qualitative and quantitative indicators of the investment potential of any of the levels of the economic system – state, regional, sectoral, level of economic entities. Evaluation of investment attractiveness at all levels of the economic system is carried out in the current period (current situation analysis) and forecast period (investment market forecast).

Keywords: capital, investments, investment attractiveness, investment attractiveness rating, government regulation

Введение

Развитие современной интегрированной экономической системы зависит от эффективности формирования государственной инвестиционной политики и привлекательности региональной экономики, отрасли и домашних хозяйств. По мере развития экономических отношений хозяйственные связи существенно

изменяются и усложняются, возникают особые формы интеграции капитала. Модифицируются и составляющие экономической системы, трансформируются критерии оценки инвестиционной привлекательности.

Термин «инвестиционная привлекательность» означает набор показателей, включающих качественные и количественные характеристики. Определение этого понятия служит

Для цитирования

Закирова Э. Р. Экономическое содержание категории «инвестиционная привлекательность» // Вестник ВГУИТ. 2016. № 2. С. 327–333. doi:10.20914/2310-1202-2016-2-327-333

For citation

Zakirova E. R. The economic content of the term «investment attractiveness». *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 2 pp. 327–333. (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2016-2-327-333

основой исследования принципов и условий развития экономической системы, функционирования отраслевых, межотраслевых комплексов и отдельных хозяйствующих субъектов.

Для более глубокого и полного изучения инвестиционного процесса следует провести ретроспективный анализ понятий «капитал», «инвестиции», «инвестиционная привлекательность».

1.1 Понятия «капитал» и «инвестиции»: ретроспективный анализ

Точки зрения на понятие «инвестиции» в научном сообществе многообразны. Критическое осмысление различных трактовок этого термина позволяет заключить, что в экономической литературе инвестиции определяются как капитал, направленный на обновление средств производства, развитие производственной и социальной инфраструктуры.

Значительный вклад в изучение и разработку вопросов сущности капитала внесли Ё. Бем-Баверк, В. Зомбарт, Х. Курц, П. Сраффа, а также неорикардисты Л. Мэйнворинг, Я. Стидмэн, Б. Шефолд. Основываясь на идеях А. Смита, Д. Рикардо, К. Маркса, эти учёные дополнили классическую экономическую теорию углублённым изучением формирования стоимости капитала.

Представители различных экономических школ определяли «капитал» по-разному: как стоимость, приносящую прибавочную стоимость (А. Смит, Д. Рикардо, К. Маркс); как часть богатства, которая участвует в процессе производства (Е. Бем-Баверк, П. Сраффа); как накопленное богатство, имущество собственника (Ф. Визер, Дж. С. Милль, И. Фишер); как денежную стоимость, которая отражается на бухгалтерских счётах фирм (Дж. Р. Хикс); как совокупность собственного и акционерного капитала в частных предприятиях.

Всё эти характеристики уточняют понятие «капитал», под которым понимаются материальные условия жизнедеятельности общества, развитие производственной и социальной инфраструктуры, формирующее рыночную стоимость и характеризующее эффективность хозяйственной деятельности.

Современная трактовка капитала базируется на постулатах классической политэкономии и руководствуется принципом о том, что общественное производство в любой общественно-экономической формации основано на применении средств производства, предметов труда и рабочей силы. Именно по этой причине в экономической литературе существует

множество различных трактовок капитала, а единое определение отсутствует. Среди всех известных подходов к капиталу наиболее содержательным представляется определение, одного из основателей классической политической экономии К. Маркса: «Капитал можно понять лишь как движение, а не как вещь, пребывающую в покое, который проявляется в виде денег, разделяясь на доход и инвестиции. Таким образом, прибавочная стоимость проявляет деньги как капитал» [15].

В меркантилистской теории капитал рассматривается как самовозрастающая стоимость. Накопление богатства меркантилисты увязывали со сферой обращения и не учитывали какие-либо затраты труда, связанные с созданием товаров.

Физиократы рассматривали в качестве капитала землю, а в представлениях А. Смита и Д. Рикардо капитал связан с затратами труда. По мнению А. Смита, капитал выступает в качестве накопленного труда. Д. Рикардо полагал, что капитал служит средством производства.

В современной западной экономической литературе также встречаются различные интерпретации понятия «капитал»: П. Самуэльсон, Д. Бегг, Р. Дорнбуш, С. Фишер определяют его как капитальные блага, которые производятся экономической системой и применяются в качестве факторов производства для дальнейшего изготовления различных товаров и услуг. Согласно их представлениям, эти капитальные блага способны выступать в виде запасов производственных благ и функционировать в течение длительных или коротких промежутков времени.

М. Баумол и А. Блиндер определяют капитал как резервы, оборудование и иные производственные ресурсы, которыми владеют предприятия. Сходной точки зрения придерживаются К. Макконнелл и С. Брю, которые понимают под капиталом ресурсы, созданные человеком и используемые для производства товаров, а также товары, которые, непосредственно не отвечают человеческим потребностям [14].

Дж. Робинсон связывает понятие «капитал» с деньгами и считает, что неинвестированный капитал выступает в виде денежных средств.

Согласно К. Марксу, «капитал – это самовоспроизводящаяся стоимость, которая включена в непрерывный процесс кругооборота: денежный капитал превращается в производственный, последний превращается в товарный, который вновь готов принять денежную форму» [15].

Понимая капитал как экономическую категорию, физиократы подразделяли его на основной и оборотный. Ф. Кенэ считал, что первоначальные авансы оборачиваются в течение ряда производственных циклов и по частям переносят свою стоимость на готовый продукт. По А. Смиту, в основе разделения капитала на основной и оборотный лежит такой признак, как физическая неподвижность или подвижность различных частей капитала. Здания, сооружения, машины, которые находятся в неподвижном состоянии и не вступают в обращение в процессе производства, он причислял к физически неподвижным, а к физически подвижным относил деньги, сырьё, готовые товары. Согласно Д. Рикардо, основной капитал – это более долговечная и медленно изнашивающаяся часть функционирующего капитала, а его часто воспроизводимая часть относится к оборотному. Основной капитал, по К. Марксу, переносит стоимость на готовый продукт частями, а оборотный – за один производственный цикл.

Опираясь на теоретический опыт, можно считать, что капитал – это имущество, имеющее свою стоимость, находящееся в ограниченном количестве и способное, меняя свою форму, капитализироваться и создавать дополнительные материальные блага.

Многие современные экономисты всё больше склоняются к мысли, что позиции их предшественников нуждаются в корректировке, и это позволит глубже проанализировать фундаментальные вопросы теории капитала.

Согласно О. Б. Веретенниковой, капитал хозяйствующего субъекта – «денежный капитал, привлекаемый предприятием с рынка капитала, из бюджета и создаваемый самим предприятием, за счёт которых формируется имущество для ведения предпринимательской деятельности» [4].

И. А. Бланк, В. В. Бочаров, М. И. Кныш, И. В. Гончаренко придерживаются мнения, что инвестиции – это капитал, предназначенный для производства товаров и услуг. При этом прирост капитала должен быть достаточным, чтобы в текущем периоде инвестор получил компенсацию за отказ от использования собственных средств на потребление, а в будущем это вознаграждение за риск и возмещение потерь от инфляции.

По мнению Дж. М. Кейнса, сбережения и инвестиции тождественны, их величины «должны быть равны между собой, поскольку каждая из них равна превышению дохода над потреблением» [7]. Однако сбережения – лишь начальное звено инвестиционного процесса,

так как не всё сбережения становятся инвестициями. Инвестициями могут быть только те сбережения, которые направлены на расширение производства в целях приращения капитала и получения дохода в среднесрочном или долгосрочном периоде.

Понятие «инвестиции» в российском законодательстве рассматривается в широком смысле – как капиталовложение, включающее в себя затраты на строительство объектов, техническое перевооружение, реконструкцию и расширение действующих предприятий, приобретение оборудования, машин и материально-имущественных ценностей, которые вкладываются в различные виды деятельности с целью получить прибыль или создать социальный эффект.

Однако понятие «инвестиции» можно рассматривать шире, чем понятие «капиталовложения», поскольку инвестиции – это вложения в капитал с различной степенью ликвидностью с целью последующего приращения и увеличения стоимости хозяйствующего субъекта [2].

Таким образом, капитал является объективной экономической категорией, которой располагает субъект хозяйствования для осуществления своей инвестиционной деятельности с целью расширения масштабов и стоимости бизнеса, получения прибыли и повышения своей инвестиционной привлекательности.

В рамках экономической теории формами инвестиций считают их конкретные виды по источникам, объёмам и назначению, а формирование нового капитала, для приращения реального капитала, называют инвестиционным процессом или инвестированием. При этом, с точки зрения финансовой теории, инвестирование – это вложения в реальные или финансовые активы с целью получения в будущем инвестиционного дохода. Появление различных финансовых рынков связано именно с возникновением финансовых инвестиций [5].

Обобщая представленные выше подходы к определению «инвестиции», можно выделить их основные характеристики:

- инвестиции способны приносить доход;
- инвестиции могут направляться в капитальные, оборотные и нематериальные активы;
- инвестиции носят срочный характер;
- инвесторы (основные участники инвестиционного процесса) при вложении капитала могут преследовать цели получения экономических выгод или достижения социального эффекта;
- инвестиционный процесс носит вероятностный характер, так как ожидаемая доходность тесно пересекается с инвестиционным риском.

1.2 Инвестиционная привлекательность: подходы к определению

В современных экономических условиях под воздействием внешних и внутренних факторов меняются характер и формы инвестиций, критерии оценки эффективности инвестиционных проектов, усиливается необходимость в разработке мероприятий, направленных на повышение инвестиционной привлекательности на любом уровне экономической системы.

Категория «инвестиционная привлекательность» остаётся поводом для дискуссий, так как в экономической литературе до настоящего времени не даётся полного представление о содержании этого понятия. В публикациях термин «инвестиционная привлекательность» считается тождественным ряду сходных понятий: «рыночная привлекательность», «инвестиционный климат», «инвестиционный имидж», «инвестиционный потенциал». Они не являются при этом синонимами.

Под рыночной привлекательностью понимаются партнёрские отношения между контрагентами, характеристика места и размещения субъектов хозяйствования. Специалисты рейтингового агентства «Эксперт РА» отождествляют понятия «инвестиционная привлекательность» и «инвестиционный климат», выделяя в их составе две важные характеристики – инвестиционный потенциал и инвестиционный риск [9]. Нам представляется более убедительной точка зрения В. А. Кретицина, который замечает, что готовность инвесторов вкладывать свой капитал зависит от инвестиционного климата в государстве [11]. Термин «инвестиционный климат» отражает благоприятность ситуации, сложившейся в стране, регионе или отрасли, по отношению к возможным инвестициям [8].

Отсюда следует, что инвестиционный климат представляет собой совокупность экономических, политических, финансовых условий, влияющих на приток внешних и внутренних инвестиций в экономику страны. В свою очередь, инвестиционный потенциал есть комплексное, целостное отражение разных аспектов инвестиционного климата в представлениях инвесторов.

Можно считать, что категория «инвестиционная привлекательность» является составляющей инвестиционного климата, которая отличается объективным характером и исключает субъективизм.

До настоящего времени в экономической литературе из-за постоянного изменения конъюнктурных факторов экономической системы

единый подход к сущности понятия «инвестиционная привлекательность» не выработан. Мнения авторов об инвестиционной привлекательности во многом расходятся.

Например, по мнению М. Н. Крейниной, инвестиционная привлекательность зависит от всех показателей, которые характеризуют финансовое состояние и влияют на доходность капитала, курс акций предприятия и уровень дивидендов [10].

Согласно определению Э. И. Крылова, В. М. Власовой и М. Е. Егоровой, инвестиционная привлекательность – это «экономическая категория, характеризующаяся эффективностью использования имущества предприятия, его платёжеспособностью, устойчивостью финансового состояния, его способностью к саморазвитию на базе повышения доходности капитала, технико-экономического уровня производства, качества и конкурентоспособности продукции... Однако, сузив проблему, по мнению исследователей, инвестиционная привлекательность формируется благодаря конкурентоспособности продукции, клиентоориентированности предприятия, выражающейся в наиболее полном удовлетворении запросов потребителей. Немаловажное значение для усиления инвестиционной привлекательности имеет уровень инновационной деятельности в рамках стратегического развития предприятия» [13, с. 6].

В то же время И. А. Бланк считает, что ключевые компоненты инвестиционной привлекательности служат обобщающими характеристиками инвестиционных качеств конкретного объекта и оцениваются конкретным инвестором. По его мнению, инвестиционная привлекательность в значительной мере отражает направленность на выработку инвестиционной политики предприятия и позволяет рассматривать её как важный фактор принятия инвестиционного решения.

Один из ключевых этапов разработки инвестиционной политики, определяющий самые эффективные способы использования капитала при инвестировании, – это выделение отдельных направлений инвестиционной деятельности, включая оценку объекта инвестирования и влияющих на него факторов. И. А. Бланк утверждает, что инвестиционная привлекательность непосредственно связана со стадиями жизненного цикла предприятия [2].

В. И. Машкин под инвестиционной привлекательностью понимает наличие таких условий для инвестирования, которые оказывают

влияние на предпочтения инвестора при выборе объекта инвестирования [16].

По мнению Г. Бирмана и С. Шмидта, инвестиционная привлекательность представляется совокупностью показателей, которые характеризуют финансовое состояние предприятия [1].

Д. А. Ендовицкий, Е. Г. Никольская и А. Б. Крутик сходятся во мнении, что инвестиционной привлекательностью является общая характеристика всех недостатков и преимуществ рассматриваемого предприятия [6, 12].

В. В. Бочаров рассматривает анализируемый термин с позиции рынка ценных бумаг и определяет инвестиционную привлекательность надёжностью ценных бумаг, которые выпускает предприятие [3].

М. М. Станекова полагает, что инвестиционная привлекательность означает наличие экономического эффекта (дохода) от вложения свободных денежных средств в корпоративные ценные бумаги при минимальном уровне риска. Оценка инвестиционной привлекательности производится по показателям рыночной активности [18].

Интересен подход А. Я. Кибирова и А. Н. Сёмина, которые представляют две концептуальные позиции для понимания инвестиционной привлекательности. Согласно первой позиции, инвестиционная привлекательность трактуется как «характеристика уровня благоприятных экономических условий для осуществления инвестиций». По их мнению, инвестиционной привлекательностью обладают: страна в целом, федеральный округ, регион, отрасль, предприятие, субъект хозяйствования.

«Вторая концептуальная позиция характеризует инвестиционную привлекательность как совокупность организационных, кредитно-финансовых, экономических и правовых условий, обуславливающих выбор инвестором объекта инвестирования для вложения средств с целью получения какой-либо выгоды». Авторы считают, что инвестиционная привлекательность – это субъективная оценка объекта инвестирования конкретным инвестором, с точки зрения целесообразности вложения средств [17, с. 235].

Интегрированный взгляд на сущность инвестиционной привлекательности состоит в том, что большинство исследователей выделяют её как самостоятельную экономическую категорию, представляющую собой совокупную характеристику показателей инвестиционного потенциала субъекта хозяйствования, отражающую эффективное использование объектов инвестирования.

Обзор различных точек зрения на определение категории «инвестиционная привлекательность» позволяет утверждать, что она представляет собой систему экономических отношений между хозяйствующими субъектами относительно эффективности развития объекта инвестирования. В научной среде сформировались различные подходы к определению, анализу и оценке инвестиционной привлекательности региона, отдельных отраслей и сфер экономической деятельности. Многие авторы, в том числе М. Н. Крейнина, Э. И. Крылов, В. М. Власова и М. Ё. Егорова, отразили суть понятия довольно обобщённо и не определили инвестиционную привлекательность, с точки зрения инвесторов.

Систематизация различных трактовок категории «инвестиционная привлекательность» по экономическому содержанию выявила их неоднозначность, что обусловлено процессами, которые протекают в различных экономических системах с разным инвестиционным потенциалом и инвестиционным риском. В частности, определения В. В. Бочарова и М. М. Станековой подходят только для анализа предприятий фондового рынка. Трактовки Г. Бирмана, С. Шмидта, В. И. Машкина, И. А. Бланка включают лишь одну составляющую этого понятия и поэтому не могут быть достаточными. Определение А. Н. Сёмина и А. Я. Кибирова представляется весьма чётким и объёмным, вполне отражающим суть инвестиционной привлекательности. Это определение можно использовать в качестве основного, обобщающего всё вышесказанное.

На основе изучения разных подходов по нахождению инвестиционной привлекательности и определяющих её критериев предлагается следующая краткая характеристика понятия «инвестиционная привлекательность»:

- инвестиционную привлекательность целесообразно рассматривать на всех уровнях экономической системы – государственном, региональном, отраслевом, уровне хозяйствующих субъектов;

- инвестиционная привлекательность представляет собой самостоятельную экономическую категорию – совокупность внешних и внутренних факторов, а также качественных и количественных показателей инвестиционного потенциала любого из уровней экономической системы;

- оценка инвестиционной привлекательности на всех уровнях экономической системы

осуществляется в текущем периоде (анализ текущей конъюнктуры) и прогнозном периоде (прогноз инвестиционного рынка).

Участниками процесса оценки инвестиционной привлекательности являются основные звенья экономической системы: государство, регион, отрасль, хозяйствующий субъект.

Заключение

Обобщая вышеизложенное, можно заключить, что экономическое содержание инвестиционной привлекательности всех участников зависит от уровня социально-экономического развития государства в целом и регионов в частности, территориальных и

отраслевых особенностей субъектов хозяйствования. Хозяйствующий субъект в этой системе выступает конечным звеном, где реализуются предпочтения инвестора в выборе объекта инвестирования, зависящие от уровня политического риска и экономической стабильности в государстве, регионе, отрасли. Создание предпочтительных условий для выгодного вложения капитала станет основой для повышения инвестиционной привлекательности. Поэтому анализ и прогноз инвестиционной привлекательности всех звеньев экономической системы представляет огромный научный и практический интерес в условиях формирования долгосрочной стратегии развития государства.

ЛИТЕРАТУРА

1 Бирман Г., Шмидт С. Капиталовложения. Экономический анализ инвестиционных проектов: пер. с англ. под ред. Л. П. Белых. М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1997. 631 с.

2 Бланк И. А. Инвестиционный менеджмент: монография. Киев: МП «ИТЕМ» ЛТД. «Юнайтед Лондон Трейд Лимитед», 1995. 448 с.

3 Бочаров В. В. Инвестиционный менеджмент. СПб.: Питер, 2000. 160 с.

4 Веретенникова О. Б. Финансовая политика хозяйствующих субъектов: дис... док. экон. наук: 08.00.10. Екатеринбург, 2004. 280 с.

5 Воротилова Н. Н., Каткова М. А., Мальцева Ю. Н., Шерстнева Г. С. Управление инвестициями. М.: Дашков и К°, 2013. 188 с.

6 Ендовицкий Д. А. Инвестиционный анализ в реальном секторе экономики: под ред. Гиляровской Л. Т. М.: Финансы и статистика, 2003. 352 с.

7 Кейнс Дж. М. Общая теория занятости, процента и денег: избранное: пер. с англ. Виноградовой Е. В., Гребенникова В. Г., Камеенцкого А. С. и др. М.: Эксмо, 2007. 958 с.

8 Киселёва Н. В., Боровикова Т. В., Захарова Г. В. и др. Инвестиционная деятельность: учеб. пособие: под ред. Подшиваленко Г. П., Киселёвой Н. В. М.: Кнорус, 2005. 432 с.

9 Концепция проекта «Рейтинг инвестиционной привлекательности регионов России». Рейтинговое агентство «Эксперт РА». URL: <http://raexpert.ru/ratings/regions/concept> (6 мая 2016 г.).

10 Крейнина М. Н. Анализ финансового состояния и инвестиционной привлекательности акционерных обществ в промышленности, строительстве и торговле. М.: Дело и Сервис, 2005. 400 с.

11 Кретинин В. А. Инвестиционная привлекательность как фактор устойчивого развития региона // Сборник научных трудов под общ. ред. Г. В. Гутмана. Владимир: ВГПУ, 2004. С. 102–114.

12 Крутик А. Б., Никольская Е. Г. Инвестиции и экономический рост предпринимательства. СПб.: Лань, 2000. 544 с.

13 Крылов Э. И., Власова В. М., Егорова М. Г. Анализ финансового состояния и инвестиционной привлекательности предприятия. М.: Финансы и статистика, 2003. 191 с.

14 Макконнелл К., Брю С. Экономикс. М.: Республика, 1992. Т. 1. 399 с. Т. 2. 400 с.

15 Маркс К. Капитал: в 3 т. М.: Политиздат, 1983. Т. 1.

16 Машкин В. Управление инвестиционной привлекательностью реального сектора экономики региона // СЕВЕР промышленный. 2007. № 9.

17 Сёмин А. Н., Кибиров А. Я. Базисные направления и инструменты повышения инвестиционной привлекательности аграрного сектора экономики // Экономика региона. 2013. № 3.

18 Станекова М. М. Финансовый анализ. М.: Налог-Инфо, 2007. 252 с.

REFERENCES

1 Bierman G., Smidt S. The Capital Budgeting Decision: Economic Analysis of Investment Projects. New Jersey: Prentice-Hall, 1992. 424 p.

2 Blank I. A. Investitsionnyi menedzhment [Investment management]. Kiev, ITEM, 1995. 448 p. (in Russian).

3 Bocharov V. V. Investitsionnyi menedzhment [Investment management] Saint-Petersburg, Piter, 2000. 160 p. (in Russian).

4 Veretennikova O. B. Finansovaya politika hozyaystvuyushih sub'ektov. Diss. dokt. econ.

nauk [The financial policy of economic entities. Dis. doc. econ. sci.] Ekaterinburg, 2004. 280 p. (in Russian).

5 Vorotilova N. N., Katkova M. A., Maltseva Yu. N., Sherstneva G. S. Investitsionnyi menedzhment [Investment management]. Moscow, Dashkov i K, 2013. 188 p. (in Russian).

6 Endovitskii D. A. Investitsionnyi analiz v real'nom sektore ekonomiki [Investment analysis in real sector: ed. by L. T. Gilyarovskaya] Moscow, Finansy i Statistika, 2003. 362 p. (in Russian).

7 Keynes J. M. The general theory of employment, interest, and money. London: Macmillan, 1936. 403 p.

8 Kiseleva N. V., Borovikova T. V., Zakharova G. V. et al. Investitsionnaya deyatel'nost [Investment activities: ed. by G. P. Podshivlenko, N. V. Kiselyova] Moscow, Knorus, 2005. 432 p. (in Russian).

9 Kontseptsiya proekta «Reyting investitsionnoy privlekatel'nosti regionov Rossii» [The concept of the project «Rating of investment attractiveness of Russian regions». Rating agency «Expert RA»] Available at: <http://raexpert.ru/ratings/regions/concept> (accessed 6.05.2016). (in Russian).

10 Kreynina M. N. Analiz finansovogo sostoyaniya i investitsionnoy privlekatel'nosti aktsionnykh obshchestv v promyshlennosti, stroitel'stve i trgovle [Analysis of financial condition and investment attractiveness of joint stock compa-

nies in the industry, construction and trade] Moscow, 2005. 400 p. (in Russian).

11 Kretinin V. A. Investment attractiveness as a factor of the region's sustainable development. *Sbornik nauchnykh trudov* [Collection of scientific works: ed. by G. V. Gutman] Vladimir, VGPU, 2004. P. 102–114. (in Russian).

12 Krutik A. B., Nikolskaya E. G. Investitsii i ekonomicheskiy rost predprinimatel'stva [Investment and economic growth entremet] Saint-Petersburg, Lan', 2000. 544 p. (in Russian).

13 Krylov E. I., Vlasova V. M., Egorov M. G. Analysis of financial condition and investment potential. Moscow, Finansy i Statistika, 2003. 191 p. (in Russian).

14 McConnell C., Brue S., Flynn S. Economics. McGraw-Hill, Irwin, 2008. 916 p.

15 Marks K. The capital: in 3 vol. Moscow, Politizdat, 1983, vol. 1. (in Russian).

16 Mashkin V. Management of investment attractiveness of the real sector of economy of the region. *SEVER industrial'nui* [NORTH industrial] 2007, no 9. (in Russian).

17 Semin A. N., Kibirov A. Ya. Basic directions and tools to increase the investment attractiveness of the agricultural sector. *Regional'naya ekonomika* [The region's economy] 2013, no 3. (in Russian).

18 Stanekova M. M. Finansovyi analiz. [The financial analysis] Moscow, Nalog Info, 2007. 252 p. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Элина Р. Закирова к.э.н. доцент, кафедра финансового менеджмента, Урал. гос. экон. ун-т, ул. 8 Марта/Народной воли, 62/45, Екатеринбург, 620044, Россия, erzakirova@inbox.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Элина Р. Закирова полностью подготовила статью и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 01.04.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 29.04.2016

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Elina R. Zakirova c. ec. sc., associate professor, financial management department, Ural state university of economics, 8 Marta/Narodnoy Voli Str., 62/45, Yekaterinburg, 620044, Russia, erzakirova@inbox.ru

CONTRIBUTION

Elina R. Zakirova fully prepared the article and responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The author declare no conflict of interest.

RECEIVED 4.1.2016

ACCEPTED 4.29.2016

Моделирование финансовых результатов на основе факторного анализа

Виктор М. Сидоров¹ wictor.sidorov@yandex.ru

¹ кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронеж, гос. ун-т инж. технол.

Реферат. В статье представлены подходы, определяющие моделирование финансовых результатов на основе факторного анализа. Обозначена связь между развитием предприятий и научно-техническим прогрессом. Показано, что потенциал предприятий может быть основан на моделировании финансовых результатов. Обозначена актуальность данного направления исследования на фоне введенных санкций против России. Указана роль контроля при эффективном использовании ресурсов. Доказано, что ключевым моментом в формировании прибыли предприятия является моделирование финансовых результатов. Обоснован факторный анализ при оценке деятельности организации, который направлен на прирост капитала. Показана роль финансовой системы и отдельных элементов в финансово-хозяйственной деятельности. Установлена связь между моделированием и структурой исследуемого объекта. Моделирование не может осуществляться без определения структуры исследуемого объекта, так как структура характеризует устойчивые связи между элементами. Компоненты элементов способны в совокупности противодействовать внешним воздействиям. Для расширения системы выделять наиболее значимые факторы. Находить интегрирующие связи из закономерных. Выделил, что факторы за счёт взаимодействия друг с другом могут создавать синергический или гасящий эффект или нейтрализовать друг друга. Факторы организуют или дезорганизуют работу организации. Моделирование объектов строится на определённых условиях, и рассматриваются отдельные стороны объекта при отказе от менее значимых элементов системы. Показана роль эмпирического и теоретического уровня исследования в моделировании деятельности организации. Автор предложил использовать детерминированную модель для определения функциональных связей между результирующим показателем и факторными признаками. Раскрыл область применения данной детерминированной модели.

Ключевые слова: моделирование, факторный анализ, финансовый результат, доход организации

Design of financial results on the basis of factor analysis

Victor M Sidorov¹ wictor.sidorov@yandex.ru

¹ Department of economic security and financial monitoring, Voronezh state university of engineering technology

Summary. Approaches are presented in the article, qualificatory the design of financial results on the basis of factor analysis. Connection marks between development of enterprises and scientific and technical progress. It is shown that potential of enterprises can be based on the design of financial results. Actuality of this direction of research marks on a background the entered approvals against Russia. A control role is indicated at the effective use of resources. It is well-proven that a key moment in forming of profit of enterprise is a design of financial results. A factor analysis is reasonable at the estimation of activity of organization, which exposed an application of this determined model domain. is sent to capital augmentation. The role of the financial system and separate elements is shown in to financially-economic activity. Connection is set between a design and structure of the investigated object. A design cannot come true without determination of structure of the investigated object, because a structure characterizes steady connections between elements. The components of elements are able in totality to counteract to external influences. For expansion of the system to distinguish the most meaningful factors. To distinguish integrating connections from appropriate. Distinguished, that factors due to co-operating with each other can create a synergistically or extinguishing effect or neutralize each other. Factors will organize or will disorganize work of organization. The design of objects is built on the certain terms, and separate parties of object are examined at abandonment from the less meaningful elements of the system. The role of empiric and theoretical level of research in the design of activity of organization is shown. An author suggested to use the determined model for determination of functional connections between a result-index and factor signs. Exposed an application of this determined model domain.

Keywords: factor analysis, financial result, acuests of organization

Введение

Развитие экономики предприятий зависит от научно-технического прогресса, уровня подготовки инженерно-технических кадров, поступательного роста отраслей промышленности и в целом связано с техникообразовательным процессом в обществе [1].

Вместе с тем, реализация потенциала коммерческих предприятий невозможна без

формирования основных подходов в системе моделирования финансовых результатов на основе факторного анализа. Это связано с влиянием как внешних, так и внутренних факторов. Причём в современном обществе все большее влияние оказывают внешние факторы, связанные с обострением противоречий между ведущими государствами мира в борьбе за сферы влияния, экономические ресурсы, сегменты рынка.

Для цитирования

Сидоров В. М. Моделирование финансовых результатов на основе факторного анализа // Вестник ВГУИТ. 2016. № 2. С. 334–338. doi:10.20914/2310-1202-2016-2-334-338

For citation

Sidorov V. M. Design of financial results on the basis of factor analysis. Vestnik VSUET [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 2 pp. 334–338. (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2016-2-334-338

Введённые санкции против РФ заставляют предприятия функционировать в сложных экономических условиях, когда возникают трудности при обеспечении поставок комплектующих изделий, в получении кредитов, необходимых для модернизации и реконструкции производственных мощностей.

В этих условиях, как никогда, возрастает роль контроля за основными составляющими производства и реализации продукции [2]. Контроль необходим для определения, насколько эффективно используются основные, оборотные средства, трудовые ресурсы.

1.1 Моделирование финансовых результатов

Моделирование финансовых результатов на основе факторного анализа становится ключевым фактом в оценке доли влияния вышеперечисленных показателей.

Коммерческий финансовый результат выражается через прибыль, убыток и точку безубыточности [3]. Также он является комплексным показателем, характеризующим эффективное использование имеющихся в распоряжении предприятия ресурсов. Для ведения успешной финансово-хозяйственной деятельности необходимо, чтобы полученный финансовый результат превышал произведённые расходы, а это, в свою очередь, свидетельствует об эффективности производства [4].

Финансовый результат непосредственно связан с бухгалтерским учётом, который отражает экономическую деятельность хозяйствующего субъекта. Это позволяет формировать динамику результирующих экономических показателей.

Планирование финансово-хозяйственной деятельности является основным моментом в работе предприятий [5]. Данное планирование основывается на факторном анализе.

С помощью факторного анализа находят, за счёт каких факторов происходит формирование прибыли коммерческой организации.

Определяют наиболее значимые факторы, оказывающие существенное влияние на формирование прибыли организации.

Выделение факторов наибольшего влияния на конечные результаты является наиболее важным моментом в деятельности предприятия. От этого во многом зависит успешность финансово-хозяйственной деятельности и перспективы развития в целом.

В этих условиях большую роль играет прирост капитала предприятия, который формируется также и за счёт нераспределённой прибыли. Все в целом приводит к потребности

моделирования финансовых результатов. Для этого необходимо обеспечивать переход от исходной факторной к конечной факторной системе. Причём факторная система строится на основе представления результирующего показателя в виде алгебраического выражения.

Вместе с тем, необходимо учесть, что моделирование строится не только на фиксации результатов, но и на обновлении [6]. Причём обновление инвариантных финансовых результатов строится на инновационных связях [7].

В понимании «система» решающая роль принадлежит значению слова элемент. Без него сама система теряет эвристический смысл. При данном рассмотрении элемент есть неразложимый компонент системы. В нашем случае факторы выступают в качестве элементов системы.

1.1.1 Выбор структуры моделирования

Моделирование не может осуществляться без определения структуры исследуемого объекта, так как структура определяет устойчивые связи между элементами. Причём сам характер связи внутри системы определяют элементы. Отсюда необходимо знание об особенностях функционирования конкретного объекта исследования, экономических процессах, происходящих при выполнении отдельных производственных операций.

Надо учитывать, что по своей значимости для системы связи элементов могут быть существенными или малозначимыми. Закономерные связи элементов определяют структуру предприятия. Между их компонентами присутствуют связи, которые способны противодействовать в течение определённого времени негативным воздействиям как внешней, так и внутренней среде. Близость таких элементов способствует исключению отдельных элементов или, наоборот, создаёт условия для включения отдельных компонентов в систему.

Все вышеперечисленное позволяет вносить или исключать, с точки зрения эксперта, отдельные составляющие в процессе моделирования экономических объектов. Это способствует выделению значимых факторов, учитывающих специфику деятельности предприятия.

При моделировании необходимо из закономерных связей выделять интегрирующие, которые, с точки зрения экономического подхода, характеризуют процесс производства и реализации товаров, работ, услуг.

1.1.2 Роль факторов при моделировании

В задачу экономического исследования входит расширение самой финансовой системы

за счёт вовлечения в неё значимых факторов и определения доли их влияния на результирующий фактор. Это позволяет строить модели, которые с большей точностью отражают реальное состояние финансовых дел на предприятии. Моделировать различные ситуации в финансово-хозяйственной деятельности с целью определения путей развития организации при использовании конкретных ресурсов, сегментов рынка, знаний о конкурентной среде.

Вместе с тем следует учесть, что комплекс факторов не следует рассматривать как механическую сумму без учёта их взаимодействия, без выделения основных, определяющих, иначе выводы могут быть ошибочными.

В существующей практике научного исследования делается упор на нахождение влияния факторов на результирующий показатель. При этом не учитывают, что факторы, воздействуя на результирующий показатель, могут оказывать существенное влияние друг на друга. В этом случае возникает синергический или гасящий эффект. В частном случае возникает нейтральный, который не оказывает никакого влияния на исследуемый объект при определённом сочетании факторов.

Одной из форм противодействия внешним и внутренним угрозам становится подбор факторов таким образом, чтобы они оказывали гасящее воздействие друг на друга и это, в результате, позволяло избегать негативного воздействия на функционирование предприятия.

Надо отметить, что воздействия могут носить организующий и дезорганизующий характер на сферы финансово-хозяйственной деятельности коммерческой организации. При этом, усиливая или ослабляя финансовую устойчивость предприятия, которая, в первую очередь, связана с процессом бесперебойного производства и реализации продукции, с финансовыми расчётами с поставщиками необходимых комплектующих, с потребителями продукции, товаров, услуг, с госорганами.

1.1.3 Построение системы моделирования

Для систематизации процесса воздействия различных факторов необходимо активно использовать процесс моделирования объектов. Причём моделирование объектов следует строить при выполнении следующих условий: наличия знаний об объекте исследования, определения сходства модели и оригинала, изучения отдельных сторон объекта проведение модельных экспериментов, на переносе знаний с модели на оригинал, на практической проверке полученных результатов.

Моделирование строится на изучении функционирования совокупности отдельных элементов системы, которые являются частью целого объекта исследования. В данном случае моделирование может выстраиваться на изучении отдельных сторон объекта или на рассмотрении целого объекта при условии, что для анализа привлекаем, с нашей точки зрения, наиболее важные элементы, а несущественные в конкретном случае отбрасываем.

Для получения в перспективе объективных данных необходима предварительная экспертная оценка отдельных элементов системы.

Актуальным фактом в исследовании объектов является определение уровня исследования. Так, эмпирический уровень исследует внешние проявления сущности объекта. В нашем случае в качестве таких проявлений выступают результирующие экономические показатели. Экономический подход как раз и характеризует данный уровень.

В любом случае научное исследование различных сторон объектов стремится выйти на теоретический уровень, который характеризует всесторонние грани объекта. Это позволяет определять причинно-следственные связи в изучаемом объекте, изыскивать средства для выхода предприятия из кризиса, и при успешном функционировании определять направления устойчивого развития организации.

1.1.4 Выбор детерминированной модели

В своём исследовании автор остановился на разработке детерминированной модели, определяющей функциональные связи между результирующим показателем и факторными признаками. Данная связь наиболее объективно в реальности характеризует процессы функционирования коммерческого предприятия и отражает эффективное использование ресурсов.

В качестве результирующего показателя взят доход организации. Факторными признаками являются показатели, характеризующие эффективное использование ресурсов.

$$D = \sqrt{D_{\text{ф.л.}} \times \Phi_{\text{отд.}} \times R_{\text{ф.л.}} \times \Phi_{\text{вор.}} \times \bar{R}} \quad (1)$$

где D – доход предприятия от реализации продукции, работ, услуг; $\Phi_{\text{отд.}}$ – фондоотдача; $D_{\text{ф.л.}}$ – финансовые вложения на конец года; $R_{\text{ф.л.}}$ – рентабельность финансовых вложений; $\Phi_{\text{вор.}}$ – фондовооружённость; $\bar{R}$ – среднесписочное число работников.

Исходными данными для расчёта служат показатели, характеризующие эффективное использование ресурсов. Эти показатели представлены в таблице 1.

Динамика эффективности финансовых ресурсов, р.

Table 1

The dynamics of the effectiveness of financial resources, ruble

Показатели Indicators	год / year		
	2013	2014	2015
Доход от реализации продукции Revenue from product sales	25 346 687	33 645 984	38 420 268
Финансовые вложения на конец года Financial investments at end of year	3 128 620	2786578	1640242
Среднегодовая стоимость основных средств The average annual value of fixed assets	1 672 041	1805479	1902242
Фондоотдача Capital productivity	15,159	18,635	20,197
Фондоёмкость	0,066	0,0537	0,0495
Фондовооруженность Capital intensity	38001	40121	45291
Рентабельность финансовых вложений Return on investments	8,102	12,074	23,424
Среднесписочная численность работников, чел. The average number of employees, people	44	45	42

Надо отметить, что основополагающими показателями, оказывающими существенное влияние на финансово-хозяйственную деятельность, являются основной, оборотный капитал и трудовые ресурсы. Причём трудом работников создаётся добавленная стоимость, поэтому при расширении системы учёта факторов, данные показатели необходимо учитывать

в первую очередь, так как они вносят определяющий вклад в процесс производства. Влияние вышеперечисленных показателей на доход организации определяется методом цепной подстановки. Пример расчёта представлен в таблице 2. Надо отметить, что в ручном режиме расчёта возможна небольшая погрешность из-за не учёта знаков в показателях после запятой.

Таблица 2

Влияние на доход организации эффективных показателей

Table 2

The impact on income of the organization effective indicators

Показатели / Indicators	Расчеты / Settlements						2014 year
Финансовые вложения на конец года / Financial investments at end of year	3 128 620	2 786 578	2 786 578	2 786 578	2 786 578	2 786 578	-1 425053
Фондоотдача Capital productivity	15,159	15,159	18,635	18,635	18,635	18,635	2601221
Рентабельность финансовых вложений Return on investments	8,102	8,102	8,102	12,074	12,074	12,074	5855124
Фондовооруженность	38001	38001	38001	38001	40121	40121	890895
Среднесписочное число работников / The average number of employees, people	44	44	44	44	44	45	377110
Доход организации Revenue from product sales	25346687	23921634	26522855	32377979	33268874	33645984	8299297
Показатели / Indicators	Расчеты / Settlements						2015 year
Финансовые вложения на конец года / Financial investments at end of year	2786578	1640242	1640242	1640242	1640242	1640242	-7833109
Фондоотдача Capital productivity	18,635	18,635	20,197	20,197	20,197	20,197	1060060
Рентабельность финансовых вложений / Return on investments	12,074	12,074	12,074	23,424	23,424	23,424	10557085
Фондовооруженность	40121	40121	40121	40121	45291	45291	2338565
Среднесписочное число работников The average number of employees, people	45	45	45	45	45	42	-1348317
Доход организации Revenue from product sales	33645984	25812875	26872935	37430020	39768585	38420268	4774284

Заключение

Данная модель позволяет практически определять уровень влияния отдельного фактора на доход предприятия в стоимостном выражении, норму полезности отдельного

ресурса, вид воздействий, выявлять организующие или дезорганизующие факты в работе организации. В целом вышеперечисленные экономические показатели являются индикаторами эффективного управления производством.

ЛИТЕРАТУРА

1 Хорев А. И., Овчинникова Т. И., Кобелева С. В. Развитие конкурентоспособных инновационных производств на основе интенсификации // Экономика. Инновации. Управление качеством. 2014. № 2(7). С. 9–16.

2 Саликов Ю. А., Исаенко М. И. Особенности разработки процесса управления организационным развитием промышленного предприятия // Экономика. Инновации. Управление качеством. 2014. № 4 (9). С. 138

3 Пономарева Н. И. Развитие инновационной деятельности предприятий хлебопекарной промышленности // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2014. № 6–1. С. 287–291.

4 Кобелева С. В. Инновационная деятельность как источник повышения конкурентоспособности предприятий // Экономика. Инновации. Управление качеством. 2014. № 4 (9). С. 162–163.

5 Gorshkova L. A., Sovik L. E., Poplavskaya V. A. Methodology of organizational changes during the implementation of business-activity monitoring // International Journal of Business and Social Science. 2013. № 4. P. 104

6 Freeman A. “RENEWAL?”. Geopolitical Economy: After US hegemony, globalization and empire. Pluto Press, 2013. P. 153–186

7 Munro A., Bathelt H. “Innovation Linkages in New – and Old-economy Sectors in Cambridge-guelph-kitchener-waterloo (ontario)”. Innovating in Urban Economies: Economic Transformation in Canadian City-regions. Ed. David A. Wolfe. Toronto: University of Toronto Press, 2014. P. 219–244

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Виктор М. Сидоров к. э. н., доцент, кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронеж. гос. ун. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, Россия, victor.sidorov@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Виктор М. Сидоров выполнил расчёты, обзор литературных источников по исследуемой проблеме, написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 07.04.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 05.05.2016

REFERENCES

1 Khorev A. I., Ovchinnikova T. I., Kobeleva S. V. The development of competitive industries on the basis of innovative labor intensification. *Economy. Innovations. Quality Management*. [Economy. Innovations. Quality Management] 2014, no. 2 (7), pp. 9–16. (in Russian).

2 Salikov Yu. A., Isaenko M. I. Features of the development process, management of organizational development of the industrial enterprise. *Economy. Innovations. Quality Management*. [Economy. Innovations. Quality Management] 2014, no. 4 (9), pp. 138 (in Russian).

3 Ponomareva N. I. Development of innovative activity of the enterprises of the baking industry. Actual problems of humanities and natural sciences. *Aktual'nye problem gumanitarnykh i estestvennykh nauk* [Russian Journal of Actual problems of humanities and natural sciences] 2014, no. 6–1, pp. 287–291. (in Russian).

4 Kobeleva S. V. Innovation activity as a source of increasing the competitiveness of enterprises. *Economy. Innovations. Quality Management*. [Economy. Innovations. Quality Management] 2014, no. 4(9), pp. 162–163. (in Russian).

5 Gorshkova L. A., Sovik L. E., Poplavskaya V. A. Methodology of organizational changes during the implementation of business-activity monitoring. *International Journal of Business and Social Science*, 2013, no. 4, pp. 104

6 Freeman A. “RENEWAL?”. Geopolitical Economy: After US Hegemony, Globalization and Empire. Pluto Press, 2013, pp. 153–186

7 Munro A., Bathelt H. “Innovation Linkages in New – and Old-economy Sectors in Cambridge-guelph-kitchener-waterloo (ontario)”. *Innovating in Urban Economies: Economic Transformation in Canadian City-regions*. Ed. David A. Wolfe. Toronto, University of Toronto Press, 2014, pp. 219–244

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Victor M Sidorov c. e. sc, associate Professor, department of economic security and financial monitoring, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, Russia, victor.sidorov@yandex.ru

CONTRIBUTION

Victor M Sidorov performed calculations, review of the literature on an investigated problem, 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 4.7.2016

ACCEPTED 5.5.2016

Особенности внешней трудовой миграции на территории Белгородской области

Наталья В. Шевченко,¹ nshevchenko@dsu.edu.ru
Ирина Э. Надуткина,¹ nadutkina@bsu.edu.ru
Анжелика А. Мелкова¹ angelika.adamova@yandex.ru

¹ кафедра социальных технологий, Белгород. гос. нац. иссл. ун-т, ул. Победы, 85, корп. 14, г. Белгород, 308015, Россия

Реферат. В статье представлена характеристика миграционных процессов в современных условиях на территории Белгородской области. Проведён анализ внешних миграционных потоков, определены доминирующие позиции стран в общем миграционном потоке. Выявлены положительные эффекты от привлечения иностранных рабочих. Проведён анализ трудоустройства внешних трудовых мигрантов на территории области. Рассматриваются условия воспроизводства трудовых ресурсов региона под влиянием трудовых миграционных потоков. Проведённый анализ миграционных потоков показал, что, в настоящее время в регионах под влиянием внешней трудовой миграции населения формируется условия для воспроизводства трудовых ресурсов, несущие положительное влияние на социально-трудовые отношения, в то же время отмечается ряд тенденций, имеющих отрицательное влияние на рынок труда. Составлен социально-демографический портрет мигранта и выявлены факторы, определяющие перспективу демографического развития Белгородской области. Рассмотрены особенности регулирования миграционных процессов на региональном уровне, выявлены проблемы и предложены направления их решения. Представлена характеристика социологического исследования, позволяющего выявить проблемы, с которыми сталкиваются как сами мигранты, так и региональные органы власти, регулируя миграционные процессы на территории Белгородского региона. Результаты исследования позволили выявить причины, обусловившие приезд мигрантов для работы в Белгородскую область, исследовать условия их жизни и выявить роль государственных органов в решении проблем их адаптации. Рассмотрены условия необходимые для повышения уровня адаптации трудовых мигрантов к местной культуре и нормам поведения и положения организации регулирования внешней трудовой миграции со стороны государственных органов. Предложена система организации внешнего миграционного трудового потока. Также рассмотрены социальные и экономические эффекты от внедрения такого механизма привлечения иностранной рабочей силы.

Ключевые слова: Белгородская область, миграционные процессы, занятость, государство, миграционная политика

Features of external labor migration in the territory of the Belgorod region

Natalya V. Shevchenko,¹ nshevchenko@dsu.edu.ru
Irina E. Nadutkina,¹ nadutkina@bsu.edu.ru
Anzhelika A. Melkova¹ angelika.adamova@yandex.ru

¹ social technologies department, Belgorod National Research University, Pobedy str., 85/14, Belgorod, 308015, Russia

Summary. The characteristic of migratory processes in modern conditions in the territory of the Belgorod region is presented in article. The analysis of external migration flows is carried out, the dominating positions of the countries in the general migration flow are defined. Positive effects from involvement of foreign workers are revealed. The analysis of employment of external labor migrants in the territory of the area is carried out. Conditions of reproduction of a manpower of the region under the influence of labor migration flows are considered. The carried-out analysis migratory a stream has shown that, now in regions under the influence of external labor population shift is formed the conditions for reproduction of a manpower bearing positive influence on the social and labor relations at the same time a number of the tendencies having negative influence on labor market is noted. Is made a social and demographic portrait of the migrant and the factors defining prospect of demographic development of the Belgorod region are revealed. Features of regulation of migratory processes at the regional level are considered, problems are revealed and the directions of their solution are proposed. The characteristic of the sociological research allowing to reveal problems which both migrants, and regional authorities face is submitted, regulating migratory processes in the territory of the Belgorod region. Results of research have allowed to establish the reasons which have caused arrival of migrants for work to the Belgorod region to investigate their living conditions and to reveal a role of government bodies in the solution of problems of their adaptation. Conditions adaptations of labor migrants to local culture and standards of behavior, necessary for increase of level, and position of the organization of regulation of external labor migration are considered from government bodies. External migration labor flow are offered. Social and economic effects of introduction of such mechanism of attraction of foreign labor are also considered.

Keywords: Belgorod region, migratory processes, employment, state, migration policy.

Для цитирования

Шевченко Н. В., Надуткина И. Э., Мелкова А. А. Особенности внешней трудовой миграции на территории Белгородской области // Вестник ВГУИТ. 2016. № 2. С. 339–345. doi:10.20914/2310-1202-2016-2-339-345

For citation

Shevchenko N. V., Nadutkina I. E., Melkova A. A. Features of external labor migration in the territory of the Belgorod region. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 2 pp. 339–345. (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2016-2-339-345

Введение

В условиях естественной убыли населения, дисбаланса на рынке труда значительная роль отводится проблеме мобильности внешних миграционных потоков. Наряду с этим, преобладание в структуре миграционного потока неквалифицированных специалистов неблагоприятно сказывается на качестве социально-трудовых отношений.

Сегодня Белгородская область имеет достаточно развитую экономику и является привлекательным регионом России в миграционном отношении. В соответствии с данными УФМС по Белгородской области «ежегодный миграционный прирост за последние несколько лет в области составляет 6–8 тысяч человек» [1].

Согласно статистическим данным, в 2014 г. на территории региона оформлено 5128 разрешений на работу иностранным гражданам в целях дальнейшего трудоустройства на предприятиях области, что выше уровня 2013 г. на 15,8%, и 10540 патентов, разрешающих работать у физических лиц (выше уровня 2013 г. на 7,3%) [2, С. 2].

Большое влияние, на обозначенный положительный прирост, оказал ряд мероприятий по трудоустройству граждан Украины, пострадавших в силу сложившейся геополитической ситуации. «В 2014 году ОВиР УФМС России по Белгородской области выдано 7 732 разрешения на временное проживание (АППГ – 3166). Динамика увеличения иностранных граждан и лиц без гражданства, обратившихся по вопросу оформления разрешения на временное проживание увеличилась в 2,4 раза» [1, С. 28].

В значительной степени миграционный прирост стал результатом обмена со странами СНГ. Можно отметить следующие доминирующие позиции (человек):

- Украина – 8285 (79%);
- Узбекистан – 1027 (10%);
- Молдова – 625 (6%).

Как правило, трудовые мигранты трудоустраиваются в сферах строительства, а также среднего и малого бизнеса. «До 98% лиц, получивших патенты, приступили к трудовой деятельности в сфере индивидуального жилищного строительства. За счёт уплаты налога на доходы иностранцами, работающими у физических лиц на основании патентов, в региональный бюджет поступило дополнительно 68 млн рублей (АППГ – 45 млн рублей, +51,1%). В 2015–2017 гг. прогнозируется увеличение количественного показателя иностранных граждан, получивших патенты для осуществления трудовой деятельности у юридических и физических лиц (2015 г. – 12000, 2016 г. – 13 000, 2017 г. – 14 000)» [1].

В целях развития Белгородской области отмечается ряд положительных эффектов от привлечения иностранных рабочих, среди которых выделяются:

- значительные налоговые отчисления в консолидированный бюджет области;
- рост привлекаемых высококвалифицированных иностранных специалистов;
- трудоустройство мигрантов на тех рабочих местах, где местное население отказывается работать;
- стабилизация демографических показателей в области.

Анализ социально-демографической характеристики мигрантов показал, что увеличение доли мужского населения в миграционном приросте позволило улучшить соотношение мужчин и женщин в области. Так, если в 2002 году на 1 тыс. мужчин приходилось 1,18 тыс. женщин, то по состоянию от 01.01.2013 на 1 тыс. мужчин – 1,17 тыс. женщины. А в миграционном приросте 2013 года доля женщин составила 53,8%, мужчин – 46,2%. На 1 тыс. мужчин пришлось 1,16 тыс. женщины. Сегодня Белгородская область входит в число субъектов Центрального Федерального округа наряду с Москвой и Московской областью, где соотношение мужчин и женщин более благоприятное. Такие изменения стали не только следствием снижения смертности мужчин в трудоспособном возрасте, но и увеличением за указанный период доли мужского населения в миграционном приросте.

Возрастно-половая структура населения во многом предопределяет перспективу демографического развития Белгородской области. Для которой, в течение длительного времени благоприятным являлся рост доли женщин фертильного возраста. Однако сегодня в возрастной структуре миграционного прироста сохраняется, сформировавшаяся в последние годы, тенденция снижения численности женщин фертильного возраста, особенно в возрасте до 25 лет. В 2013 году число женщин фертильного возраста составило в миграционном приросте 0,9 тыс., в том числе в возрасте от 15 до 24 лет – 0,1 тыс. Доля их в структуре общего миграционного прироста составила 14% и 2,2% соответственно.

Для сравнения следует отметить, что в 2009 году она составляла 28,5% и 7,6% соответственно. Сложившиеся современные тенденции в динамике возрастной структуры мигрантов не «омолаживают» населения области.

Прибывшие в регион мигранты имеют достаточно высокий уровень образования. На 1 тыс. мигрантов приходится 341 человек, имеющих высшее и неполное высшее образование, 483 человека – среднее профессиональное, 211 человек – среднее общее, 82 человека – основное общее.

«Разрешения на работу получили 383 иностранных гражданина (АППГ – 314, +22%), являющихся квалифицированными специалистами и осуществляющими трудовую деятельность по профессиям специальностям, входящим в перечень, утверждённый Министерством труда и социального развития РФ. В 2015–2017 гг. планируется сохранение стабильного количества квалифицированных специалистов в структуре иностранных граждан, прибывших в Российскую Федерацию в визовом порядке и получивших разрешение на работу (2015 г. – 80, 2016 г. – 90, 2017 г. – 100). В 2014 году 35 иностранных граждан, годовой доход которых превышает 2 млн рублей, получили разрешения на работу в качестве высококвалифицированных специалистов. Иностранные граждане указанной категории привлекаются в качестве управленческого персонала и технических консультантов на предприятиях промышленного и сельскохозяйственного производства. В 2015–2017 гг. прогнозируется рост числа высококвалифицированных специалистов, осуществляющих трудовую деятельность на территории региона (2015 г. – 30, 2016 г. – 40, 2017 г. – 50)» [1].

В 2014 году «683 предприятия и организации области направили 4863 уведомления о привлечении иностранных работников в основном в сфере строительства, промышленного и сельскохозяйственного производства, на транспорте» [3]. Анализируя динамику представленных уведомлений, можно говорить о том, что, труд мигрантов на территории области остаётся востребованным в различных отраслях экономики, а показатель трудоустройства иностранных работников является стабильно высоким.

В 2014 году оформлено 10540 патентов иностранным работникам (в 2013 г. – 9827, +7,2%), преимущественно гражданам Украины, Молдовы, Узбекистана. В регионе продолжают мероприятия по масштабной легализации трудовых мигрантов, работающих в частном секторе.

Как правило, в России отсутствуют специальные ограничения доступа на рынок труда для неквалифицированных работников. Этот вопрос регламентируется административными мерами при установлении квот. Однако, в реальности рассматриваемая ситуация плохо управляема в связи с тем, что квоты, нередко, устанавливаются произвольно и масштабы незаконной миграции велики. Наряду с этим, миграционный прирост, обеспеченный привлечением низкоквалифицированной рабочей силы, ставит под угрозы достижение стратеги-

ческих направлений развития России в экономике и инновациях. «Работодатели зачастую используют иностранную рабочую силу, особенно из стран СНГ, как дешёвую рабочую силу, не заботясь ни об обновлении техники, ни об улучшении условий труда» [3].

Так, за 2014 г. по Белгородской области в результате контрольных мероприятий выявлено 8141 нарушение российского законодательства в сфере миграции, что на 0,7% выше аналогичного периода прошлого года. Все нарушения связаны с незаконным пребыванием иностранных граждан на территории области и незаконным осуществлением ими трудовой деятельности.

Проведённый анализ миграционных потоков показывает, что, в настоящее время в регионах под влиянием внешней трудовой миграции населения формируется условия для воспроизводства трудовых ресурсов, несущие положительное влияние на социально-трудовые отношения. Среди них отмечают: сохранение конкурентоспособности хозяйствующих субъектов, повышение мобильности рабочей силы между предприятиями и отраслями региона, а также наращивание вертикальной мобильности национальной рабочей силы.

С другой стороны, ряд тенденций имеет отрицательное влияние на рынок труда: замедление внедрения трудосберегающих инновационных технологий в производственный процесс, низкие уровни адаптации трудовых мигрантов и социально-бытовых, а также трудовых условий, рост вторичного сектора рынка труда с неэффективными рабочими местами; серые схемы оплаты труда и рост подпольных производств. И как показывают исследования, последствия нелегальной миграции весьма противоречивы: «Она экономически выгодна работодателю, в роли которого выступают также представители государственного сектора экономики, и иммигранту, и порой всему обществу» [5].

1.1 Материалы и методы

Несмотря на то что в Белгородской области сложилась положительная практика государственного регулирования внешних миграционных потоков остаются нерешёнными ряд проблем. Для целей определения проблем, с которыми сталкиваются как сами мигранты, так и региональные органы власти, регулируя миграционные процессы, выборочно (150 человек), среди регистрируемых мигрантов на территории Белгородского региона, в период с 20 апреля по 25 мая 2015 года был проведён социологический опрос.

Опрошенные представляли следующие государства: 67% – граждане Украины, 23% – Узбекистана, 6% – Молдовы и порядка 2% не указали свою национальность.

Следует отметить, что большая часть респондентов – это молодые мужчины, возраст которых не достиг и 30 лет, около 6% – это мигранты в возрасте за 50 лет. Следует отметить, что количество опрошенных в возрастной категории от 45 до 55 лет за последние годы значительно сократилось. В область мигрирует больше мужчин чем женщин (об этом свидетельствует и данные опроса – 94% опрошенных составили мужчины и только 6% – женщины). К факторам, которые потенциально удерживают женщин от миграции можно отнести: низкий уровень оплаты женского труда, малая доля предложений на рынке труда для женщин-мигрантов в области, ментальные предрасудки по отношению к женщинам-мигрантам на родине и ряд других.

Результаты исследования позволили выявить причины, обусловившие приезд мигрантов для работы в Белгородскую область. Среди основных мигранты выделили такие причины, как крайне низкий уровень жизни на родине (38% опрошенных); отсутствие возможностей трудоустройства (47%). Также для мигрантов с Украины характерны причины угрозы личной безопасности, политическая нестабильность, проблемы семейного и личного характера.

Оценка уровня жизни мигрантов показала, что он невысок. Так, 86% опрошенных ответили, что получаемых доходов хватает лишь на продукты и средства к существованию.

При ответе на вопрос «Что побудило вас переехать именно в Белгородскую область?» были выявлены причины, привлекающие мигрантов в регион: 92% респондентов выбрали вариант ответа – «возможность трудоустройства». Среди наиболее популярных были выделены следующие причины:

- уровень жизни местного населения выше среднего – 15%;
- наличие родственных связей – 11%;
- не было определенной причины – 8%;
- выгодное географическое положение и благоприятные климатические условия – 6%;
- низкий уровень межнациональных конфликтов – 2%;
- высокий уровень социального обеспечения (ЖКХ, соц. защита, система образования) – 2%.

Одной из основных проблем, волнующих трудовых мигрантов выступает жилищная проблема. В результате исследования мы выявили, что порядка 79% респондентов до переезда в Белгородскую область имели отдельный дом (квартиру), 20% имели комнату в общежитии,

после переезда ситуация с обеспечением жильём трудовых мигрантов изменилась к худшему. Более 65% арендуют частное жильё, 16% – проживают в общежитии, 4% живут у родственников (друзей). Возможность приобретения жилья не рассматривает ни один из опрошенных трудовых мигрантов. Что обусловлено и высокой стоимостью жилья (за I квартал 2015 года средняя цена квадратного метра по г. Белгороду составила 63375 р.), и ограниченным периодом пребывания на территории области (только 9% прибывших мигрантов планируют остаться в Белгородской области), и рядом других причин.

Особую важность для реализации мер поддержки трудовых мигрантов составили ответы респондентов, связанные с периодом адаптации к местным условиям и взаимодействием с жителями региона. Порядка 58% опрошенных мигрантов трудностей в адаптации не ощутили, 25% – столкнулись с некоторыми трудностями, но успешно справились с ними, и только для 5% трудящихся мигрантов период адаптации оказался достаточно сложным.

Подавляющее большинство (порядка 82% респондентов) отмечают конфликтов с местными жителями: 81% опрошенных охарактеризовали взаимоотношения между «местными» и «приезжими» как «хорошие и доверительные», 14% – «безразличные», у 3% прибывших такого опыта взаимодействия не было вообще, и только 2% мигрантов оценили свои отношения с местными жителями как «натянутые и не доверительные». Результаты ответов свидетельствуют о том, что в регионе достаточно стабильная спокойная обстановка.

Выявить роль государственных органов в решении проблем адаптации помог, предложенный респондентам вопрос «К кому Вы обратитесь за помощью в трудоустройстве?». 78% опрошенных мигрантов считают, что органы власти должны оказывать им помощь, 16% респондентов указывают на необходимость в первую очередь решать жилищную проблему. В результате опроса было выявлено, что помимо государства, помощь в трудоустройстве 26% респондентов оказывают родственники и друзья, 16% – соотечественники, 7% ищут работу через интернет (газеты) либо обращаются непосредственно к работодателям.

Для всестороннего анализа особенностей внешней трудовой миграции в области был проведён экспертный опрос среди специалистов Отдела трудовой миграции УФМС России по Белгородской области (N=20 экспертов), стаж работы, которых варьировался от 0–3 до 16–25 лет.

Специалистам было предложено:

- дать оценку темпов притока трудовых мигрантов в регион и оценить уровни государственного регулирования миграционных потоков;
- ответить на вопросы, связанные с притоком беженцев с Украины;
- оценить межэтническую обстановку в регионе и уровень развития нелегального рынка труда;
- определить влияние (отрицательное/положительное) миграции на различные сферы жизни региона;
- предложить способы решения проблем, связанных с регулированием трудовой миграцией.

По мнению большинства опрошенных специалистов, темпы притока трудовых мигрантов существенно увеличились за последние 2–3 года. Уровень же регулирования государственными органами миграционных процессов 66% респондентов оценили как удовлетворительный, и 33% – как высокий.

Как считают сотрудники Управления, беженцы с Украины занимают особое место среди прочих мигрантов. Порядка 67% респондентов выделяют, что именно этой категории необходимо уделять особое внимание, при этом особое внимание следует уделять многодетным семьям (33% опрошенных).

Практически все эксперты согласны с тем, что регион испытывает напряжение в связи с притоком беженцев с Украины. Среди таких причин они выделили:

- трудоустройство беженцев с Украины (33%);
- восстановление и оформление гражданских документов (43%);
- решение жилищных проблем (16%);
- конфликтные ситуации при взаимоотношении с местным населением (7%).

Несмотря на выявление такой причины 83% служащих оценили межэтническую обстановку в Белгородской области как вполне благоприятную.

Специалисты Управления, в большинстве, соглашались с тем, что существует проблема нелегальной занятости в области, как и в других регионах страны. Однако, ими выделяется, что на эффективность работы в сфере стабилизации миграционной обстановки существенное влияние оказывает поддержка со стороны Правительства и органов местного самоуправления Белгородской области.

«В Белгородской области приняты ряд документов, направленных на поддержание стабильной миграционной ситуации, разработан и внедрён в практику механизм межведомственного контроля за пребыванием иностранных граждан на территории области.

С июня 2011 года органами местной власти, УФМС России по Белгородской области, ПУ ФСБ России по Белгородской и Воронежской областям, УМВД России по Белгородской области реализуется Регламент взаимодействия территориальных органов федеральных органов исполнительной власти и органов местного самоуправления по контролю за соблюдением миграционного законодательства иностранными гражданами на территории Белгородской области, утверждённый губернатором области» [1, С.12].

С целью упорядочения привлечения и использования иностранной рабочей силы на объектах ИЖС 25 мая 2012 г. Губернатором Белгородской области Е. С. Савченко, утверждён Регламент взаимодействия заинтересованных ведомств, органов местного самоуправления по обеспечению эффективности контроля за использованием наёмного труда отдельной категории лиц в сфере жилищного строительства на территории региона.

Продуктивное сотрудничество достигнуто в результате активного применения практики межведомственного контроля миграционной, пограничной служб и органов внутренних. Так, согласно утверждённых на 2014 г. планов совместных оперативно-профилактических мероприятий на территории Белгородской области проведено «39 оперативно-профилактических мероприятий, из них «Нелегальный мигрант» – 16, «Патент» – 5, «Рынок» – 4, «Треугольник» – 3, «Регион-магистраль» – 2, «Должник» – 5, «Нелегал – 2014» – 2, «Маршрутка» – 2» [1, С.13].

Проведённый анализ показал, что государственные служащие ответственно подходят к решению вопросов, связанных с регулированием миграционных процессов в регионе, для повышения уровня адаптации трудовых мигрантов к местной культуре и нормам поведения необходимо:

- открытие дополнительных рабочих вакансий в местах компактного проживания мигрантов;
- совершенствование законодательства, направленного на регулирование миграции на уровне города;
- трудоустройство мигрантов в социальные службы, занимающиеся решением вопросов трудовой миграции;
- применение различных способов решения проблем мигрантов в зависимости от их национальной или религиозной принадлежности.

«Поэтому содействие в трудоустройстве таких лиц является важным шагом на пути к созданию плюралистического государства,

граждане которого по-настоящему будут наделены равными правами и равными возможностями, при организации процесса должна в полном объёме заработать практика привлечения регионального экспертного интеллектуального сообщества» [4].

На практике организация регулирования внешней трудовой миграции должна включать в себя основные положения:

- отбор и наем работодателем мигранта на основе предварительного соглашения о найме при посредничестве агентств занятости;

- внедрение критериев оценки внешних трудовых мигрантов;

- внедрение оценки трудового вклада мигранта в бюджет соответствующей территории, на которой он осуществляет трудовую деятельность.

Реализация указанных положений позволит привлечь квалифицированных специалистов в нужном количестве. Отбор внешних трудовых мигрантов будет ориентирован на развитие социально-трудовых отношений на региональных рынках труда, и основываться на формировании баланса профессионально-квалификационной структуры, а также путём аккумуляции человеческого капитала.

1.2 Результаты и обсуждение

Предлагаемая система организации внешнего миграционного трудового потока позволит мигрантам трудиться, имея легальный статус, работодатели, привлекающие мигрантов, будут обязаны состоять на учёте в налоговых органах и уплачивать налоги за работников-мигрантов. Этот механизм нацелен на предотвращение противоречия и социально-трудовых проблем, с которыми сегодня сталкиваются мигранты. По данным ФМС, в 39 случаях из ста государство не знает точно, работают ли прибывшие в Россию иностранные работники, чем они занимаются, находятся ли они вообще на территории Российской Федерации. Это сократит теневые обороты использования трудовых ресурсов мигрантов, а также не позволит работодателям селить их в местах ни пригодных к проживанию по санитарно-гигиеническим нормам.

На наш взгляд, целесообразно использовать следующие положения при регулировании внешней трудовой миграции:

- в случае выявления отсутствия либо нехватки собственной рабочей силы на региональном рынке труда (по данным анализа соответствующего рынка труда) работодатель обращается с запросом в государственную или иную компанию, получившую соответствующую лицензию, которая подбирает персонал за определённую плату;

- иностранные работники, планирующие осуществлять трудовую деятельность на территории РФ, обязаны зарегистрироваться и стать на учёт в соответствующие фирмы на территории своей страны;

- иностранный мигрант до въезда на территорию России должен решить самостоятельно или при помощи специализированной организации вопросы, связанные с проживанием, медицинским страхованием и рядом других вопросов организации социально-бытовых условий;

- получив направление на работу, иностранный трудовой мигрант, приехав к работодателю в Россию должен заключить трудовой договор.

Положительный эффект от внедрения такого механизма привлечения иностранной рабочей силы, может быть представлен в экономическом и социальном аспектах. К экономическим эффектам будут относиться: легализация теневых схем занятости; рост собираемости налогов; рациональное распределение трудовых мигрантов по территории страны; сокращение финансовых расходов государства при организации медицинского страхования трудовых мигрантов страховыми компаниями.

Среди социальных эффектов можно выделить: правовая защищённость трудовых мигрантов, при возникновении трудовых споров; повышение санитарно-гигиенических норм проживания мигрантов, повышение психологического комфорта и сокращения сроков адаптации; сокращение межэтнических конфликтов.

Положительный эффект от внедрения такой системы организации привлечения иностранной рабочей силы получит и государство, который будет заключаться в следующем: систематическое обновление информации о реальном положении дел в сфере внешней трудовой миграции; создание действенной контрольной системы за трудовыми мигрантами на территории России; снижение масштабов нелегальной трудовой миграции и ряд других.

Заключение

К достоинствам реализации такого механизма регулирования внешней трудовой миграции и его влияние на воспроизводство трудовых ресурсов можно отнести: чёткость и ясность целей реализации миграционной политики на региональном уровне; увеличение доли мигрантов, чей человеческий капитал даст позитивный вклад в инновационное развитие региона; прозрачность и гибкость механизма отбора иностранных работников.

ЛИТЕРАТУРА

1 Доклад о результатах и основных направлениях деятельности Управления федеральной миграционной службы по Белгородской области на 2014 г. и плановый период 2015 и 2016 годов. Белгород, 2014. 89 с.

2 О современной миграционной ситуации в Белгородской области: Стат. сб. / Белгородстат. Белгород, 2014.

3 Статистический ежегодник. Белгородская область. 2014: Стат. сб. / Белгородстат. Белгород, 2015. 612 с.

4 Бабинцев В. П., Надуткина И. Э., Сапрыка В. А. Экспертное сообщество как субъект гражданского участия в регионе // Власть. 2014. № 7. С. 3–9.

5 Donato K.M., Durand J., Massey D.S., “Stemming the tide? Assessing the deterrent effects of Immigration Reform and Control Act”, *Demography*, Vol. 29, No. 2, pp.139-157. Tapinos G., Delaunay D. “Can one really talk of the globalisations of migration flows?” in *Globalisation, Migration and Development*. OECD, 1999.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Наталья В. Шевченко к. э. н., доцент, кафедра социальных технологий, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, ул. Победы, 85, корп. 14, г. Белгород, 308015, Россия, Nshevchenko@bsu.edu.ru

Ирина Э. Надуткина к. с. н., доцент, кафедра социальных технологий, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, ул. Победы, 85, корп. 14, г. Белгород, 308015, Россия, nadutkina@bsu.edu.ru

Анжелика А. Мелкова аспирант, кафедра социальных технологий, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, ул. Победы, 85, корп. 14, г. Белгород, 308015, Россия, angelika.adamova@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Наталья В. Шевченко организация и проведение исследования, написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат. **Анжелика А. Мелкова** обзор литературных источников по исследуемой проблеме, проведение социологического исследования, анализ статистических показателей. **Ирина Э. Надуткина** консультации в ходе исследования и подготовки рукописи.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 25.03.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 22.04.2016

REFERENCES

1 The report on results and the main activities of Management of Federal Migration Service on the Belgorod region for 2014 and planning period of 2015 and 2016. Belgorod, 2014. 89 p.

2 About a modern migratory situation in the Belgorod region: Belgorodstat. Belgorod, 2014.

3 Statistical year-book. Belgorod region. 2014: Belgorodstat. Belgorod, 2015. 612 p.

4 Babintsev V.P., Nadutkina I.E., Sapryka V.A. Expert community as subject of civil participation in the region *Vlast' [Power]*. 2014. no. 7. pp. 3–9. (in Russian).

5 Donato K.M., Durand J., Massey D.S., “Stemming the tide? Assessing the deterrent effects of Immigration Reform and Control Act”, *Demography*, vol. 29, no. 2, pp.139-157. Tapinos G., Delaunay D. “Can one really talk of the globalisations of migration flows?” in *Globalisation, Migration and Development*. OECD, 1999.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Natalya V. Shevchenko Ph. D., Associate Professor, social technologies department, Belgorod National Research University, Pobedy str., 85/14, Belgorod, 308015, Russia, Nshevchenko@bsu.edu.ru

Irina E. Nadutkina Ph. D., Associate Professor, social technologies department, Belgorod National Research University, Pobedy str., 85/14, Belgorod, 308015, Russia, nadutkina@bsu.edu.ru

Anzhelika A. Melkova graduate student, social technologies department, Belgorod National Research University, Pobedy str., 85/14, Belgorod, 308015, Russia, adamova@yandex.ru

CONTRIBUTION

Natalya V. Shevchenko carrying out research, writing of the manuscript, adjustment her before giving in edition also bears responsibility for plagiarism

Anzhelika A. Melkova literature review on the studied problem, carrying out sociological research, the analysis of statistics

Irina E. Nadutkina consultations during research and preparation of the manuscript

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 3.25.2016

ACCEPTED 4.22.2016

Применение инновационных технологий в развитии логистики в кризисный период

Маргарита Л. Каширина,¹ ags@admlr.lipetsk.ru

Юлия С. Загуменная,¹ Sova4821@yandex.ru

¹ кафедра экономики и финансов Липецкого филиала Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, ул. Интернациональная, 3, г. Липецк, 398050, Россия

Реферат. Современная Россия сейчас проходит через сложную полосу кризиса и обмена санкциями, которые наложили определенный отпечаток на российских игроков логистического рынка. Логистика, являясь так называемым сателлитом, двигателем торговли имеет в своих системах колоссальный потенциал. Она является своеобразными «кровеносными артериями страны» – водными, автомобильными, железнодорожными, воздушными. Любые изменения в международных экономических отношениях автоматически проецируются на рынок логистических услуг. В статье рассматривается положение логистики в современной экономической ситуации, а также методы и средства адаптации и оптимизации в этих условиях. Статья раскрывает неоспоримые преимущества WMS – системы, а также описывает такой эффективный способ решений по оптимизации затрат в логистике как кросс – докинг. Также статья описывает саму идею и подробно раскрывает суть этого способа решений по оптимизации затрат. В процессе изучения становится ясно, что эта система имеет неоспоримое преимущество в связи с отсутствием необходимости вложения денежных средств, единственной необходимостью системы является эффективное управление персоналом и контроль процессов работы. Происходит подтверждение того факта, что в непростой период кризиса, логистика имеет колоссальный потенциал и широкие возможности для роста и оптимизации. Приводятся доказательства того, что инновационная технология WMS укрепляет свои позиции и все глубже внедряется в систему логистики, а кросс-докинг, в свою очередь, является одним из эффективных способов решений оптимизации затрат в логистике на текущий период в сложившейся ситуации.

Ключевые слова: логистика, санкции, ценообразование, кросс-докинг, WMS-система

Application of innovative technologies in the development of logistics in the crisis period

Margarita L. Kashirina,¹ ags@admlr.lipetsk.ru

Julia S. Zagumennaya,¹ Sova4821@yandex.ru

¹ economics and finance department, Lipetsk branch of Russian academy of national Economy and public service under the President of the Russian Federation, Internatsionalnaya str., 3, Lipetsk, 398050, Russia

Summary. Modern Russia goes through a difficult period of crisis and exchange of sanctions that have left a definite imprint on the Russian players in the logistics market. Logistics, as a so-called satellite, the motor trade is in their systems a huge potential. It is a sort of “blood arteries of the country” – water, road, rail, air. Any changes in international economic relations are automatically projected onto the market of logistics services. This article discusses the position of logistics in today's economic situation, as well as methods and means of adaptation and optimization under these conditions. The article reveals the undeniable advantages of the WMS – system, and describes a method for effective solutions for cost optimization in logistics as a cross – docking. This article also describes the idea and in fractional reveals the essence of this method of cost optimization solutions. In the process of studying the article becomes abundantly clear that this system has a distinct advantage in the absence of the need for investment funds, the only necessity of the system is an effective HR management and monitoring processes. There is confirmation of the fact that in difficult times of crisis, logistics has a huge potential and opportunities for growth and optimization. We give evidence that the innovative WMS technology strengthens its position and deeper embedded in the system of logistics and cross-docking, in turn, is one of the effective ways of making cost optimization in logistics at this time in this situation.

Keywords: logistics, sanctions, pricing, cross-docking, the WMS-system

Введение

Санкции значительно уменьшили поток продовольствия, а также товаров и технологий двойного назначения из ЕС. Тем временем география товарообмена постепенно перемещается из Европы в Азию, Латинскую Америку

и Китай. В свою очередь, количество госзакупок выросло вдвое, несмотря на то, что компании работают практически «в ноль».

На рынке складской логистики происходит существенное перераспределение ответственности между операторскими и корпоративными секторами. В связи с этим повышение

Для цитирования

Каширина М. Л., Загуменная Ю. С. Применение инновационных технологий в развитии логистики в кризисный период // Вестник ВГУИТ. 2016. № 2. С. 346–349. doi:10.20914/2310-1202-2016-2-346-349

For citation

Kashirina M. L., Zagumennaya Ju. S. Application of innovative technologies in the development of logistics in the crisis period. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 2 pp. 346–349. (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2016-2-346-349

доли вакантных площадей сообщает нам не только об уменьшении грузов, но и о потенциальном снижении издержек и оптимизации затрат на логистику. Ранее, основной логистической услугой являлась аренда помещений, в настоящее же время операторы переключаются на складскую обработку, на предоставление более качественного и полного сервиса.

Логистика высокого уровня, являясь связующим звеном между производителем и клиентом, в настоящее время становится инструментом высокой эффективности на рынке более профессиональных и исполнительных операторов. Для того чтобы оставаться на плаву, в условиях существующей экономической неопределённости логистическим компаниям необходимо наращивать эффективность и конкурентоспособность, а также рационально расставлять приоритеты в обслуживании клиентов и внедрять технологии с учётом колебаний покупательской активности.

Анализ рынка логистических услуг сообщает о том, что на меньших площадях компании стали зарабатывать больше денег. Этот тренд вселяет надежду, несмотря на то, что кризисные явления понизили среднюю ставку стоимости аренды.

Далее, логично рассмотреть ситуацию в России с аутсорсингом, когда компании передают курирование части своих логистических бизнес-процессов третьей стороне – логистическому оператору. В России на аутсорсинг отдано порядка 20% логистических услуг, этот факт показывает, что далеко не все российские компании доверяют профессионалам вне штата своих сотрудников, в отличие от США и Европы, где 80% логистических услуг отдано под аутсорсинг. Отечественные аналитики прогнозируют рост в этом сегменте ввиду безвыходности российских компаний, так как забота о конкурентоспособности подразумевает делегирование логистики специалистам.

Рассматривая ценообразование в условиях кризиса, мы видим, что оно складывается по следующей схеме: рост валютного курса провоцирует подъем цен, но, тем не менее при падении курса – цены остаются без изменений. Для транспортной логистики не характерны резкие скачки цен. Компании всегда стараются покрывать свои издержки, но разумнее это делать за счёт дополнительных сервисов и продвинутого обслуживания. Только так возможно прийти к цивилизованному рынку и адекватному ценообразованию.

Для современных операторов и тех, кто намерен уверенно пройти через сложную полосу кризиса наилучшей стратегией является оптимизация расходов, сокращение сроков доставки грузов, разработка новых актуальных услуг.

Одним из эффективных способов решений по оптимизации затрат в логистике является кросс-докинг. На словах идея выглядит достаточно просто: чтобы сэкономить, надо исключить из цепочки одно звено. При кросс-докинге приёмка товара на склад и его последующая доставка получателю ведётся без хранения товара, что позволяет максимально сократить сроки доставки. Но как правило, простая идея требует сложной реализации. Для выигрыша во времени необходимо просчитать каждое действие, а также согласовать и настроить все процессы движения товара. Между получением и отправкой товара находится стадия обработки, – на которой и возможно получить максимальную выгоду.

Как правило, для качественной и оперативной обработки данных в кросс-докинговом потоке создаются специально выделенные зоны экспедиции. Для обеспечения информационной базы кросс-докинга компании интегрируют собственные WMS и ERP системы клиентов и осуществляют переход на процедуру электронного документооборота.

Современные WMS-системы становятся более функциональными и интегрируются с модулями по управлению транспортом и системой управления заказами. Информационные технологии позволяют связать воедино все разрозненные бизнес-процессы и повысить экономическую эффективность бизнеса.

До кризиса 2008 года рынок WMS решений демонстрировал стремительный рост, что отразилось на структуре предложения: появилось большое количество западных и отечественных решений. Этому способствовали общий экономический рост, а также насыщение рынка торговли и логистики. Первыми компаниями, созревшими и осознавшими экономический потенциал в оптимизации логистики стали ретейлеры и логистические операторы, для которых внедрение систем управления складом стало требованием времени, необходимым условием выживания в обостряющейся конкурентной борьбе.

После кризиса рынок систем управления складом возродился практически в прежнем объёме, но изменилась структура предложения, увеличилось количество критериев выбора, потребитель стал более избирательным

и грамотным. Сложившаяся экономическая ситуация заставляет компании уделять больше внимания тщательному мониторингу и анализу структуры издержек, а главное, – искать пути их сокращения.

Российские разработчики WMS предложили бизнесу дополнительные функциональные возможности, уже популярные на Западе. Применение технологий обработки товара позволяет существенно оптимизировать площадь склада, увеличить объем товаропотока, повысить точность и скорость обработки заданного объема товаропотока.

Стремительное развитие мобильных технологий, планшетов и смартфонов, прочно вошедших в жизнь каждого, нашло отражение и в области WMS решений. Скорости обработки информации и принятия решений играют всё большую роль в управлении как бизнесом в целом так и отдельными бизнес-процессами. Сегодня топ-менеджеры хотят принимать решения в любой точке мира. Тенденция не обошла стороной и логистику. Теперь даже в базовых комплектациях WMS включены всевозможные мобильные приложения/модули, обеспечивающие работу с WMS через мобильные интерфейсы с планшетов, смартфонов.

Это создаёт возможности для анализа и проактивного управления складскими процессами, товаропотоками, эффективного взаимодействия с партнёрами и клиентами.

В свою очередь, для улучшения управления качеством необходимо направить курс развития на улучшение операционной деятельности компании. Она позволяет улучшить коммуникации между логистическим провайдером и клиентом, лучше понять взаимосвязь различных операций и посмотреть на процессы с различных сторон,

увидеть их глазами контрагента, что в итоге приводит к укреплению работы в единой команде.

В результате происходит создание команд как со стороны компании, так и со стороны клиента, для анализа различных операций по любому виду сервиса, оказываемого компанией, с целью устранения недостатков и выявления возможностей для оптимизации. Решение каждой задачи проходит через этап определения целей, он затем переходит в этап сбора данных, на основе которого происходит анализ и выяснение причинно-следственных связей, выявление дефектов и рисков.

Далее происходит разработка решений и их дальнейшее внедрение, и в итоге – отслеживание достигнутого эффекта и своевременное вмешательство в процесс, если находят проявление какие-либо несанкционированные отклонения. Весь комплекс мероприятий может занимать от нескольких часов до нескольких дней, в зависимости от сложности анализируемых процессов.

Эта система имеет неоспоримое преимущество в связи с отсутствием необходимости вложения денежных средств, единственной необходимостью является эффективное управление персоналом и контроль процессов работы.

Заключение

Таким образом, в кризисный период логистика имеет колоссальный потенциал и широкие возможности для роста и оптимизации. Инновационная технология WMS укрепляет свои позиции и все глубже внедряется в систему логистики. В свою очередь, кросс-докинг является одним из эффективных способов решений оптимизации затрат в логистике на текущий период в сложившейся ситуации.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Ван ден Берг Й.П. Склад как конкурентное преимущество. Что делать, чтобы стать лучшим. М.: Альпина Паблишер, 2016. С. 200–216.
- 2 Григорьев М., Долгов А., Уваров С. Логистика. Продвинутый курс. М.: Юрайт, 2015. С. 530–536.
- 3 Сергеев В. Управление цепями поставок. М.: Юрайт. 2015. С. 107–118.
- 4 Слоун Р.Е., Ридман Дж.П., Менцер Дж.Т. Новые идеи в управлении цепями поставок. 5 шагов, которые ведут к реальному результату. М.: Альпина Паблишер, 2015. С. 170–179.
- 5 Аникин Б., Тяпухин С. Коммерческая логистика. М.: Проспект, 2015. С. 306–312.

REFERENCES

- 1 Van den Berg J.P. Sklad kak konkurentnoe preimushchestvo. Chto delat', chtoby stat' luchshim [Warehouse as a competitive advantage. What to do to become the best] Moscow, Alpina Publisher, 2016, pp. 200–216. (in Russian).
- 2 Grigoriev M., Dolgov A., Uvarov S. Logistika. Prodvinutyi kurs [Logistics. Advanced course] Moscow, Yurayt, 2015, pp. 530–536. (in Russian).
- 3 Sergeev V. Upravlenie tsepyami postavok [Supply Chain Management] Moscow, Yurayt, 2015, pp 107–118. (in Russian).

4 Sloan R.E., Ridman J.P., Mentser J.T. *Novye idei v upravlenii tsepyami postavok. 5 shagov, kotorye vedut k real'nomu rezul'tatu* [New ideas in supply chain management. 5 steps which lead to the actual results] Moscow, Alpina Publisher, 2015, pp. 170–179. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Маргарита Л. Каширина к. э. н., доцент, кафедра экономики и финансов. РАНХиГС ЛФ, ул. Интернациональная, 3, г. Липецк, 398050, Россия ags@admlr.lipetsk.ru
Юлия С. Загумённая магистрант, кафедра экономики и финансов. РАНХиГС ЛФ, ул. Кондарева, 4, г. Липецк, 398006, Россия Sova4821@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Маргарита Л. Каширина консультация в ходе исследования
Юлия С. Загумённая написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 14.03.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 11.04.2016

5 Anikin B., Tyapukhin S. *Kommercheskaya logistika* [Commercial Logistics] Moscow, Prospekt, 2015, pp. 306–312. (in Russian).

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Margarita L. Kashirina Ph. D. in Economics, associate professor, RANEPa Lipetsk branch, Lipetsk, Internatsionalnaya str., 3, Lipetsk, 398050, Russia, ags@admlr.lipetsk.ru
Julia S. Zagumennaya master student, Department of Economy and Finance, RANEPa Lipetsk branch, Kondareva str., 4, Lipetsk, 398006, Russia, Sova4821@yandex.ru

CONTRIBUTION

Margarita L. Kashirina consultation during the study
Julia S. Zagumennaya 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 3.14.2016

ACCEPTED 4.11.2016

Sustainable development strategy formation for business corporations

Ludmila A. Zaporozhtseva,¹ ludan23@yandex.ru
Tatiana V. Sabetova,² tsabetova@mail.ru

¹ finance and credit department, Voronezh State Agricultural University, Michurina str. 1, Voronezh, 394087, Russia

² management and marketing in agro-industrial complex department, Voronezh State Agricultural University, Michurina str. 1, Voronezh, 394087, Russia

Summary. The article explains the concept of the company sustainable development strategy based on its economic security level, which includes the economic security concept loss threat control; and the concept of company sustainable development based on the fact, that the company in a developed market should not only "defend", but also ensure its development. After it implementation of decomposition is applied to the system of strategic economic security through a balanced scorecard, which allows translating the mission and vision into a set of operational goals and targets. The main components of strategic economic security provision are: business processes, finance, contractors and staff; based on the state which economic security level is determined as: high, normal, low or critical. After that, the strategic prospects are set, i.e. transition from the lowest to the highest economic security level takes place, passing the economic security fields. In order to do this, certain company development strategy is selected, the mechanism for its implementation is being worked out. At the same time, company sustainable development strategy is identified in the case of a growth strategy use, which implies a transition from endogenous development strategy to introductive or introspective development strategy with further access to multi-integral development strategy. If there is inverse relationship, one can not speak of any sustainable development strategy. Besides, development, implementation and use of monitoring for the design process of the company's development strategy taking into account its economic security level acquires great importance.

Keywords: strategy, sustainable development, economic security, enterprise

Формирование стратегии устойчивого развития коммерческих организаций

Людмила А. Запорожцева,¹ ludan23@yandex.ru
Татьяна В. Сабетова,² tsabetova@mail.ru

¹ кафедра финансов и кредита, Воронежский ГАУ, ул. Мичурина, 1, г. Воронеж, 394087, Россия

² кафедра управления и маркетинга в АПК, Воронежский ГАУ, ул. Мичурина, 1, г. Воронеж, 394087, Россия

Реферат. В статье обосновывается концепция стратегии устойчивого развития предприятия с учетом уровня его экономической безопасности, включающая в себя концепцию контроля за угрозами потери экономической безопасности и концепция устойчивого развития предприятия, исходя из того, что предприятие в условиях развитого рынка должно не только «защищаться», но и обеспечивать собственное развитие. Построение концепции стратегии устойчивого развития предприятия с учетом уровня его экономической безопасности базируется на следующих составляющих: миссии, видении, системе стратегических целей и стратегическом плане развития предприятия. Далее следует осуществление декомпозиции предприятия на системы стратегической экономической безопасности посредством сбалансированной системы показателей, позволяющей перевести миссию и видение предприятия в набор оперативных целей и показателей. Основными компонентами обеспечения стратегической экономической безопасности предприятия выделяются: бизнес-процессы, финансы, контрагенты и персонал, на основе состояния которых определяется уровень экономической безопасности: высокий, нормальный, низкий или критический. После чего устанавливаются стратегические перспективы, то есть обеспечивается переход от низшего уровня экономической безопасности к высшему, сменяя поля экономической безопасности. Для этого избирается определенная стратегия развития предприятия, прорабатывается механизм ее реализации. При этом стратегия устойчивого развития предприятия идентифицируется в случае использования стратегии роста, подразумевающей переход от стратегии эндогенного развития к стратегии стратегии интродуктивного или интроспективного развития с дальнейшим выходом на стратегию полиинтегрального развития. Если наблюдается обратная взаимосвязь, то говорить о наличии стратегии устойчивого развития нельзя. Кроме того немаловажное значение приобретает разработка, внедрение и использование мониторинга процесса формирования стратегии развития предприятия с учетом уровня его экономической безопасности.

Ключевые слова: стратегия, устойчивое развитие, экономическая безопасность, коммерческие организации

Intro

It is scientifically proven that a stable business environment for a company ceased to exist. These changes, in our opinion, are associated with re-engineering of business processes and the constant conversion of business security system due to the mobility of the external and internal environment. In this regard, the formation of such a strategy is necessary, which would allow business

corporations to continue sustainable development under volatile market conditions.

I. Ansoff [1] suggests the following definition of a strategy as one out of several sets of rules for decision-making concerning the organization behavior. A. Chandler [2] in his works interprets strategy as a method of long-term organizational objective setting, its activities programmes, and priority ways of resource appliance.

Для цитирования

Zaporozhtseva L. A., Sabetova T. V. Sustainable development strategy formation for business corporations // Вестник ВГУИТ. 2016. № 2. С. 350–355. doi:10.20914/2310-1202-2016-2-350-355

For citation

Zaporozhtseva L. A., Sabetova T. V. Sustainable development strategy formation for business corporations. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 2. pp. 350–355. (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2016-2-350-355

According to G. B. Kleyner [3], strategy is a complex of interconnected decisions defining the priority directions for resources and efforts of a company in order to realize its mission. A. A. Thompson and A. J. Strickland [4] understand strategy as a set of actions and approaches for the desirable operational parameter achievement. G. Mintzberg [5] supposes that strategy is a plan, some type of reasonable and purposefully designed sequence of actions.

We interpret a company strategy as the general plan of activities which defines the priorities for strategic objectives, resources and sequence of steps for strategic goal achievement. The main objective of a strategy is to move the company from its current state to the future state desirable of its top management.

There are many different classifications of business strategies in the economic literature based of certain features. Thus, depending on the level of strategic decisions O. A. Stepicheva and V. D. Mamontov define corporate, competitive and functional strategies [6].

Corporate (basic, portfolio) strategies are related to the overall development route for a company or an integrated (corporate) economic system as a whole. The key purpose of a basic strategy is the choice of those benchmarks and system elements, which should receive appropriate resources and investment, as well as management effort that would provide the required level of efficiency and sustainability. The basis of such strategy is the allocation of resources among departments based on portfolio analysis; diversification of production in order to reduce economic risk and obtain synergy effect; change of business organizational structure; creation of the unified development strategy for all units.

Competitive strategies apply to specific business units of a company. Their goal is to ensure the effective implementation of business plans of development of individual processes, directions, divisions based of the selection of the optimal set of actions. Here we consider the prospects of the possibility of financing the new product production, phase-out of the existing unpromising products, we also address production, pricing, advertising, marketing, and other strategic initiatives in a given market or market segment.

The functional (business, competitive) strategies are adopted for the convenience of the company's departments. Each functional unit (production, marketing, finance, R & D, HRM) plans its funding and management tools as a way to achieve local goals of the process, function, or division. The purpose of such a strategy is to develop competitive position or efficient behavior within the specified function.

However, taking into account the current conditions of companies operation, where the factors of external and internal environment are

very volatile, organizations need to choose a strategy focused on the development.

From V. V. Frolova's point of view [7] there are several strategies for company development, associated with the stage of its life cycle:

1. Growth strategy – the key strategy, expressing the orientation for production volume, profit and capital increase;

2. Stabilization strategy – the strategy of a company under the state of instability of the sales volume and revenue, as a response to external pressures from the external environment;

3. Survival strategy – defensive strategy (applied in case of a complete failure of a company's economic activity under the state close to bankruptcy).

A. A. Andreeva [8] identifies two basic strategies chosen a by company taking into account the level of its economic potential, lifecycle stage and market position: development strategy and survival strategy.

In the works of R. Ackoff, development is a question not so much of what has been done as of what can be done to the existing situation [9]. Development means change the company's economy state, consisting of transition from one position to the other, which is considered to be the better, more effective or appropriate for the activity.

Companies are resorting to survival strategies when indicators of their operations deteriorate and no action change this trend.

The economic approach to the sustainable development concept of organizations is based on the theory of the maximum flow of aggregate income by Hicks-Lindahl, which can be produced while preserving the total capital, by means of which that income is produced. The modern interpretation of this concept of sustainable development, according to V. G. Kogdenko and M. V. Melnik [10], should be result-focused. This is the 3E concept that reflects the company's development direction based on the "effectiveness, economy, and efficiency." According to this concept of company's activities should be planned, organized, motivated, accounted for, and controlled.

As for the internal control, it is difficult to define single concept of its implementation, and single model of its regulation, since its design today is determined by the economic entity top management. The main rule for such a control system design is to balance risk and profitability of a company.

Thus, the entity shall provide its own protection in the process of its development. Design of a strategy to ensure economic safety for a company should be coordinated with the creation of the strategic goals ensuring the growth and protection of the business economic interests against various threats by forming long-term development trends.

In this regard we believe, that the main objective of developing a strategy ensuring business economic security currently consists not in achieving the highest possible degree of stability, but of its growth and development. It does not matter, at what expense the business achieves this objective. That is, there are companies stable in their capital but stagnant, and, vice versa, unstable, but is rapidly developing. We should note, that the latter are the most successful under the market conditions, in our opinion.

Hence, business economic security strategy, in our opinion, should be based on the creation of such operational conditions for business, which contribute to the maximization of profit and at the same time ensure its growth and dividend payment to its owners.

Thus, the compromise concept between risk and return is that the receipt of any income by a company is typically associated with risk, the relationship between these two interdependent features being directly proportional: the higher the required or expected rate of return, i.e. the return on investment, the higher the degree of risk associated with the possible non-receipt of this profit; the opposite is true as well.

So, the concept of economic safety ensuring for business should, in our view, include the concept of loss threat control and the concept of sustainable development of the company.

I. M. Podmolodina, V. P. Voronin, E. M. Konovalova [11] suggest monitoring the ratio of the growth rate of the key indicators describing the proportionality of the company's economic development in order to assess the business operation safety.

In Kovalev's opinion [12], the optimal is the proportion based on the following interdependence:

$$R_p > R_r > R_a > 100\%,$$

where R_p – the increase rate of profit; R_r – the increase rate of revenue; R_a – the increase rate of assets (aggregate capital).

The presented ratio is called "the golden rule of business" in the world, indicating that the profit should grow faster than revenue growth, while sales should increase faster than asset (capital), which means more and more efficient use of the company's resources.

The researchers I. M. Podmolodina, V. P. Voronin, and E. M. Konovalova [13] suggest different variants of adding to the indicator system included into this nominal row, for instance:

$$R_{np} > R_{sp} > R_r > R_a > R_{lc} > R_{sl} > R_r > R_{lr},$$

where R_{np} – the increase rate of net profit; R_{sp} – the increase rate of sales profit; R_r – the increase rate of revenue; R_a – the increase rate of assets; R_{lc} – the increase rate of annual average loan capital; R_{sl} – the increase rate of annual average short-term liabilities; R_r – the increase rate of annual average receivables; R_{lr} – the increase rate of annual average long-term receivables.

We should mention that this ratio has no clear orientation for growth, i.e. there is no connection with the final value greater than 1 (or 100%). This can not testify to the economic growth of a company.

In this regard, we have substantiated the existence of three functional criteria, generating financial component of a company's economic security: profit, revenue, and equity. Within this triad the main driving force and the target function for threat monitoring and company's development guarantees is profit, in our opinion. Revenue growth ensures the company's development, while the equity capital increase provides for its financial growth and stability of its capital.

Design of a company's development strategy, according to S. P. Azarova [14], includes the following components: mission, vision, system of strategic goals, and strategic plan of the company's development.

The model of the future state of business should be presented in the form of mission and vision, while the concrete plan for achieving the main objective can be logically decomposed by means of strategic objective system, and on this base we can build a draft strategic plan.

Mission is the general objective that defines the purpose of a company within society. It is expressed through a number of properties: vision, scope, motivation, realism, clarity and conciseness. Defining the mission of a company, it is necessary to answer the following questions: "What is the value of the company for the society and country?" or "What does the company want to change in the surrounding world?"

Vision is the leading business philosophy, a perfect representation of the company as a leader, an ideal picture of the future which the company can provide under favorable conditions.

Besides, S. P. Azarova [14] proposes to define strategic objectives, which she defines as quantitative or qualitative targets of a company's development. They are designed based on the existing mission, vision, results of the industry strategic analysis, assessment of the competition level in it, available resources and competitive opportunities.

In our opinion, first of all, it is necessary to determine the general goal to be the company's strategic economic security, before developing a strategy for a company's sustainable development taking into consideration its level of economic safety. Then we continue with the company decomposition to its strategic economic security systems by means of the balanced scorecard (BSC), which allows translating the company's mission and vision into a set of operational objectives and indicators.

The main components of the strategic economic security of a company are business processes, finance, contractors, and personnel. As a result of the economic security risk transformation for a company in terms of its components, we have

found that external threats include those from the counterparties while the typical internal ones include threats from the business process operation; mixed economic security threats to a company (both internal and external) originate in such components as personnel and finance.

In this regard, it is necessary to define the strategic objective for each system, relevant to the time period, taking into account the degree of external and internal threat influence.

Strategic goal achievement for each system (business processes, finance, personnel, contractors) is possible through the formation of a balanced scorecard, definition of their framework parameters for assessing the level of strategic economic security.

Yu. A. Loktionova [15], E. Yu. Merkulova [16] define the following economic security levels: high, normal, low and critical economic security. The characteristics of each level E. Yu. Merkulova [16] delivers by means of such term as homeostasis (a set of interrelated functions performed suggests the existence of some rules for each function). At the high level of economic security homeostasis is undisturbed, backup mechanism is working, which leads to excess reserve formation.

If homeostasis is undisturbed, the protective mechanisms are active, but the regulatory mechanisms activity is higher compared to the high-security state, that is the company has to spend additional resources to maintain a balance which ensures the preservation of normal system parameters and the company resides in normal level of economic security.

However, if the homeostasis of basic vital elements is preserved, but only due to the high activity of regulatory mechanisms, the company maintains the balance by using additional resources, reducing its operational reliability and gradually exhausting itself; compensatory mechanisms come into operation, economic security remains problematic. In such a case of the company provides its economic security at low level. The critical level of a company's economic security is characterized by company's overexertion and resource exhaustion intended for improving the compensation mechanism efficiency, abnormal deviation of the frame parameters, and homeostasis disruption. There are only two possible ways out of this state: the transition to new homeostasis and altered operation, or company bankruptcy.

After determination of the economic security level, the company, within the process of the formation of the sustainable development strategy, is to search and define the strategic perspectives, which we understand as the possibility for the company to maintain and improve the economic security of its systems at the expense of internal resources, that is, to ensure the transition from a lower level of economic security to a higher one, passing the following fields of economic security:

1. Critical economic security field describes a company's situation below the critical safety level. Restorative strategy should be used to improve the security status, or liquidation of the company.

2. Low economic security field is characterized by a company's situation above the critical level, but below the framework parameters for low economic security. Safe state restoration strategy is applied.

3. Normal economic security field is characterized by a company's situation above the low level, but below the framework parameters for normal economic security. Strategy of neutralization of the existing threats is applied.

4. High economic security field is between normal and high company's economic security. Strategy preventing destabilizing factor growth into threats is applied.

5. Besides, there should be some limitation for the company's economic security which is the maximum of the high security level.

So, the next stage of the strategy implementation is evaluation of different strategic prospects concerning the safety fields that represent possible options of strategic management of the company perspective development at the expense of internal reserves.

We recommend searching for such reserves within the system based on elimination of interdependencies among the major components of the company's strategic economic security (business processes, finance, contractors, and personnel) of the key economic security threats. In order to achieve this, particular strategy is chosen for the company's development, the mechanism of its implementation is designed as well.

Based on the research results obtained by N. V. Shesterikova [17], we have identified four development strategies for a company taking into account its economic security level:

1. The critical security level the most preferable one is orthogonal development strategy, which is aimed at immediate results. It should be noted, that within this period a company does not have time reserve, so it needs to take urgent and considerable steps to overcome crisis by means of rent or sale of unclaimed space, focusing on specialization, the segments.

2. Endogenous development strategy is the priority for low security level. This strategy aims to achieve safe business due to its internal reserves. It should be noted, that a company has good prospects to overcome crisis by means of using business incubators, bootstrapping, and product competitiveness improvement in its economic activity.

3. For normal security level the typical strategy in the strategy of introductive or introspective development, which includes attracting investors and getting bulk orders.

4. Multi-integral development strategy is typical for high security level companies. Strategic opportunities of such company determine its further development and achievement of high results by attracting venture capital.

At the same time, a company sustainable development strategy is identified in the case of a growth strategy, implying transition from endogenous development to introductive or introspective development strategy with further access to multi-integral development strategy. If there is inverse relationship, one can not speak of any sustainable development strategy. This implies the concept of the company sustainable development strategy taking into account its economic security level.

We believe that the sustainable development strategy may be generated through the implementation of programs aimed to change the security field from the lowest (unsafe) to the highest (safe), which cover all necessary measures, contain plans for the elimination of unprofitable units, creation of a flexible production structure, reorganization of supply chains and product sales, effective use

of human resources, properly chosen sustainable development strategy. At the same time, development, implementation and use of monitoring for the design process of the company's development strategy taking into account its economic security level acquires great importance, which provides systematic assessment, analysis, and control of decisions and the ongoing changes in the company.

Conclusion

This approach formed a holistic view of the entire process of strategy forming. This concept allows high level of organization and direction of all the work to the formation and implementation of the strategy in a single way, as well as concentration of all company's resources in achievement of the intended long-term targets, and ensuring the involvement in this process of both top management and ordinary managers and employees, which reinforces the interest of the latter in providing the best results and generates a sense of belonging to the achievement of the overall corporate objectives.

ЛИТЕРАТУРА

1 Ансофф И. М. Стратегическое управление. Нью-Йорк: Палгрейв Макмиллан, 1979. 251 с.

2 Чендлер А. Д. Стратегия и структура: Глава об истории промышленных предприятий. Кембридж, Массачусетс: МТИ Пресс, 1962. 210 с.

3 Клейнер Г. Б. Стратегия бизнеса: аналитический справочник. URL: <http://www.aup.ru/>

4 Томпсон А. А., Стрикленд А. Дж. Стратегический менеджмент: концепции и ситуации для анализа. Колумбус: МакГроу / Ирвин, 2003. 450 с.

5 Минцберг Г., Куинн Дж. Б., Гошал С. Стратегический процесс. Европейское издание. Энгльвуд Клиффсб Прентис Холл, 1995. 567 с.

6 Степичева О. А., Мамонтов В. Д. Формирование стратегии управления экономической безопасностью предприятия в контексте вступления России в ВТО // Вестник Тамбовского университета. Серия: Гуманитарные науки. 2011. №12 (104). С. 445–449.

7 Фролова В. В. Систематизация подходов к классификации стратегий развития предприятия // Вестник Волжского университета им. В. Н. Татищева. 2009. № 17. С. 28–37.

8 Андреева А. А. Виды и элементы стратегии развития предприятия // Вестник Волжского университета им. В. Н. Татищева. 2010. № 20. С. 186–192.

9 Акофф Р. Планирование будущего корпорации. М., 2002.

10 Когденко В. Г., Мельник М. В. Управление стоимостью компании. Ценностно-ориентированный менеджмент. М., 2012.

11 Подмолодина И. М., Воронин В. П., Коновалова Е. М. Подходы к оценке экономической безопасности предприятий // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2012. № 4(54). С. 156–161.

12 Ковалев В. В. Финансовый менеджмент. Теория и практика. М., 2013.

13 Ухина О. И., Запорожцева Л. А. Методика финансового планирования устойчивого роста и развития коммерческих организаций // Экономика и предпринимательство. 2011. № 6 (23). С. 123–126.

14 Азарова С. П. Развертывание стратегии развития предприятия на основе системы сбалансированных показателей // Проблемы экономики, финансов и управления производством. 2010. № 29. С. 91–95.

15 Локтионова Ю. А. Механизм идентификации состояний экономической безопасности предприятия // Социально-экономические явления и процессы. 2013. № 5(051). С. 129–133.

16 Меркулова Е. Ю. Управление экономической надежностью производственных систем методами диагностики: автореф. дис. ... д-ра экон. наук. Тамбов, 2007.

17 Шестерикова Н. В. Методика выбора и оценки стратегии устойчивого развития предприятия с учетом диапазона зон устойчивости // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. 2013. № 1. С. 277–281.

REFERENCES

1 Ansoff I. M. Strategic Management. New York, Palgrave MacMillan, 1979. 251 p.

2 Chandler A. D. Strategy and structure: a chapter in the history of industrial enterprises. Cambridge, Mass, MIT Press, 1962. 210 p.

3 Kleyner G. B. Strategiya biznesa: analiticheskii spravochnik [Business strategy: analytic guide] Available at: <http://www.aup.ru/> (in Russian).

4 Thompson A. A., Strickland A. J. Strategic Management: concepts and cases. McGraw-Hill/Irwin, 2003, 450 p.

5 Mintzberg H., Quinn J. B., Ghoshal S. Strategic process. European Edition. Englewood Cliffs, Prentice Hall, 1995. 567 p.

6 Stepicheva O. A., Mamontov V. D. Economic security management strategy formation for a company in the context of Russia's entering the WTO. *Vestnik Tambovskogo Universiteta* [Tambov University Bulletin. Series: human sciences] 2011, no. 12(104), pp. 445–449 (in Russian).

7 Frolova V. V. Arrangement of approaches to company development strategies classification. *Vestnik Volzhskogo Universiteta* [Bulletin of Volzhsk University named after V. N. Tatischev] 2009, no. 17, pp. 28–37 (in Russian).

8 Andreeva A. A. Types and elements of a company development strategy. *Vestnik Volzhskogo Universiteta* [Bulletin of Volzhsk University after V. N. Tatischev] 2010, no. 20, pp. 186–192 (in Russian).

9 Ackoff R. Planirovanie budushchego korporatsii [Corporate future planning] Moscow, 2002 (in Russian).

10 Kogdenko V. G., Mel'nik M. V. Upravlenie stoimost'yu kompanii. Tsennostno-orientirovannyi menedzhment [Company value management. Value-oriented management] Moscow, 2012 (in Russian).

11 Podmolodina I. M., Voronin V. P., Konovalova E. M. Approaches to company economic security assessment. *Vestnik Voronezhskogo Gosudarstvennogo Universiteta Inzhenernykh Tekhnologiy*

[Proceedings of VSUET] 2012, no. 4(54), pp. 156–161 (in Russian).

12 Kovalev V. V. Finansovyi menedzhment. Teoriya i praktika [Finance management. Theory and practice] Moscow, 2013 (in Russian).

13 Ukhina O. I., Zaporozhtseva L. A. Methods of company sustainable development and growth financial planning. *Ekonomika i predprinimatel'stvo* [Economy and Entrepreneurship] 2011, no. 6(23), pp. 123–126 (in Russian).

14 Azarova S. P. Company development strategy expansion based on the balanced scorecard. *Problemy ekonomiki, finansov i upravleniya proizvodstvom* [Problems of economy, finance and operational management] 2010, no. 29, pp. 91–95 (in Russian).

15 Loktionova Yu. A. Mechanism of company economic security degrees identification. *Sotsial'no-ekonomicheskkiye yavleniya i protsessy* [Social and economic phenomena and processes] 2013, no. 5(051), pp. 129–133 (in Russian).

16 Merkulova E. Yu. Upravlenie ekonomicheskoi nadezhnost'yu proizvodstvennykh system metodami diagnostiki. Aftoref. dis. dok. ekon. nauk [Operational system economic reliability management by diagnosis methods. Abstr. dis. doc. econ. sci.] Tambov, 2007 (in Russian).

17 Shesterikova N. V. Methods for selection and assessment of a company's sustainable development strategy taking into consideration the sustainability zone intervals. *Vestnik Nizhegorodskogo Universiteta imeni N. I. Lobachevskogo* [Bulletin of Nizhniy Novgorod University after N. I. Lobachevskiy] 2013, no. 1, pp. 277–281 (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Людмила А. Запорожцева д. э. н., доцент, профессор кафедры финансов и кредита, Воронежский ГАУ, ул. Мичурина, 1, г. Воронеж, 394087, Россия, ludan23@yandex.ru

Татьяна В. Сабетова к. э. н., доцент, доцент кафедры управления и маркетинга в АПК, Воронежский ГАУ, ул. Мичурина, 1, г. Воронеж, 394087, Россия, tsabetova@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Людмила А. Запорожцева обобщила материал, построила выводы и несёт ответственность за плагиат
Татьяна В. Сабетова систематизировала информацию, написала рукопись, несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 11.03.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 08.04.2016

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Ludmila A. Zaporozhtseva d. ec. sc., associate professor, professor, department of finance and credit, Voronezh State Agricultural University, Michurina str. 1, Voronezh, 394087, Russia, ludan23@yandex.ru

Tatiana V. Sabetova c. ec. sc., associate professor, associate professor, department of management and marketing in agro-industrial complex, Voronezh State Agricultural University, Michurina str. 1, Voronezh, 394087, Russia, tsabetova@mail.ru

CONTRIBUTION

Ludmila A. Zaporozhtseva integrated the information, drew results and is responsible for plagiarism
Tatiana V. Sabetova organized the information, wrote the manuscript and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 3.11.2016

ACCEPTED 4.8.2016

Модель работы корпоративного центра интегрированной структуры в современных условиях

Александр И. Хорев,¹ al.khorev@gmail.com
Татьяна В. Лутченко² orderly@yandex.ru

¹ кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронеж. гос. ун-т инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

² ОАО «Концерн “Созвездие”», ул. Плехановская, 14, Воронеж, 394018, Россия

Реферат. В статье рассмотрена актуальная проблема, связанная с необходимостью обеспечения успешной работы предприятий за счёт разработки и реализации стратегии развития предприятий, входящих в интегрированную структуру. Подобные стратегии могут быть успешными только в том случае, если они будут скоординированы с корпоративной стратегией интегрированной структуры, и в них будут заложены механизмы реализации установления взаимосвязей между предприятиями, а также предприятиями и материнской компанией. Указанные механизмы должно осуществлять специально созданное в материнской компании подразделение (корпоративный центр), наделённое соответствующими полномочиями. В статье предлагается модель работы корпоративного центра, адаптированная под условия деятельности российских интегрированных структур. Как показали результаты исследования, среди анализируемых предприятий, входящих в ОАО «Концерн “Созвездие”», только на одном имеется стратегия развития, хотя она была разработана для условий функционирования в автономном режиме без интеграции с общей корпоративной стратегией. В радиоэлектронной отрасли для координации разработки и реализации стратегий развития предприятий, как правило, наиболее часто используется для интегрированных структур модель «стратегический контролёр», однако в чистом виде реализовать данную модель применительно к деятельности корпоративного центра сполжительным эффектом представляется сомнительным по причинам наличия «центробежных процессов» в настроении большинства руководителей предприятий, отсутствии всеми разделяемой корпоративной культуры, а также информационной системы для обеспечения контроля и централизации части централизованных функций и т. д. Авторами предложена новая модель работы корпоративного центра на переходный период в 2–3 года, которая позволяет уменьшить вмешательство центра в работу предприятий интегрированной структуры и сократить поток отчётных документов, требующих значительных затрат сил и времени персонала предприятия.

Ключевые слова: корпоративный центр, стратегий развития, интегрированная структура

Corporate center of the integrated structure in modern conditions model

Alexander I. Khorev,¹ al.khorev@gmail.com
Tatyana V. Lutchenko² orderly@yandex.ru

¹ economic security and financial monitoring department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolyutsii Av., 19, Voronezh, 394036, Russia

² JSC Sozvezdiye Concern, Plekhanovskaya str., 14, Voronezh, 394018, Russia

Summary. The article considers the topical problem associated with the need to ensure the successful operation of enterprises through the development and implementation of the development strategy of enterprises of enterprises included in the integrated structure. Such a strategy can only be successful if they are coordinated with corporate strategy, integrated structure, and they will establish mechanisms for the implementation of linkages between enterprises, enterprises and the parent company. These mechanisms should be specially created in the parent company division (corporate center), endowed with appropriate powers. The article suggests the model of the corporate centre, adapted to the conditions of Russian integrated structures. As shown by the results of the study, among the analyzed companies belonging to JSC “Concern “Sozvezdie””, only one has a strategy for the development, although it was designed for operation in stand-alone mode without integration with overall corporate strategy. In the electronics industry to coordinate the development and implementation of strategies for the development of enterprises, as a rule, the most commonly used structures for the integrated model “strategic controller”, however, to implement this model in relation to the activities of the corporate center with a positive effect appears to be doubtful by reason of the presence of “centrifugal process” in the mood of most business leaders, the absence of all shared corporate culture and information systems to provide control and centralization of part of the centralized functions, etc. In this regard, the authors proposed a new model for the corporate centre on the transition period of 2–3 years, which reduces the interference of the center in the work of enterprises of the integrated structure and to reduce the flow of accounting documents, requiring considerable effort and time of personnel.

Keywords: corporate center, development strategy, the integrated structure

Для цитирования

Хорев А. И., Лутченко Т. В. Модель работы корпоративного центра интегрированной структуры в современных условиях // Вестник ВГУИТ. 2016. № 2. С. 356–360. doi:10.20914/2310-1202-2016-2-356-360

For citation

Khorev A. I., Lutchenko T. V. Corporate center of the integrated structure in modern conditions model. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 2 pp. 356–360. (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2016-2-356-360

Введение

В корпоративной практике общепризнанно, что предприятия, входящие в интегрированную структуру (ИС), не будут иметь каких-либо существенных конкурентных преимуществ перед автономно работающими бизнес-организациями, если у предприятий не будет построена эффективная система взаимосвязи и координации как между собой, так и с материнской компанией (МК) [2]. При этом ИС не сможет успешно координировать процесс установления и реализации взаимосвязей, если в ней нет подразделения, которое бы способствовало организации исполнения этого процесса. Таким структурным подразделением в ИС по терминологии западных специалистов должен являться корпоративный центр (КЦ) [1].

Объем контрольных, координационных и общих управленческих функций в системе менеджмента предприятий, входящих в ИС, должен осуществляться в зависимости от выбора руководством ИС модели КЦ, что отражается на разработке и реализации стратегии развития предприятий.

Выбор модели КЦ является весьма сложной задачей, поскольку требует учёта современных тенденций, связанных с быстроменяющимися технологиями, рынками, а также предоставления руководителям предприятий широкой инициативной перспективы. Централизованное планирование и жёсткий контроль всё меньше имеют смысла в настоящее время, поскольку именно руководство этих предприятий в отличие от контролирующих их подразделений досконально знает бизнесы своих предприятий [2].

Практика функционирования зарубежных ИС показывает [1], что их корпоративные центры в своей деятельности могут реализовывать одну из четырёх возможных моделей: «финансовый холдинг» (ФХ), «стратегический архитектор» (СА), «стратегический контролёр» (СК) и «оператор» (О). В современных российских условиях применительно к созданным интегрированным структурам (холдингам, концернам) радиоэлектронной отрасли преимущественно используется модель «стратегический контролёр», способствующая получению максимального эффекта синергии.

Однако в корпоративной стратегии АО «Концерн «Созвездие» предложена другая модель КЦ – близкая по функциям к модели «оператор», суть реализации которой предполагает:

1. Контроль технической обоснованности стратегий развития, разработанных предприятиями, а также координацию их выполнения;

2. Проверку коммерческой и функциональной логики ключевых инвестиций;

3. Отслеживание главных финансовых, операционных и стратегических показателей деятельности предприятий ежеквартально;

4. Координацию важнейших направлений кадровой политики в части назначений руководства предприятий, обучения персонала, ротации кадров;

5. Координацию взаимодействий с другими предприятиями, материнской компанией для получения эффекта синергии;

6. Координацию работы основных функциональных подразделений предприятий с аналогичными подразделениями других предприятий и материнской компанией;

7. Развитие совместно используемых услуг, если есть возможность реализовать эффект синергии за счёт использования нематериальных активов, навыков и опыта, компетенций;

8. Предоставление материнской компанией предприятиям услуг по бухгалтерскому учёту, информатизации, планированию.

Очевидно, что процесс разработки и реализации стратегии развития предприятий до и после вхождения в интегрированную структуру должен существенно отличаться. При этом сложность формирования стратегии развития предприятия после вхождения в ИС состоит в том, что методики определяющие функционирование ИС, практически отсутствуют.

Однако в стратегию развития предприятия должны быть заложены принципы взаимодействия с другими предприятиями, а также материнской компанией по производственной кооперации, использованию общих технологических процессов, снабжению, обмену опытом и знаниями, компетенциям, нематериальным активами.

Анализ деятельности АО «Концерн «Созвездие» показал, что среди предприятий, входящих в данную ИС и расположенных в г. Воронеже, только на одном имеется стратегия развития, причём она разработана для условий работы в автономном режиме без интеграции с корпоративной стратегией (была утверждена в конце 2012 г.).

Аналогичным образом, из 20 предприятий, входящих в концерн и расположенных в разных регионах РФ, стратегии развития имеются лишь на нескольких из них, которые также разработаны применительно к независимому, автономному режиму работы и не учитывают особенностей, касающихся деятельности ИС.

Сравнительная характеристика управленческих функций моделей КЦ и предлагаемой модели

Таблица 1

Table 1

The comparative characteristic of administrative functions of models of the Corporate Center and the offered model

Управленческие функции КЦ Administrative Functions CC	Модель «финансовый холдинг» (ФХ) “Financial holding” model (FH)	Модель «стратегический архитектор» (СА) “Strategic architect” model (SA)	Модель «стратегический контролер» (СК) “Strategic controller” model (SC)	Модель «оператор» (О) Operator model (O)	Предлагаемая модель на переходный период The offered model for a transition period
Модели КЦ Model CC					
Принятие решений на предприятии Decision-making at the enterprise	Вмешивается в виде исключения Interferes by way of exception	Утверждает ключевые решения Approves key decisions	Утверждает предложенные предприятиями инвестиционные решения и инновации после проверки их обоснованности Approves the investment solutions and innovations proposed by the enterprises after check of their validity	Контролирует главные коммерческие и функциональные решения Controls the main commercial and functional decisions	Модель СА Model SA
Отслеживание результатов работы предприятий Tracking of results of work of the enterprises	Управляет только финансовыми результатами Operates only financial results	Контролирует выполнение планов за полугодие и реализацию ключевых проектов Controls implementation of plans in a half-year and implementation of key projects	Контролирует главные финансовые операционные и стратегические показатели ежеквартально Controls the main financial operating rooms and strategic indicators quarterly	Осуществляет детальный анализ и контроль всех параметров ежемесячно Carries out the detailed analysis and control of all parameters monthly	Модель СК Model SC
Управление персоналом предприятия Human resource management of the enterprise	Нанимает и увольняет только руководителей Employs and dismisses only heads	Контролирует работу высшего менеджера состава, приём и увольнение Controls work of the highest management structure, reception and dismissal	Определяет и координирует важнейшие направления кадровой политики Defines and coordinates the most important directions of personnel policy	Занимается всеми деталями найма, подготовки, аттестует и вознаграждает Is engaged in all details of hiring, preparation, certifies and rewards	Модель СА Model SA
Руководство программами повышения эффективности Management of programs of increase of efficiency	Делегирует предприятиям Delegates to the enterprises	Делегирует предприятиям Delegates to the enterprises	Предлагает программы повышения эффективности Proposes programs of efficiency	Вводит программы в действие и управляет их внедрением Introduces programs into operation and manages their implementation	Модель СА Model SA
Координация деятельности предприятий Coordination of activity of the enterprises	Отсутствует Absent	Занимается координацией время от времени для получения эффекта синергии Is engaged in coordination for receiving effect of a synergy from time to time	Координирует установление взаимосвязей между предприятиями для получения эффекта синергии Coordinates establishment of interrelations between the enterprise for receiving effect of a synergy	Управляет взаимосвязями предприятия в целях получения эффекта синергии и получения экономии Operates interrelations of the enterprise for receiving effect of a synergy and receiving economy	Модель СК Model SC
Руководство функциональными подразделениями на предприятии Management of functional divisions at the enterprise	Базовые, стандартные отчёты по финансовой деятельности Basic, standard reports on financial activity	Устанавливает принципы отчётности финансовых и бухгалтерских подразделений предприятий Establishes the basic principles of the reporting of financial and accounting divisions of the enterprises	Определяет политику функциональных подразделений предприятий Defines policy of functional divisions of the enterprises	Разрабатывает все детали политики функциональных подразделений предприятий Develops all details of policy of functional divisions of the enterprises	Модель СА Model SA
Совместно используемые услуги Shared services	Отсутствует Absent	Развивает только уникальные или совершенно необходимые услуги Develops only unique or absolutely necessary services	Развивает совместные взаимовыгодные услуги если есть возможность получения эффекта синергии Develops joint mutually advantageous services if there is a possibility of receiving effect of a synergy	Развивает совместные услуги во всех направлениях деятельности Develops joint services in all activities	Модель СК Model SC

Следует отметить, что в чистом виде реализовать деятельность КЦ по модели «стратегический контролёр», не говоря уже о модели «оператор», представляется едва ли возможным по причине отсутствия опыта, наличия «центробежных процессов», оппозиции отдельных руководителей предприятий, отсутствия корпоративной культуры, которая создаётся не один год, отсутствия информационной системы, обеспечивающей реализацию контрольных функций и т. д.

Авторами предложена модель работы корпоративного центра, состоящая из комбинаций западных моделей «стратегический архитектор» и «стратегический контролёр». Такая модель учитывает специфику работы российских ИС, позволяет смягчить проблемы с трудностями внедрения западных моделей и находится по набору управленческих и контрольных функций между моделями «стратегический контролёр» (СК) и «стратегический архитектор» (СА), поскольку модель «стратегический контролёр» является слишком жёсткой для привыкших самостоятельно работать предприятий, но даёт весьма существенный эффект синергии.

Предложенная модель должна быть несколько жёстче, чем модель «стратегический архитектор», что обусловлено особенностями переходного периода, в процессе которого предприятия должны учиться совместно и эффективно работать в составе концерна.

В таблице 1 подробно представлена сравнительная характеристика управленческих функций КЦ по всем четырём моделям в соответствии с [1], а также по предложенной модели на переходной период в 2–3 года, необходимых для приобретения опыта работы предприятий в налаживании взаимосвязей между собой и материнской компанией.

ЛИТЕРАТУРА

1 Фут П., Хенсли Д. и др. Роль корпоративного центра // Вестник М. Kinsey. 2003. № 1 (3).

2 Коллис Д. Дж., Монтгомери С. А. Корпоративная стратегия. Ресурсный подход. М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2007.

3 Стратегии, которые работают: Подход BCG: сб. статей: составители Штерн К, Сток Дж. 2-е изд. М.: Манн, Иванов и Фарбер. 2007.

4 Khorev A. I., Salikov Yu. A., Serebryakova N. A. Conceptual features of the balanced development of business organizations // Asian Social Science. 2015. V. 11. № 20. P. 22–28.

В соответствии с комбинированной моделью КЦ в стратегии развития предприятий должны учитываться:

— миссия, цели, основные направления и показатели развития, заложенные в корпоративную стратегию ИС;

— сферы установления взаимосвязей предприятий между собой и материнской компанией в соответствии с регламентом, установленным КЦ;

— совместные с материнской компанией мероприятия по решению проблем с персоналом, включая обучение, послевузовское образование и повышение квалификации, ротацию и др.

Заключение

В предлагаемой модели КЦ для современных российских условий на переходный период в 2–3 года предполагается уменьшение его контрольных функций в части принятия ключевых решений, управления персоналом, повышения интенсивности руководства функциональными подразделениями предприятий, что ограничивает вмешательство материнской компании в работу предприятий и поток отчётных документов. Предлагаемая модель позволяет упростить процесс координации разработки и реализации стратегии развития предприятия и одновременно увеличить её эффективность за счёт определения конкретных сфер установления взаимосвязей между предприятиями, а также предприятиями и материнской компанией. В совокупности это даст возможность существенно повысить конкурентоспособность как самих предприятий, так и всей интегрированной структуры.

5 Хорев А. И., Саликов Ю. А., Дмитриева Л. Н. Институциональный менеджмент промышленного предприятия и его инструментарий. Воронеж: ВГТА, 2009.

6 Хорев А. И., Лутченко Т. В. Сущность стратегии развития предприятия, входящего в интегрированную структуру // Вестник ВГУИТ. 2014. № 4 (62). С. 220–225.

REFERENCES

1 Foote P., Hensli D. et al. Role of the corporate center. *Vestnik M. Kinsey* [M. Kinsey bulletin] 2003, № 1 (3). (in Russian)

2 Kollis D. J., Montgomery S. A. Korporativnaya strategiya. Resursnyi podkhod [Corporate strategy. Resource approach] Moscow, ZAO "Olimp-biznes", 2—7. 2007. (in Russian)

3 Strategii, kotorye rabotayut. Podkhod BCG [Strategy which work: Approach BCG. Digest of articles. Compilers: Stern K., Stock G.] Moscow, Mann, Ivanov i Farber, 2007. (in Russian)

4 Khorev A. I., Salikov Yu. A., Serebryakova N. A. Conceptual features of the balanced development of business organizations. Asian Social Science, 2015, vol. 11, no. 20. pp. 22–28.

5 Khorev A. I., Salikov Yu. A., Dmitrieva L. N. Institutsional'nyi menedzhment promyshlenogo predpriyatiya [Institutional-management of the industrial enterprise and its tooling] Voronezh, VGTA, 2009. (in Russian).

6 Khorev A. I., Lutsenko T. V. The essence of the development strategy of the company, which integrated structure. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET] 2014, no. 4 (62), pp. 220–225. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Александр И. Хорев д. э. н., профессор, зав. кафедрой экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронеж. гос. ун-т инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, al.khorev@gmail.com

Татьяна В. Лутченко ведущий экономист, ОАО «Концерн "Созвездие"», ул. Плехановская, 14, г. Воронеж, 394018, Россия, orderly@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Александр И. Хорев предложил методику проведения исследований предприятий концерна осуществлял консультации в ходе обобщения материалов, написание статьи **Татьяна В. Лутченко** осуществила обзор литературных источников по исследуемой проблеме, сбор материалов о работе корпоративного центра концерна, предложила модель работы корпоративного центра для условий рассматриваемого концерна, написала рукопись статьи и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 15.03.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 12.04.2016

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Alexander I. Khorev d. ec. sc., professor, economic security and financial monitoring department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolyutsii Av., 19, Voronezh, 394036, Russia, al.khorev@gmail.com

Tatyana V. Lutsenko leading economist of JSC Sozvezdiye Concern, Plekhanovskaya str., 14, Voronezh, 394018, Russia, orderly@yandex.ru

CONTRIBUTION

Alexander I. Khorev has offered a technique of carrying out researches of the enterprises of concern carried out consultations during summarizing of materials, writing of article

Tatyana V. Lutsenko has carried out the review of references on the studied problem, collecting materials about work of the corporate center of concern, has offered model of work of the corporate center for conditions of concern, has written the manuscript of article and bears responsibility for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 3.15.2016

ACCEPTED 4.12.2016

Формирование и развитие инновационного потенциала работников предприятия

Елена А. Кипервар,¹ kipervar@list.ru
Лидия В. Трункина¹ tmb3101@mail.ru

¹ кафедра экономики и организации труда, Омский государственный технический университет, пр. Мира 11, Омск, 644055, Россия

Реферат. Современное развитие экономики возможно на основе повышения эффективности деятельности предприятий, которое базируется на рациональном использовании трудового потенциала работников. В современных исследованиях сформулировано и обогато понятие трудового потенциала, однако остаётся много нерешённых теоретических и методологических аспектов, связанных с изучением данного понятия и его составляющих, поскольку они возникают в связи с изменениями в экономике, современными требованиями к предприятиям в период их инновационного развития. Инновационная деятельность предприятий должна основываться на использовании высококвалифицированного, высокоинтеллектуального, высокопроизводительного персонала, способного генерировать, развивать, применять новые идеи, технологии, продукты. Требования внешней среды стимулируют предприятия к формированию персонала, заинтересованного в результатах работы предприятия, позитивно воспринимающего и генерирующего инновации. Особое внимание необходимо уделять формированию и развитию инновационного потенциала работников как составной части трудового потенциала, его планированию, что найдёт своё отражение в повышении эффективности труда персонала и эффективности деятельности предприятий. Необходимо дальнейшее развитие подходов к формированию и развитию потенциала работников в привязке к инновационной составляющей трудового потенциала, направленной на повышение конкурентоспособности предприятий. Результаты исследования, изложенного в данной статье, направлены на углубление и расширение теоретических основ в этой области. Авторами обоснована необходимость развития инновационного потенциала с учётом структуры мотивации работников и уровня их притязаний, профессионального, интеллектуального уровня, а также реализации их инновационного потенциала. Обоснована необходимость его корректировки, а также придание планирование в направлении определения приемлемых, нормативных величин инновационного потенциала каждой категории работников, определения отклонений фактических значений от нормативных с последующей выработкой мероприятий по устранению таких отклонений и описаны механизмы их реализации. В заключении подчёркивается, что в период модернизации производства, отвечающего уровню развития научно-технического прогресса, необходимо обеспечить повышение уровня инновационного потенциала работников, с учётом интенсивности обновления производства.

Ключевые слова: инновационное развитие предприятия, инновационный потенциал работников, трудовой потенциал работников, формирование, развитие, эффективность труда

The formation and development of innovative potential of the company's employees

Elena A. Kipervar,¹ kipervar@list.ru
Lydia V. Trunkina¹ tmb3101@mail.ru

¹ economics and organization of labor department, Omsk State Technical University, Mira Av. 11, Omsk, 644055, Russia

Summary. Modern economic development is possible on the basis of increase of efficiency of activity of enterprises, which is based on the rational use of the labor potential of employees. The current research is formulated and enriched the concept of labor potential, but there are still many unresolved theoretical and methodologically aspects related to the study of labor potential and its components, as they arise in connection with changes in the economy, the modern requirements to enterprises in the period of their innovative development. Innovative activities of enterprises should be based on the use of highly skilled, highly intelligent, high-performance staff able to generate, develop, apply new ideas, technologies and products. The requirements of the environment to stimulate enterprise in the formation of personnel, concerned in the results of the enterprise, upbeat and generating innovation. Particular attention should be given to the formation and development of innovative potential of employees as part of the labor potential, its planning, that will be reflected in improving the efficiency of the personnel and the efficiency of enterprises. It is necessary to further develop approaches to the formation and development of the capacity of workers in relation to the innovation component of labor potential, aimed at improving the competitiveness of enterprises. Results of the research outlined in this paper are aimed at deepening and broadening of theoretical bases in this area. The authors of the necessity of innovative development based on employee motivation structure and the level of their claims, professional, intellectual level, as well as realize their innovative potential. The necessity of its correction and give you strength-of planning in the direction of determining acceptable and normative values of the innovative potential of each category of workers, determination of deviations of actual values from the standard followed by the elaboration of measures to eliminate such deviations and described the mechanisms of their implementation. In conclusion emphasizes that in the period of modernization of production, corresponding to the level of development of scientific and technological progress, the need to ensure improvement of the innovative potential of employees, taking into account the intensity of the renovation of production.

Keywords: innovative development of the enterprise, innovation potential of employees, labor potential of employees, the formation, development

Для цитирования

Кипервар Е. А., Трункина Л. В. Формирование и развитие инновационного потенциала работников предприятия // Вестник ВГУИТ. 2016. № 2. С. 361–365. doi:10.20914/2310-1202-2016-2-361-365

For citation

Kipervar E. A., Trunkina L. V. The formation and development of innovative potential of the company's employees. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 2 pp. 361–365. (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2016-2-361-365

Введение

В развитии инновационной экономики основополагающая роль принадлежит человеку и его трудовой деятельности, особенно в период модернизации экономики, когда рост эффективности производства, конкурентоспособности предприятий обусловлены повышением эффективности труда. Социально-трудовая сфера выступает областью исследования, практических решений и действий на всех уровнях хозяйствования для сбалансированного повышения эффективности труда и развития трудового потенциала работников на основе повышения их инновационного потенциала (ИП). Возникающие при этом совокупные знания, умения, навыки, возможности, способности, личностные характеристики работников, готовность воспринимать, внедрять новое, что определяется инновациями, можно рассматривать как ИП, конечной целью выявления и развития которого является экономический рост. В его основе лежит развитие инновационной активности предприятия за счёт факторов, зависящих от персонала и их трудовой деятельности.

Персонал является основой генерации новых идей, предложений, а также определяющим фактором их внедрения в производство. Инновационное развитие предприятий во многом определяется способностями работников к выработке новых идей, их инновационной активностью, а также восприятием и внедрением инновационных идей на рабочих местах.

Инновационный потенциал персонала предприятия рассматривается как возможность работников к восприятию новой информации, стремление совершенствовать общие и профессиональные знания, способность генерировать новые конкурентоспособные идеи, находить решения в нестандартных ситуациях, разработка подходов и методов решения новых и традиционных задач, использование знаний для реализации идей и новшеств [1–2].

ИП работников можно рассматривать как совокупность знаний, умений, способностей, возможностей, их личных характеристик, которые способствуют реализации задач, связанных с инновационными преобразованиями, направленными на повышение эффективности деятельности предприятия [3].

Цель работы заключается в исследовании основных характеристик инновационного потенциала и определении направлений его формирования, развития на предприятии в современных

условиях. Для достижения поставленной цели в статье сформулированы следующие задачи:

- конкретизация понимания категории «инновационного потенциала» с определением направлений его формирования и развития;
- изучение основ планирования и формирования инновационного потенциала;
- определение критериев эффективности функционирования системы формирования кадрового резерва.

Научная новизна исследования в статье состоит в подходе к исследованию формирования и развития ИП, корректировке его структуры и придании планомерного характера. Предложено использовать при анализе трудового вклада работника степень использования его ИП. Выявлена необходимость планирования должностного продвижения работника, с учётом структуры мотивации и уровня притязаний работника, профессионального, интеллектуального уровня, а также реализации его ИП.

Вопросы реализации трудового потенциала работников в инновационной сфере рассматривались в работах Б. М. Генкина, Т. И. Заславской, А. И. Кравченко, В. В. Радаева, Л. Л. Рыбаковского, В. Ф. Потуданская, С. В. Пименов, Е. В. Родионова, Р. Н. Федосова и др.

При многообразии научных работ по данной проблематике следует отметить, что в современной российской научной литературе отсутствуют комплексные исследования, направленные на рассмотрение вопросов формирования и развития ИП работников [4–6].

В структуре ИП работников можно выделить творческую составляющую, включающую элементы, обусловленные человеческими задатками, знаниями, умениями, способностями, а также элементами, которые можно корректировать (структура мотивов, личностные качества). Повышение ИП отдельного работника и всего предприятия может реализовываться через формирование, развитие и коррекцию мотивационного и личностного аспекта ИП.

Формирование ИП персонала предприятия основывается на его планировании, которое включает оценку персонала по профессионально-должностным, возрастным, образовательным, инновационным критериям.

Уровень ИП руководителей и специалистов должен возрастать от низших звеньев управления к высшим, поскольку уровень ИП руководителей цехов или отделов должен быть выше уровня руководителей секторов и групп, входящих в их структуру, а ИП руководителя предприятия выше, чем его уровень у руководителей

подразделений. Сравнение уровней различных категорий руководителей и специалистов необходимо проводить по иерархии управления предприятием и по его подразделениям, которые включаются в инновационную работу производства и выполняют наиболее ответственную и сложную работу. Необходимо обеспечивать корректировку ИП при его искажении в вертикальном или горизонтальном направлениях.

Корректировке представляется целесообразным придавать планомерный характер, в направлении определения приемлемых, нормативных величин ИП каждой категории работников, определения отклонений фактического значения от нормативных с последующей выработкой мероприятий по устранению таких отклонений. Такие мероприятия могут быть связаны как с совершенствованием системы подбора, расстановки работников, а также с определением степени соответствия общего уровня ИП предприятия, стоящим перед ним задачам. В этом направлении необходимо определить степень соответствия ИП уровню технико-технологического потенциала предприятия по степени использования оборудования, технологических, материальных, сырьевых, финансовых ресурсов предприятия и соответствия их отраслевым показателям. Неполное использование материально-технических ресурсов характеризует несоответствие ИП потребностям производства.

Далее анализируется использование трудового потенциала предприятия в сравнении с отраслевыми или нормативными значениями, что обеспечивает рост производительности труда работников при достаточном уровне использования технико-технологических и материально-вещественных факторов производства. Несоответствие ИП работников свидетельствует о неадекватности форм и методов управления персоналом предприятия. На основании этого необходимо проводить анализ трудового вклада работников по степени использования их ИП. При выявлении резервов, достижение приемлемых значений эффективности и производительности труда работников может производиться за счёт использования внутренних резервов, таких как перераспределение работников внутри предприятия, повышение качества трудовой жизни работников. При отсутствии резервов необходимо направлять усилия на повышение ИП работников за счёт притока новых работников и замены неэффективных работников на имеющих более высокий уровень развития ИП.

Высокий уровень использования технико-технологических и трудовых ресурсов предприятия свидетельствует, что трудовой потенциал предприятия можно характеризовать как соответствующий текущим потребностям производства. В период непрерывной модернизации производства, отвечающего уровню развития научно-технического прогресса развитие техники и технологий идёт активно, поэтому необходимо обеспечить превышение уровня ИП предприятия над уровнем развития производства, необходимо планировать формирование кадрового потенциала предприятия с учётом интенсивного усовершенствования последнего. При эволюционном характере инновационного развития предприятия существует возможность планирования ИП работников методом простой экстраполяции средней величины темпов его прироста за предшествующий период. Дополнительный прирост в планируемом периоде может быть достигнут за счёт эволюционного характера развития ИП работников – переподготовки, повышения квалификации.

Однако инновационное развитие предприятия может протекать при неравномерном изменении материально-вещественного фактора, что вызывает необходимость соотносить степень соответствия текущего уровня ИП изменяющимся производственным условиям. При таком развитии предприятия использование внутренних резервов осуществимо, когда имеется возможность значительно повысить степень использования ИП работников, а также при значительном превышении уровня этого потенциала над уровнем развития вещественных факторов производства. При этом необходимо разрабатывать мероприятия по увеличению и развитию ИП за счёт внешних факторов, то есть определять дополнительную потребность в руководителях и специалистах на предстоящий период с учётом возможности их развития в соответствии со стоящими перед предприятием задачами.

При определении общего показателя необходимого прироста ИП для реализации целей деятельности предприятия в условиях модернизации, целесообразно распределить прирост по профессионально-квалификационным группам, подразделениям с учётом необходимого соотношения уровня этих групп. Определяется потребность в количестве работников с определённой степенью развития ИП и план потребности в руководителях и специалистах по всем профессионально-должностным категориям, взвешенных на показатель необходимого уровня ИП работника внутри каждой категории.

Определяется потребность в руководителях, специалистах, рабочих по каждой профессионально-должностной категории с дальнейшим выявлением источников покрытия этих потребностей. Пополнение каждой категории работников может происходить за счёт притока работников со стороны или внутрифирменной мобильности, что позволит заполнять вакантные места.

Внутрифирменная мобильность создаёт дополнительную мотивацию к высокоэффективному труду, а предприятие получает возможность экономии затрат на обучение вновь принятых работников, их производственную и социально-психологическую адаптацию и др. Целесообразно принимать работников со стороны на нижние ступени иерархической лестницы предприятия (выпускников высших и среднеспециальных учебных заведений), а остальные должности замещать путём должностного продвижения и ротации внутри предприятия. Такой вариант реализуется в условиях, когда ИП и возраст внутри каждой категории работников подчиняется нормальному распределению, поэтому существует естественная преемственность в продвижении и трудовой мобильности работников, что возможно при целенаправленной и непрерывной деятельности по развитию трудового и инновационного потенциала работников.

Кадровая служба при приёме работников должна отбирать людей, которые имеют высокий ИП и смогут повысить общий уровень потенциала соответствующей профессионально-должностной категории. Отбор работников необходимо проводить путём оценки всех структурных элементов: уровня образования, интеллекта, творческих способностей, мотивов, личностных качеств и других, при этом необходимо определять пороговые значения этих показателей.

Важнейшим источником покрытия потребности в работниках соответствующей квалификации является внутрифирменная мобильность, эффективность этой системы во многом определяется планомерностью её функционирования. Система планирования продвижения работников по горизонтали и вертикали должна быть ясной и понятной, поскольку каждый работник должен понимать какое должностное продвижение или передвижение можно ожидать на этом предприятии при различных вариантах его трудовых и инновационных достижений, что позволит каждому работнику взвешивать свои возможности и со-

средоточить усилия на тех направлениях деятельности, которые ведут к наиболее приемлемому для работника успеху.

Необходимо определять сроки достижения максимального уровня должностного продвижения, поскольку наращивание ИП происходит за счёт приобретения знаний, которые во многом определяют объём и качество производимой научно-творческой, инновационной продукции, изобретений, рост ИП, что можно определить по темпам роста результатов труда. Экстраполируя темп роста на предстоящий период можно определить сроки достижения результатов труда, являющихся нормальными для работника, которые он может достичь в соответствии со своим творческим, интеллектуальным, инновационным потенциалом.

Получить проект продвижения работника можно исходя из его объективных характеристик. Должностной рост, во многом определяется личностью, мотивационной сферой. При планировании должностного продвижения работника необходимо учитывать структуру его мотивации и уровня притязаний, поскольку при их сочетании с уровнем интеллектуальных способностей возможно составление индивидуального плана должностного продвижения работника. Такие планы составляют основу формирования кадрового резерва, имеющего иерархическую структуру, соответствующую максимальным ступеням должностей карьеры работника.

Заключение

Эффективность функционирования системы определяется показателями доли вакантных должностей предприятия, укомплектованных работниками из состава резерва. Состав кадрового резерва должен непрерывно изучаться и оцениваться по их деятельности на предприятии. При эффективной деятельности этих работников, назначение на служебное положение должно соответствовать планам их должностного продвижения, в случае необходимости они могут корректироваться как по срокам занятия очередных должностей, так и в сторону снижения максимального уровня развития карьеры.

Формирование и развитие ИП работников предприятия направлено на повышение эффективности труда и деятельности предприятия в условиях модернизации производства.

ЛИТЕРАТУРА

1 Lundvall B. National Systems of Innovation: Toward a Theory of Innovation and Interactive Learning. N. Y.: Anthem Press, 2012. 404 p.

2 Bridge S. SA Management of work potential of the region with regard to demographic constraints in the labor market: dis. ... candidate econ. sciences: 08.00.05. Samara, 2010. 158 p.

3 Кипервар Е. А., Трункина Л. В. Развитие деловой и творческой инициативы как фактор повышения эффективности труда работников предприятий // Бизнес. Образование. Право. Вестник Волгоградского института бизнеса. 2015. № 4 (33). С. 81–85.

4 Генкин Б. М. Экономика и социология труда. 8-е изд., доп. М.: Норма-ИНФРА, 2014. 464 с.

5 Потуданская В. Ф., Трункина Л. В. Оценка трудового потенциала персонала предприятия // Бизнес. Образование. Право. Вестник Волгоградского института бизнеса. 2011. № 4 (17). С. 96–100.

6 Пименов С. В., Родионова Е. В., Федосова Р. Н. Развитие инновационного потенциала персонала // Креативная экономика. № 3. 2009. С. 49–59

REFERENCES

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Елена А. Кипервар к. э. н., доцент, кафедра экономики и организации труда, Омский государственный технический университет пр. Мира 11, Омск, 644055, Россия, kipervar@list.ru

Лидия В. Трункина к. э. н., доцент, кафедра экономики и организации труда, Омский государственный технический университет пр. Мира 11, Омск, 644055, Россия, tmd3101@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Елена А. Кипервар предложила планировать должностное продвижение работников, с учётом структуры мотивации и уровня их притязаний, интеллектуального уровня, а также реализации их инновационного потенциала

Лидия В. Трункина обзор литературных источников по исследуемой проблеме

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 04.04.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 16.05.2016

1 Lundvall B. National Systems of Innovation: Toward a Theory of Innovation and Interactive Learning. New York, Anthem Press, 2012. 404 p.

2 Bridge S. SA Management of work potential of the region with regard to demographic constraints in the labor market. Dis. cand. econ. sci. Samara, 2010, 158 p.

3 Kipervar E. A., Trunkina L. V. Development of business and creative initiatives like the factor of increase of efficiency of work of employees of the enterprises. *Biznes. Obrazovanie. Pravo. Vestnik Volgogradskogo institute biznesa* [Business. Education. Law. Bulletin of the Volgograd Institute of Business] 2015, no. 4(33), pp. 81–85. (in Russian).

4 Genkin B.M. *Ekonomika i sotsiologiya truda* [Economy and labor sociology] Moscow, Norma- INFRA, 2014. 464 p. (in Russian).

5 Potudanskaya V. F., Trunkina L. V. Evaluation of labor potential of the enterprise stuff. *Biznes. Obrazovanie. Pravo. Vestnik Volgogradskogo institute biznesa* [Business. Education. Law. Bulletin of the Volgograd Institute of Business] 2011, no 4(17), pp. 96–100. (in Russian).

6 Pimenov S.V., Rodionova E. V., Fedosova R. N. The development of the innovative capacity of the personnel. *Kreativnaya ekonomika* [Creative Economy] 2009, no. 3, pp. 49–59.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Elena A. Kipervar Ph.D. Associate Professor, Economics and Organization of Labor department, Omsk State Technical University, Mira av. 11, Omsk, 644055, Russia, kipervar@list.ru

Lydia V. Trunkina Ph.D. Associate Professor Economics and Organization of Labor department, Omsk State Technical University, Mira av. 11, Omsk, 644055, Russia, tmd3101@mail.ru

CONTRIBUTION

Elena A. Kipervar proposed plan for the promotion of official workers, taking into account the structure of motivation and the level of their claims, professional, intellectual level, as well as realize their innovative potential

Lydia V. Trunkina review of the literature on the researched topic

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 4.4.2016

ACCEPTED 5.16.2016

Анализ проблем современной электроэнергетической отрасли и стратегические пути их решения в соответствии с концепцией Энергетической стратегии до 2035 года

Олег А. Макаров,¹ oleg250483@mail.ru
Екатерина А. Барбашина¹ katerina.barbashina@gmail.com

¹ кафедра Экономики и Финансов, РАНХиГС Липецкий филиал, ул. Интернациональная д.3, г. Липецк, 398050, Россия

Реферат. Электроэнергетика является одной из отраслей экономики, от которой во многом зависят экономический рост и экономическое состояние страны в целом. Её надёжное и стабильное функционирование влияет на экономику страны и уровень жизни её граждан. Электроэнергетика пережила далеко не одну реформу, но эффективный уровень её развития и решение некоторых фундаментальных проблем так и остаются под вопросом. В настоящее время большинство учёных и экспертов сходятся в том, что Россию и весь мир ожидает энергетический кризис, поэтому одним из приоритетных направлений развития экономики является энергоэффективность – это снижение потребления энергоресурсов предприятиями и населением страны. В первую очередь это определяется необходимостью снижения нагрузки на окружающую среду в части потребления энергоресурсов и связанных с потреблением образований отходов, выбросов, сбросов, а также с увеличивающимися требованиями к энергетической эффективности во всём мире. В настоящее время провести анализ электроэнергетического комплекса весьма сложно. Статистическая информация различных официальных источников порой не совпадает. Достаточно трудно, а порой и невозможно в видах деятельности дифференцировать электроэнергию и тепловую энергию из общего объёма. Все это и многое другое осложняет анализ рынка электроэнергетики. Для эффективного функционирования электроэнергетики в России требуется решить ряд проблем и вопросов, также природоохранные задачи, прежде всего в рамках повышения экономичности энергопроизводства. Таким образом, необходимо предотвратить возможные негативные технологические, социально-экономические и экологические последствия отдельных мероприятий. В статье рассматриваются основные проблемы функционирования электроэнергетики и пути их решения, стратегия развития до 2035 года.

Ключевые слова: электроэнергетика, модернизация, электросетевой комплекс, энергоресурсы

Analysis of the problems of modern electric power industry and strategic ways to resolve them in accordance with the concept of the Energy Strategy to 2035

Oleg A. Makarov,¹ oleg250483@mail.ru
Ekaterina A. Barbashina¹ katerina.barbashina@gmail.com

¹ Economics and Finance department, "The Russian Presidential academy of national economy and public administration, Lipetsk branch", International Street, 3, Lipetsk, 398050, Russia

Summary. Electric-power industry has the great influence on the development of economy and status of the country in general. Its stability and reliability has a great effect on national economy and welfare of citizens. Electric-power industry in Russia experienced many reforms but some of the fundamental problems have not been solved and the level of its efficiency is still questionable. Nowadays most experts agreed that Russia and the whole world are on the threshold of energy crisis that is why one of the priorities of economic policy should be energy efficiency which is a way of reducing the consumption of energy resources by enterprises and households. These actions should be taken due to the necessity of reducing negative impact on the environment associated with consuming of energy resources and waste products of enterprises and increasing requirements for energy efficiency in today's world. At present it's rather hard to analyze electricity sector in Russia. Statistics from different official sources do not correspond with each other. Sometimes it is hard or even impossible to differentiate electric power from heat energy among all resources. All these facts and many other circumstances make the analysis of electric energy market very difficult. To increase the efficiency of electric-power industry in Russia several problems must be solved, among them environmental protection issues related to reduction of electricity producing in cost. Thus it will help us to prevent possible negative technological, socioeconomic and ecological consequences of certain operations. This article considers fundamental problems of electric-power industry in Russia, their possible solutions, and development strategy of this industry to 2035.

Keywords: electric power industry, upgrade, electro grid complex, energy resources

Введение

Электроэнергетика относится к важнейшим инфраструктурным отраслям экономики. Её проблемы оказывают негативное влияние на развитие экономики страны в целом. Развитие электроэнергетики в России и в мире

является стратегически важным направлением, а актуальность развития данной отрасли бесспорна.

Широко известно, что общая и удельная электроэнерговооруженность определяют производительность труда и уровень развития страны, ибо электроэнергетика является стержнем всех видов человеческой деятельности.

Для цитирования

Макаров О. А., Барбашина Е. А. Анализ проблем современной электроэнергетической отрасли и стратегические пути их решения в соответствии с концепцией Энергетической стратегии до 2035 года // Вестник ВГУИТ. 2016. № 2. С. 366–2. doi:10.20914/2310-1202-2016-2-366-373

For citation

Makarov O. A., Barbashina E. A. Analysis of the problems of modern electric power industry and strategic ways to resolve them in accordance with the concept of the Energy Strategy to 2035. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 2 pp. 366–373. (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2016-2-366-373

Электроэнергетика во многом определяет конкурентоспособность и темпы роста экономики любой страны, в том числе и российской, значительную долю которой составляют энергоёмкие отрасли.

1.1 Анализ развития электроэнергетического комплекса РФ и мира

В электроэнергетический комплекс ЕЭС России входит около 700 электростанций мощностью свыше 5 МВт.

На данный момент Россия производит электроэнергии в 5 раз меньше, чем Китай и в 4 чем США.

Причина такого положения, в том числе заключается в «низком КПД» отрасли, то есть в высоких непроизводственных расходах.

Общая структура расходов в конечной цене электроэнергии складывается из следующих составляющих:

1. Производство топлива (работа угольных разрезов и шахт более 70%);
2. Работа электростанций;
3. Распределительная система РАО ЕС.

Доля последнего пункта составляет 5/6 цены, то есть производственные затраты – это менее чем 17% стоимости электроэнергии для потребителя. При таком распределении на рост отрасли остаются относительно незначительные средства. При подобном продолжении «развития» отрасли, Россия не сможет обеспечить конкурентоспособное развитие промышленности в общем.

На конец 2015 года общая установленная мощность электростанций ЕЭС России составила 235305,56 МВт [4]. Выработка и потребление электроэнергии электростанциями ЕЭС России в 2015 году были на уровне 1026,88 млрд кВтч. и 1008,25 млрд кВтч. Увеличение установленной мощности электростанций ЕЭС России за счёт вводов нового, а также модернизации действующего генерирующего оборудования электростанций – 5027 МВт. Ввод новой мощности в 2015 году на электростанциях ЕЭС России с учётом электростанций промышленных предприятий составляет 4710,0 МВт. Выведено из эксплуатации 2357,25 МВт неэффективного и устаревшего генерирующего оборудования. Ежегодно все станции вырабатывают около одного триллиона кВтч электроэнергии. В 2012 году электростанции ЕЭС России выработали 1 026,88 млрд кВтч. Сетевое хозяйство ЕЭС России насчитывает более 10 700 линий электропередачи класса напряжения 110–1150 кВ [8].

Основную долю электроэнергии в России вырабатывают тепловые электростанции. Структура установленной мощности электростанций России представлена на рисунке 1

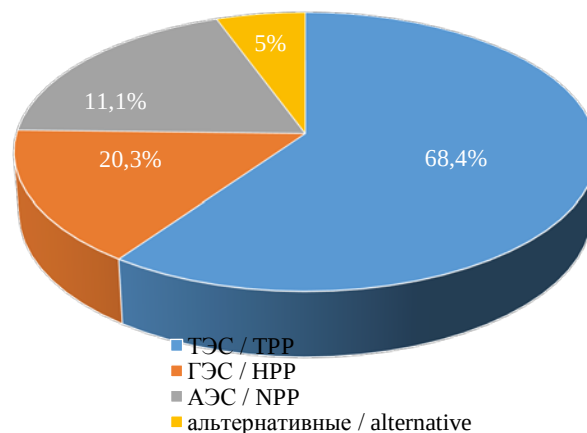


Рисунок 1. Структура установленной мощности

Figure 1. The structure of installed capacity

В 2015 году установленные мощности электростанций по ЕЭС России росли в основном за счёт вводов ТЭС по ДПМ (65%), остальной прирост обеспечили вводы блока АЭС (1 ГВт) и двух блоков ГЭС (в сумме – 1,5 ГВт). В 2014 году прирост мощностей в ЕЭС России составил 6 ГВт (+3% к 2013 году), с 2008 по 2014 год – 21,8 ГВт (+10,4%). Износ основных фондов в электроэнергетике не превышает средний показатель по всем отраслям экономики. В 2013 году износ составил 34% по производству ЭЭ, 43% по передаче 35% по распределению, но наблюдается тенденция к росту по всем направлениям.

На данный момент рынок электроэнергетики в России состоит из двух – оптового и розничного рынков энергии и мощности. Большой интерес представляет ОРЭМ (оптовый рынок электроэнергии и мощности), несмотря на то, что на розничном рынке происходит либерализация цен, этот процесс скорее производный от процесса либерализации оптового рынка. Нерегулируемые цены отражают стоимость электрической энергии на конкурентном оптовом рынке, который определяется на основании ежемесячно публикуемых АТС данных о средней стоимости единицы электроэнергии, сложившейся на рынке [1].

Объёмы производства электроэнергии постепенно увеличивались и к 2007 году достигли 1 трлн кВтч., что отражено в таблице 1.

Динамика производства электроэнергии в России 2001–2014 гг.*

Table 1

Dynamics of electricity production in Russia 2001–2014

Год Year	Производство электро- энергии, млрд кВтч Energy production, bln kWh	Абсолютное отклонение к преды- дущему периоду, млрд кВтч The absolute deviation of the previ- ous period, bln kWh	Относительное отклонение к преды- дущему периоду, % The relative deviation of the previous period, %
2001	887	17	1,95
2002	888	1	0,11
2003	915	27	3,04
2004	930	15	1,64
2005	952	22	2,37
2006	974	22	2,31
2007	1000	26	2,67
2008	1018	18	1,8
2009	1040	22	2,16
2010	1037	-3	-0,29
2011	1053	16	1,54
2012	1054	1	0,09
2013	1045	-9	-0,85
2014	1056,7	11,7	1,12

*Compiled by authors based on the data: <http://www.bourabai.kz/toe/rusenergy.htm>
<http://www.minenergo.gov.ru/activity/statistic/?syear=2014>

Далее следовало постепенное планомерное увеличение объёмов производства с незначительными спадами в 2010 и 2013 гг. Незначительное сокращение 2010 года можно объяснить отголосками кризиса 2008 года.

С 01.04.2008 деятельность по организации торговли на оптовом рынке, связанную с заключением и организацией исполнения сделок по обращению электрической энергии, мощности и иных объектов торговли, обращение которых допускается на оптовом рынке, должен осуществлять коммерческий оператор.

13 декабря 2007 года состоялась государственная регистрация Открытого акционерного общества «Администратор торговой системы оптового рынка электроэнергии».

В настоящее время ОАО «АТС» – 100% дочерняя компания некоммерческого партнёрства «Совет рынка». ОАО «АТС» проводит торги и обеспечивает расчёты между производителями и покупателями электроэнергии.

ОАО «АТС» создано в целях осуществления деятельности по организации торговли на оптовом рынке электрической энергии и мощности, связанной с заключением и организацией исполнения сделок по обращению электроэнергии, мощности и иных объектов торговли, обращение которых допускается на оптовом рынке [9].

С 1 июля 2008 года в результате реорганизации РАО «ЕЭС России» были сформированы

следующие основные организации электроэнергетической отрасли, среди которых доля распределительных организаций ещё больше увеличилась:

ОАО «ФСК ЕЭС» – оказание услуг по передаче электрической энергии (мощности) по сетям, относящимся к ЕНЭС;

ОАО «СО ЕЭС» – оказание услуг по диспетчеризации;

ТГК/ОГК – выработка электрической энергии (мощности) на тепловых электростанциях;

ОАО «РусГидро» – выработка электрической энергии (мощности) на ГЭС;

ОАО «МРСК Холдинг» – оказание услуг по передаче электрической энергии по территориальным распределительным сетям;

ОАО «РАО ЭС Востока» – все компании электроэнергетики Дальнего Востока [1].

В результате завершения структурных преобразований производство электроэнергии в стране стало падать из года в год, причины чего совершенно понятны, хотя формально за государством было закреплено более 75% акций ОАО «ФСК ЕЭС» и 100% акций ОАО «СО ЕЭС». Государство пока сохранило участие в следующих компаниях: более 52% акций ОАО «Гидро ОГК», ОАО «Холдинг МРСК» и ОАО «РАО ЭС Востока».

В августе 2011 года Минэнерго РФ заявило, что модернизация российской электроэнергетики требует инвестиций в объёме 11,1 триллиона рублей в ближайшее десятилетие.

Источниками финансирования программы являются кредитование по льготным ставкам (не более 8%) в государственных банках на возвратной основе, запуск механизмов оптового рынка мощности с использованием конкурсных процедур, средства от приватизации государственных пакетов в генерирующих и электросетевых компаниях», – таким образом, электроэнергетика превращена в спекулятивную систему типа биржи, что естественным образом закрепило власть спекулянтов над производителями, делая их бесправными заложниками системы и не давая никаких шансов на развитие, а потребителя поставила перед фактом высочайших цен на электроэнергию, диктуемых перекупщиками.

В 2003 году начат процесс реформирования «ЕЭС России». Основными моментами реформирования электроэнергетики стали завершение формирования новых субъектов рынка, переход к новым правилам функционирования оптового и розничных рынков электроэнергии, принятие решения об ускорении темпов либерализации, размещение на фондовом рынке акций генерирующих компаний. Осуществлена государственная регистрация семи оптовых генерирующих компаний (ОГК) и 14 территориальных генерирующих компаний (ТГК), одного гидроэнергетического холдинга «РусГидро», находящегося под контролем государства, и РосАтома – государственной корпорации по атомной энергетике [1].

Кроме того, действуют и более независимые или изолированные энергокомпании «Янтарь-энерго», «Якутскэнерго», «Дальневосточная энергетическая компания», «Татэнерго», «Башкирэнерго», «Иркутскэнерго» и «Новосибирскэнерго».

ОГК и ТГК являются основными конкурирующими силами на оптовом рынке электроэнергии. Наряду с ОГК и ТГК, основными действующими лицами рынка электроэнергетики являются Федеральная сетевая компания (ОАО «ФСК ЕЭС»), Системный оператор единой энергетической системы (ОАО «СО ЕЭС»), Администратор торговой системы (ОАО «АТС»), Федеральная антимонопольная служба (ФАС) и Федеральная служба по тарифам (ФСТ).

ФСК создана в соответствии с программой реформирования электроэнергетики для сохранения и укрепления единой энергетической системы России (ЕЭС), обеспечения и реализации государственной политики в электроэнергетике.

Не менее важным на рынке электроэнергии является Системный Оператор

ЕЭС. ОАО «Системный оператор Единой энергетической системы» (ОАО «СО ЕЭС») – специализированная организация, единолично осуществляющая централизованное оперативно-диспетчерское управление в Единой энергетической системе России.

Во время своей деятельности СО ЕЭС управляет технологическими режимами работы объектов ЕЭС в реальном времени. Основными инструментами на пути достижения единства работы технологических механизмов оптового и розничных рынков электрической энергии и мощности является разработка нормативов, регулирование и контроль [2].

ФАС осуществляет контроль монополистической деятельности хозяйствующих субъектов и антиконкурентных действий органов власти. Следит за экономической концентрацией, манипуляцией ценами, недискриминационным доступом на рынок, контролирует соблюдение законодательства об энергосбережении и повышении энергетической эффективности, а также контролирует деятельность ОАО «АТС».

Федеральная служба по тарифам представляет собой федеральный орган исполнительной власти, который осуществляет деятельность по регулированию цен (тарифов) на электроэнергетику.

Помимо перечисленных выше агентов, на рынке электроэнергетики за должное функционирование и развитие коммерческой инфраструктуры рынка отвечают:

- Некоммерческое партнёрство «Совет рынка».
- Центр финансовых расчётов, представленный ЗАО «ЦФР».

Оптовый рынок электроэнергии (ОРЭ) состоит из рынков электроэнергетики и мощности. Оптовый рынок электроэнергии включает рынок двусторонних договоров, где покупка/продажа генерируемой энергии происходит по регулируемым ценам – двусторонние регулируемые договора (РД), и по нерегулируемым – свободные двусторонние договора (СДД). Цена РД устанавливается ФСТ, а контрагенты сделки определяются АТС. Что касается СДД, то контрагенты сами определяют стоимость и выбирают наиболее выгодного партнёра.

Важной составляющей оптового рынка электроэнергии в России является рынок торговли мощностью. На данный момент рынок электроэнергетики функционирует так, что мощность и энергия оплачиваются отдельно, тогда, как ранее поставщики получали оплату 85% от установленной мощности генерирующего оборудования, а покупатели оплачивали эту мощность в составе тарифа на электроэнергию

(мощность). Под торговлей мощностью на ОРЭМ понимают торговлю обязательством поставщика поддерживать оборудование в состоянии готовности к выработке электроэнергии с мощностью определённого объёма и качества.

Либерализация рынка мощности и рынка электроэнергии идут параллельно – с июля 2008 г. до 25% мощности реализуется по свободным биржевым и внебиржевым договорам, остальные объёмы – по регулируемому тарифу. Выделение рынка мощности в отдельную категорию было целесообразно, т. к. торговля двумя товарами в существенной степени снижает сезонные и суточные колебания цены на рынке, позволяет избежать ценовых всплесков.

При торговле энергией и мощностью в отдельности, цена на энергию содержит в себе переменные затраты, а стоимость за мощность позволяет компенсировать условно-переменные затраты. Такая организация рынка позволяет избежать ценовых всплесков, существенно снижает цену на электроэнергию и является своего рода инструментом хеджирования рисков для поставщика и покупателя.

По данным СО ЕЭС, всего за период 2010–2014 годов в ЕЭС России было введено 25 ГВт новой мощности; прирост составил 8%, или 18 ГВт. Это значительно меньше по сравнению с планируемыми в Генсхеме до 2015 г. почти 130 ГВт новых вводов и приростом мощности в ЕЭС России на 87 ГВт. Однако при этом ВВП в ценах 2008 года с 2010 по 2014 год вырос на 10%; в результате прирост мощности электростанций был на уровне роста ВВП. Таким образом, хотя фактический прирост мощности составил в 5 раз меньшую величину, чем планировалось в начале реформ, прогнозы все же были завышены. Так, по данным СО ЕЭС, до 2020 года по ТЭС планируется ввести порядка 9 ГВт, вывести – от 2 до 5 ГВт, по АЭС – ввести около 9 ГВт и вывести 4,7 ГВт, по ГЭС – ввести 0,7 ГВт. Совокупный объём мощности в ЕЭС России к 2020 году может превысить 245–250 ГВт.

Стоит отметить, что профицит на ОРЭМ образовался не только в результате ввода мощностей, но и по причине отсутствия вывода ряда электростанций, которые получают статус «вынужденной» генерации.

Что касается ценообразования, то цена на электроэнергию на конкурентных рынках может определяться следующими типами цен: единой предельной, несколькими (по зонам) или узловыми. В случае единой предельной цены, вся территория рынка имеет одинаковую

цену продажи и покупки энергии на оптовом рынке. Когда же на рынке ценообразование осуществляется по зонам, есть возможность разделить район на несколько зон.

В России на оптовом рынке электроэнергии применяется узловой тип ценообразования из-за большой разницы в ценах между регионами и недостаточной пропускной способности между ними, что не позволяет выровнять цены [3].

Узловые цены считаются наиболее точно отражающими стоимость использования электричества, так как они включают в себя расходы на производство электроэнергии, расходы от потерь и стоимость ограниченного использования производственных мощностей.

Конкурентные узловые цены содержат ренту дефицитности, которая покрывает постоянные затраты электростанций, а также ренту за перегрузку сети. Обе ренты оправданы, и периодически возникающие высокие цены, вызванные перегрузкой сети, посылают правильные сигналы инвесторам: строить новые электростанции, потребителям – использовать меньше электроэнергии и сетевой компании, чтоб они строили необходимые линии электропередачи.

Для создания конкурентной среды в сфере передачи электроэнергии в структуре рынка предусматривается возможность торговли финансовыми правами на передачу. Классические финансовые права на передачу обеспечивают владельцу выплату разности между ценами в точках назначения и отправки. При этом не играет роли, какое отношение владелец может иметь к фактическим перетокам. Если перетоки удовлетворяют условиям конкретной сделки, то они ограждают владельцев от любых затрат, связанных с перегрузкой сети.

1.2 Основные проблемы электроэнергетического комплекса и пути их решения

К числу основных проблем электроэнергетики в стратегии до 2035 года относятся:

1) высокий износ основных производственных фондов (свыше 30 лет проработали: почти 60% оборудования ТЭС, 80% – ГЭС, 35% – АЭС, 50% – ВЛ и 60% – подстанций единой национальной (общероссийской) электрической сети (ЕНЭС); в распределительном электросетевом комплексе выработало нормативный срок 70% оборудования);

2) неоптимальная структура генерирующих мощностей, обусловленная недостатком пиковых и полупиковых маневренных электростанций;

3) низкая энергетическая и экономическая эффективность отрасли;

4) крайне высокая зависимость электроэнергетики от природного газа;

5) наличие перекрёстного субсидирования между группами потребителей электроэнергии и между потребителями электрической и тепловой энергии на внутреннем рынке;

6) недостаточный уровень доступности энергетической инфраструктуры, наличие технологических барьеров на оптовом рынке электрической энергии и мощности;

7) накопленное технологическое отставание в создании современных парогазовых, экологически чистых угольных и электросетевых технологий;

8) многократный рост издержек на производство и распределение электроэнергии, в результате по ряду регионов страны тарифы на электроэнергию превысили уровень США.

Также можно выделить:

— отсутствие стимулирования энергосбережения во всех сферах экономики;

— отсутствие оптимальной системы управления отраслью в условиях образования многочисленных собственников электроэнергетических объектов;

— резкое сокращение научно-технического потенциала отрасли;

— отсутствие полной финансовой прозрачности рынков электроэнергии и деятельности предприятий электроэнергетики;

— отсутствие эффективной системы корпоративного управления;

— недостаточно эффективный механизм снижения издержек в сфере производства (генерации), передачи и распределения электроэнергии;

— отсутствие развития научных работ по созданию новых технологий, обеспечивающих приоритетное функционирование отечественной электроэнергетики;

— отсутствие системы целостного оптимального управления развитием и функционированием электроэнергетики России

— необходимость в организации экологического производственного контроля.

Предлагаемые в последнее время меры по решению проблем в области оптимизации инвестиционной деятельности инфраструктурных компаний мало изменились. В частности, это общественный контроль за инвестиционными программами естественных монополий со стороны советов потребителей, проводимый в три этапа:

1) подтверждение эффективности и необходимости проекта для включения в инвестиционную программу;

2) независимая экспертиза сметной документации проектов, признанных необходимыми для обеспечения надёжности энергосистемы;

3) механизм арбитража при непринятии возражений потребителей по инвестиционным программам компаний электроэнергетики.

Для разбора разногласий по инвестиционным решениям между компаниями и потребителями планируется создание правительственной комиссии по контролю над деятельностью естественных монополий. С другой стороны, никакой самоконтроль в компаниях электроэнергетики, а также различные формы контроля со стороны потребителей, не могут повысить эффективность инвестиционной деятельности компаний [4].

Проблема физического износа генерирующих мощностей в электроэнергетике усугубляется высоким уровнем их морального износа. При этом если уровень физического износа, возможно, снизить за счёт увеличения централизованных инвестиций в строительство новых генерирующих мощностей и тем самым обеспечить потребности экономики в электроэнергии, то использование устаревших технологий и оборудования в производстве электроэнергии приводит к снижению уровня конкурентоспособности российской экономики в целом. Главной проблемой в сфере электроэнергетики являются высокие потери электроэнергии в электрических сетях (таблица 2).

Таблица 2
Потери в электрических сетях в РФ

Table 2
Loss in electric power system in Russia

Класс сетей	Потери энергии	Доля в общем объёме
330–500 кВ	до 25%	11%
220 кВ	до 27%	15%
35–110 кВ	до 43%	36%
6–20 кВ	до 34%	26%
0,4 кВ	до 30%	7%

Самый большой показатель потерь электроэнергии можно выделить в бытовом и мелко-моторном секторе. Причинами этого являются постоянный рост тарифов на электроэнергию при одновременном возрастании объёма её потребления и снижения платёжеспособности населения и относительная доступность и простота осуществления того или иного способа хищения при отсутствии правовой базы для привлечения к ответственности похитителей. Остаётся, неясным вопрос о том, какой из органов должен осуществлять контроль наличия пропажи электроэнергии, выявлять факты хищения, оформлять необходимые юридические документы для привлечения к ответственности – Государственный энергетический надзор или Сетевые организации.

1.3 Анализ Энергетической стратегии России на период до 2035 года

Основные направления развития электрических сетей предусматривают развитие трёх составляющих Единой энергетической системы России:

- 1) общегосударственной сети, связывающей западные и восточные регионы страны мощными линиями электропередачи;
- 2) основных сетей объединённых энергосистем (ОЭС);
- 3) региональных распределительных сетей и сетей с распределённой генерацией.

Для развития электроэнергетики будут приняты меры институционального характера:

- 1) разработка нового механизма привлечения инвестиций в электроэнергетику с целью упорядочивания инвестиционного процесса в 2016–2020 гг. и последующие годы (после реализации уже заключённых ДПМ в 2011–2015 гг.);
- 2) создание условий для заключения двусторонних договоров по свободным (нерегулируемым ценам) между новыми объектами генерации и потребления в неценовых зонах и изолированных территориях;
- 3) ликвидация перекрёстного субсидирования, в т. ч. межрегионального;
- 4) разработка механизмов консолидации управления распределительными сетями в регионах Российской Федерации, в том числе путём установления критериев для признания юридического лица (индивидуального предпринимателя) электросетевой организацией для целей установления регулируемых тарифов на электрическую энергию;
- 5) введение экономической ответственности электрогенерирующих предприятий и предприятий сетевого комплекса за выполнение гарантированных стандартов надёжности и качества обслуживания потребителей.

На третьем этапе реализации Стратегии электроэнергетика будет характеризоваться расширенным внедрением технологических инноваций в традиционные сегменты отрасли и развитием нетопливной энергетики. С точки зрения стратегических целей развития электроэнергетики в России, выделяют следующие:

- 1) удовлетворение потребностей населения страны и экономики в электрической мощности и энергии по приемлемым ценам и повышению доступности электроэнергетической сферы;
- 2) обеспечение как безопасности, так и надёжности работы системы электроснабжения России, регионов в нормальных и чрезвычайных ситуациях;
- 3) эффективность модернизации, технического перевооружения, автоматизации отрасли,

которые необходимо направить на снижение износа основных фондов;

- 4) уменьшение затрат на развитие и функционирование электроэнергетики, и обеспечение энергетической безопасности страны.

Для достижения стратегических целей развития электроэнергетики необходимо решить следующие основные задачи:

- 1) технологическое обновление электроэнергетики на базе отечественного и мирового опыта, преодоление нарастающего технологического отставания, морального и физического старения основных фондов;
- 2) оптимизация структуры генерирующих мощностей, включая увеличение доли манёвренных мощностей;
- 4) расширенное внедрение новых экологически чистых и высокоэффективных технологий сжигания угля, парогазовых установок с высокими коэффициентами полезного действия;
- 5) развитие малой энергетики с целью повышения эффективности использования местных энергоресурсов;
- 6) развитие распределённой генерации в виде нетрадиционных энергоустановок и сочетания ГТУ и котлов-утилизаторов [7].

Для повышения эффективности и обеспечения надёжного функционирования электроэнергетических систем следует целенаправленно внедрять гибкие, т. е. управляемые системы передачи электроэнергии и в то же время усовершенствовать комплексы автоматической аварийной защиты и диспетчерского управления.

В Стратегии развития энергетики до 2035 года указано, что в ближайшее время планируется создание межсистемных линий электропередачи и мощности из энергоизбыточных в энергодефицитные регионы в объёмах, не превышающих требования надёжности работы ЕЭС России.

Заключение

Для совершенствования и наиболее эффективного функционирования электроэнергетики в первую очередь необходимо принять конкретные меры по улучшению работы в данной отрасли. Прежде всего, ограничить использование устаревшего оборудования или вывести его из эксплуатации полностью, если оно не отвечает необходимым требованиям и понесло физический и моральный износ.

Необходимо проводить аудит состояния электросетевого комплекса и создать систему мониторинга распределительных электрических сетей.

В плане коммерческого учёта электроэнергии необходимо более усовершенствованное развитие интеллектуальных приборов учёта в организациях.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Макаров И. Н., Макаров О. А. Эффективность рынка электроэнергетики как фактор экономического развития России // Российское предпринимательство. 2015. Т. 16. С. 2651–2662.
- 2 Макаров И. Н., Макаров О. А. Модели аукционов в проектах государственно-частного партнерства // Российское предпринимательство. 2013. № 4(226). С. 17–24.
- 3 Рыбина И. А., Пивоварова О. В. Современное состояние государственного внутреннего долга Российской Федерации // Научно-практическая конференция «Актуальные вопросы образования и науки. М.: Издательство «Научный консультант», 2014. С. 44–50.
- 4 Шевелева Г. И. О финансировании Российской электроэнергетики // ЭКО. 2014. № 1. С. 136–144.
- 5 «Об электроэнергетике» Федеральный закон от 26 марта 2003 года № 35-ФЗ
- 6 «О реформировании электроэнергетики Российской Федерации» Постановление Правительства РФ от 11 июля 2001 года № 526 (в редакции Постановления от 1 февраля 2005 года № 49)
- 7 Энергетическая стратегия России на период до 2035 года. URL: <http://ac.gov.ru/files/content/1578/11-02-14-energostrategy-2035-pdf.pdf>.
- 8 Министерство энергетики Российской Федерации. URL: <http://www.minenergo.gov.ru>
- 9 АТС. URL: <http://www.atsenergo.ru/ats/about/>

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Олег А. Макаров к. э. н., доцент, кафедра экономики и финансов, РАНХиГС Липецкий филиал, ул. Интернациональная, 3, г. Липецк, 398050, Россия. oleg250483@mail.ru

Екатерина А. Барбашина магистр, кафедра экономики и финансов, РАНХиГС Липецкий филиал, ул. Интернациональная, 3, г. Липецк, 398050, Россия. katerina.barbashina@gmail.com

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Екатерина А. Барбашина обзор литературных источников по исследуемой проблеме

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

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 05.04.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 16.05.2016

REFERENCES

- 1 Makarov I. N., Makarov O. A. Effectiveness of the electricity market as a factor of economic development in Russia. *Rossiiskoe predprinimatel'stvo* [Russian entrepreneurship] 2015, vol. 16, pp. 2651–2662. (in Russian).
- 2 Makarov I. N., Makarov O. A. Models of auction in projects of public-private partnership. *Rossiiskoe predprinimatel'stvo* [Russian entrepreneurship] 2013, no. 4(226), pp. 17–24. (in Russian).
- 3 Rybina, I. A. The current state of the Russian Federation, the state internal debt. *Nauchno-prakticheskaya konferentsiya "Aktual'nye problem nauki i obrazovaniya"* [Scientific-practical conference "Actual problems of education and science"] Moscow, *Naychnyi konsyl'tant*, 2014, pp. 44–50. (in Russian)
- 4 Sheveleva G. I. On financing of the Russian Electricity. *ECO* [ECO] 2014, no. 1, pp 136–144. (in Russian)
- 5 "Ob elektroenergetike Federal'nyi zakon" № 35-FZ [On Electric Power Industry the Federal Law of March 26, 2003 № 35-FZ] (in Russian)
- 6 "O reformirovanii elektroenergetiki v Rossiiskoi Federatsii" Postanovlenie pravitel'stva RF №526 ["On the reform of the Russian power" RF Government Resolution dated 11 July, 2001 № 526 (as amended by Decree of February 1, 2005 № 49)] (in Russian)
- 7 Energeticheskaya strategiya Rossii na period do 2035 goda [The Energy Strategy of Russia for the period till] Available at: 2035 <http://ac.gov.ru/files/content/1578/11-02-14-energostrategy-2035-pdf.pdf>.
- 8 Ministerstvo energetiki Rossiiskoi Federatsii [The Ministry of Energy of the Russian Federation] Available at: <http://www.minenergo.gov.ru>
- 9 ATS [ATS]. Available at: <http://www.atsenergo.ru/ats/about>

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Oleg A. Makarov Ph D. associate professor, economics and finance department, "The Russian Presidential academy of national economy and public administration, Lipetsk branch", International Str., 3, Lipetsk, 398050, Russia, oleg250483@mail.ru

Ekaterina A. Barbashina master student, economics and finance department, "The Russian Presidential academy of national economy and public administration, Lipetsk branch", International Str., 3, Lipetsk, 398050, Russia katerina.barbashina@gmail.com

CONTRIBUTION

Ekaterina A. Barbashina review of the literature on an investigated problem

Oleg A. Makarov 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 4.5.2016

ACCEPTED 5.16.2016

Ресурсный потенциал социальной защиты детей-инвалидов и эффективность его применения

Эльза Р. Калимуллина¹ kalimullinaer@mail.ru

¹ кафедра финансов и банковского дела, Уфимский гос. ун-т эк. и сервиса, ул. Чернышевского, 145, г. Уфа, 450077, Россия

Реферат. За длительный период проводимых реформ политическая, экономическая и социальная ситуация в Российской Федерации значительно изменилась. Сформировавшиеся во время трансформации российской экономики хозяйственные отношения спровоцировали изменение устоявшихся моделей социально-экономического поведения населения страны, что предопределило необходимость значительных изменений в системе социального обеспечения граждан, и в социальной защите семей, воспитывающих детей-инвалидов. За последние пять лет были предприняты существенные меры по совершенствованию законодательных норм, регулирующих положение детей-инвалидов, что послужило преамбулой к достижению определённых положительных результатов, однако, экономическая и социальная поддержка семей, воспитывающих детей-инвалидов, остаётся на низком уровне. Немаловажное значение имеет и тот факт, что возникшие принципиально новые для России экономические, социальные и организационные отношения в данной области вызвали необходимость изучения различных экономических основы социальной защиты детей-инвалидов. До настоящего времени эта проблематика, несмотря на её значение не рассматривалась в научных исследованиях, что обуславливает актуальность настоящей диссертационной работы, её научное и прикладное значение. В статье рассматриваются концептуальные основы ресурсного потенциала обеспечения социальной защиты детей-инвалидов в рамках проводимой в современных экономических реалиях государственной политики по социальной защите населения. Ключевым аспектом исследования стало определение качественного и количественного уровня ресурсов, требующихся для полного удовлетворения всех потребностей потенциальных клиентов, то есть детей-инвалидов. Силлогизм исследования заключается в выявлении критериев эффективности предоставляемых услуг детям-инвалидам при использовании ресурсного потенциала органов социальной защиты.

Ключевые слова: ресурсный потенциал, социальная политика, социальная защита, дети-инвалиды, общество, социальная адаптация, ресурсная база

The resource potential of social protection of children with disabilities and the efficiency of its use

Elsa R. Kalimullina¹ kalimullinaer@mail.ru

¹ finance and banking department, Ufa state economical and service university, Chernyshevskogo str., 145, Ufa, 450077, Russia

Summary. Over a long period of reforms, political, economic and social situation in the Russian Federation has changed significantly. Formed during transformation of the Russian economy, economic relations provoked a change in established patterns of socio-economic behavior of the population that determined the need for significant changes in the system of social security of citizens, especially in the social protection of families raising children with disabilities. Over the past five years has taken significant steps to improve the legislative norms regulating the situation of children with disabilities, which served as the preamble to the achievement of certain positive results, however, economic and social support for families raising children with disabilities, remains low. Equally important is the fact that the appearance of a fundamentally new for Russia, economic, social and institutional relations in this field has necessitated the study of various economic foundations of social protection of children with disabilities. To date this subject, though its importance was not considered in scientific research that determines the relevance of this dissertation work, its scientific and practical importance. The article discusses the conceptual basis of the resource potential of social protection of children with disabilities in the framework of the modern economic realities of the state policy on social-the shield of the population. A key aspect of the research was to determine the qualitative and quantitative level of resources, required to fully meet all the needs of potential customers, that is children with disabilities. The syllogism of the study is to identify criteria for the effectiveness of the services provided to children with disabilities the use of the resource potential of bodies of social protection.

Keywords: resource potential, social policy, social protection, children with disabilities, society, social adaptation, resource base

Введение

В статье рассматриваются концептуальные основы ресурсного потенциала обеспечения социальной защиты детей-инвалидов в рамках проводимой в современных экономических реалиях государственной политики по социальной защите населения. Ключевым аспектом исследования стало определение качественного и количественного уровня

ресурсов, требующихся для полного удовлетворения всех потребностей потенциальных клиентов, то есть детей-инвалидов.

1.1 Методы исследования

Силлогизм исследования заключается в выявлении критериев эффективности предоставляемых услуг детям-инвалидам при использовании ресурсного потенциала органов социальной защиты.

Для цитирования

Калимуллина Э.Р. Ресурсный потенциал социальной защиты детей-инвалидов и эффективность его применения // Вестник ВГУИТ. 2016. № 2. С. 374–377. doi:10.20914/2310-1202-2016-2-374-377

For citation

Kalimullina E. R. The resource potential of social protection of children with disabilities and the efficiency of its use. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 2 pp. 374–377. (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2016-2-374-377

1.2 Результаты и обсуждение

Вектор политики, проводимой правительством РФ в системе социальной сферы, в первую очередь направлен на улучшение качества жизни населения и повышение её, что особенно важно, когда речь идёт о детях-инвалидах. На современном этапе реализации системы особенно важным становится изыскание новых источников денежных средств, поскольку происходит постоянное наращивание потребности в различных ресурсах при их фактической ограниченности. Стоит отметить, что эффективная реализация намеченной стратегии невозможна без рационального управления социальной сферой. Ключевым элементом структуры управления выступает обеспечение ресурсами, их эффективное использование с применением ресурсосберегающих технологий.

Организации и учреждения социальной сферы выступают регуляторами как экономики социальной сферы, так и национальной экономики в целом. В период экономических кризисов общество стремится удержать уровень развития социальной сферы неизменным, как ключевого сегмента системы жизнеобеспечения населения, имеющего стабильный спрос. Неотъемлемым постулатом стабильного экономического роста служит сохранение и последующая филиация достигнутого уровня социальной защиты детей-инвалидов, что также выступает нравственным критерием экономики и проводимой государством социальной политики.

Первостепенная задача социальной сферы заключается в удовлетворении потребностей отдельных категорий граждан в определённых социально – экономических благах и услугах, производство которых осуществляется с затрачиванием ресурсов, имеющихся у общества, а также его субъектов и институтов. Предоставление гарантированных государственных социальных услуг детям-инвалидам является по своей сути весьма расходоёмкой деятельностью, требующей стабильного ресурсного обеспечения (финансового, материально-технического, технологического, кадрового, информационного и т. п.) [2].

Основой реализации целей социальной сферы является ресурсная база, подвергаемая целенаправленным корректировкам, соответствующим изменению установленным целям

и задачам. Именно это определяет единство целей и ресурсов социальной политики в сфере предоставления социальной защиты детям-инвалидам, образуя целостный объект прогнозирования социально-экономического развития. Объём ресурсной базы в значительной степени определяет способность социальной сферы производить товары и оказывать услуги, удовлетворяющие спрос.

Зачастую под ресурсами социальной сферы подразумевают исключительно финансовые ресурсы, дотируемые из бюджетов разных уровней, направляемые на осуществление деятельности учреждений социальной защиты и на соцвыплаты. В течение 2014 года объём расходов на реализацию мер социальной поддержки отдельных категорий граждан по обязательствам субъектов Российской Федерации и органов муниципальных образований составил 667,5 млн рублей, из них 480,1 – в денежной форме (таблица 1).

Из таблицы 1 видно, что наибольший объём бюджетных средств был выделен на денежные выплаты – 320,9 млн рублей, оплату жилых помещений и коммунальных услуг – 128,5 млн рублей, из них 110,4 в денежной форме, и на оплату проезда городским и пригородным транспортом – 105,7 млн рублей.

Однако, понятие «ресурсы социальной сферы» стоит рассматривать гораздо шире. Они включают в себя полную совокупность материальных и нематериальных средств из различных источников, применяемых специалистами социальных служб, учреждений и организаций как экономические субъекты для решения трудных жизненных обстоятельств и удовлетворения потребностей своих клиентов и/или групп населения, для оказания социальных услуг.

Так, согласно ст. 4 ФЗ № 442-ФЗ от 28.12.2013 (ред. от 21.07.2014) «Об основах социального обслуживания граждан в Российской Федерации», одним из ключевых принципов социального обслуживания выступает принцип приближённости поставщиков социальных услуг к месту жительства получателей социальных услуг, достаточности количества поставщиков социальных услуг для обеспечения потребностей граждан в социальном обслуживании, достаточности финансовых, материально-технических, кадровых и информационных ресурсов у поставщиков социальных услуг.

Таблица 1

Расходы на реализацию мер социальной поддержки отдельных категорий граждан по обязательствам субъектов России и органов муниципальных образований в 2014 году, млн руб.

Table 1

The cost of implementation of measures of social support of separate categories of citizens for the obligations of entities and comrade of Russia and bodies of municipal formations in 2014, mln rubles

	Расходы консолидированных бюджетов субъектов РФ Expenditures of the consolidated budgets of the RF subjects		
	Всего Total	в том числе / including	
		в натуральной форме in kind	в денежной форме in cash
Всего / Total	667578	187546	480032
в том числе / including			
денежная выплата / cash payment	320927	–	320927
оплата жилого помещения и коммунальных услуг payment of housing and communal services	128561	18105	110443
обеспечение жилыми помещениями / provision of living quarters	14258	8072	6198
обеспечение топливом / providing fuel	3060	15	3036
оплата и установка телефона / payment and installation of phone	6355	6	6360
проезд городским и пригородным транспортом travel of urban and suburban transport	105769	99402	6354
обеспечение международным транспортом / travel on intercity transport	2771	2267	5165
лекарственное обеспечение, обеспечение изделиями медицинского назначения и медицинские услуги provision of medicines, providing medical supplies and medical services	38347	36550	1787
обеспечение питанием power supplement	12866	9751	3136
санитарно-курортное лечение или дом отдыха (включая проезд) Sanitary treatment or a stay in a holiday home (including travel)	9138	7048	2003
другие меры социальной поддержки other measures of social support	25612	6341	19260

Источник: Федеральная служба государственной статистики

Source: Federal State Statistics Service [4, 5]

Имущественное обеспечение организаций и служб социальной защиты осуществляется в порядке, обусловленном законодательством РФ, и содержит в себе здания и сооружения, земельные участки, оборудование и имущество, необходимые для выполнения их уставных задач. Номенклатура имущества и его состав, как правило, зависит от задач социального учреждения, предусмотренных его уставом [1].

Финансовые ресурсы учреждений и организаций сферы социальной защиты – представляют собой денежные средства, создаваемые в момент основания организации и пополняемые в процессе основной деятельности посредством оказания платных услуг, вывешенного имущества учреждения и посредством привлечения источников финансирования извне. Эти ресурсы образуются вследствие симбиоза поступлений и расходов денежных средств, их распределения, накопления и использования. Обращение финансовых ресурсов в иные формы происходит путём

покупки топлива, сырья, материалов или аккумулярования доходов от потребления ресурсов.

Формой использования финансовых ресурсов бюджета учреждениями и организациями социальной сферы, осуществляющими свою деятельность на коммерческой основе и имеющими самостоятельные доходы, является предоставление им бюджетных субсидий для сведения баланса доходов и расходов. Такая потребность в государственных субсидиях обычно бывает вызвана либо стремлением сохранить спрос на социальные услуги, либо централизованной политикой ценообразования на платные социально-культурные услуги (кино, театры, концертная деятельность).

Средства бюджета и внебюджетных фондов, обращаемые в социальную сферу, формируют общественные фонды потребления, назначением которых является социальное развитие общества и защищённость населения, особенно детей-инвалидов, предоставление им социальных

услуг. Наличие средств общественных фондов потребления позволяет предоставлять населению услуги учреждений просвещения, здравоохранения, социального обеспечения, в значительной мере услуг предприятий ЖКХ, на бесплатной или льготной основе.

В современных реалиях ресурсы выполняют существенную функцию в деятельности любой организации и учреждения, оказывающего услуги в сфере социальной защиты населения, вне зависимости от сферы деятельности и формы собственности. Ресурсы сферы социальной защиты детей-инвалидов многообразны, обладают различной структурой, качественными и количественными особенностями, обусловленными специфическими функциями учреждений социальной защиты. Базисом применения ресурсного потенциала социальной сферы служат

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Волгин Н. А. Социальная политика. М.: Экзамен, 2010
- 2 Калимуллина Э. Р. Влияние социальной и национальной политики на экономическое развитие страны // Вестник УГАЭС. Наука, образование, экономика. Серия: Экономика. 2014. № 2(8). С. 66–70.
- 3 Калимуллина Э. Р., Исмагилова Т. В. Финансы регионов и их влияние на социальную политику государства // Вестник БИСТ (Башкирского института социальных технологий). 2015. № 4(29). С. 75–77.
- 4 Социальное положение и уровень жизни населения России. 2015: Стат. сб. М.: Росстат, 2015. 311 с.
- 5 Официальный сайт Пенсионного фонда Российской Федерации. URL: <http://pfrf.ru>

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Эльза Р. Калимуллина доцент, кафедра финансов и банковского дела, Уфимский гос. ун-т эк. и сервиса, ул. Чернышевского, 145, г. Уфа, 450077, Россия, kalimullinaer@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Эльза Р. Калимуллина обзор литературных источников, написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 11.04.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 13.05.2016

задачи, цели, ценности, возможности и источники всей деятельности сферы социальной защиты. Все ресурсы организаций сферы социальной защиты детей-инвалидов коррелированы между собой, в связи с чем, повышение эффективности деятельности учреждений социальной защиты, возможна только при рациональном их сочетании и использовании.

Заключение

Эффективность использования ресурсного потенциала социальной защиты детей-инвалидов выражается в рациональном распределении ресурсов социальной сферы, поступающих из различных источников финансирования учреждений социальной защиты, в том числе финансирования из бюджетов различных уровней и внебюджетных источников финансирования.

REFERENCES

- 1 Volgin N. A. Sotsial'naya politika [Social policy] Moscow, Ekzamen, 2010. (in Russian)
- 2 Kalimullina E. R. the Impact of social and national policies on the economic development of the country. *Vestnik UGAES. Nauka, obrazovanie, ekonomika* [Bulletin of USAES. Science, education, Economics. Series: Economics] 2014, no. 2(8), pp. 66–70. (in Russian)
- 3 Kalimullina E. R., Ismagilova T. V. Finance of the regions and their influence on state social policy. *Vestnik BIST* [Bulletin of BIST] 2015, no. 4(29), pp. 75–77. (in Russian)
- 4 Sotsial'noe polozhenie i uroven' zhizni naseleniya Rossii [Social status and standard of living of the Russian population. 2015] Moscow, Rosstat, 2015, pp. 311. (in Russian)
- 5 Ofitsial'nyi sait Pensionnogo fonda RF [The official website of the Pension Fund of the Russian Federation] Available at: <http://pfrf.ru>. (in Russian).

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Elsa R. Kalimullina associate professor, finance and banking department, Ufa state economical and service university, Chernyshevskogo str., 145, Ufa, 450077, Russia, kalimullinaer@mail.ru

CONTRIBUTION

Elsa R. Kalimullina review of the literature on an investigated problem, 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 4.11.2016

ACCEPTED 5.13.2016

Эмерджентность и мультипликативный эффект в кластере

Игорь В. Линеv¹ shunka1956@yandex.ru

¹ кафедра Городское строительство и хозяйство, Московский архитектурно-строительный институт

Реферат. Понятие «Кластер» в отечественной и зарубежной литературе традиционно рассматривается как управленческое и организационное образование. В то же время он представляет собой социально-экономический объект, создаваемый для жизнеобеспечения человека. Кластер рассматривается в качестве системного объекта. Определены основные признаки и рассматривается его жизненный цикл. Кластерная самоорганизация проходит стадии: роста организационной массы и эффектов, рыночных угроз и ограничений, препятствующих росту организационной массы. Для развития кластеров требуется государственная поддержка в разнообразных формах, которую предлагается осуществлять на различных стадиях в зависимости от его типа. Кластер рассматривается как экономическая система, обладающая эмерджентностью, динамическим аспектом которой является синергетичность, обуславливающая возможность получения мультипликативного эффекта. Количественная оценка величины перечисленных эффектов представляет собой достаточно сложную задачу, в то же время существует ряд факторов, находящихся с ней в прямо пропорциональной зависимости. Присутствующий в кластере синергизм позволяет получить социально-экономический эффект от его функционирования посредством интегрирования эффектов всех структурных элементов больший, чем их простая сумма. Эмерджентность в кластере обуславливает повышение производительности за счёт инноваций в технологической и организационной сферах и стимулирования рождения новых бизнесов. Мультипликативный эффект, возникающий в кластере, обеспечивает приростной характер экономических результатов. К основным экономическим результатам, получаемым от создания и развития кластеров можно отнести следующие: снижение транзакционных и трансформационных издержек и затрат на формирование и дальнейшее использование инфраструктуры, экономия затрат на введение и разработку наукоемких и инновационных технологий, оптимизация логистических и информационных затрат, повышение деловой репутации и инвестиционной привлекательности.

Ключевые слова: кластер, кластерная политика, мультипликативный и синергетический эффекты, эмерджентность, инвестиции

Emergent and multiplicative effect in a cluster

Igor V. Linev¹ shunka1956@yandex.ru

¹ city construction and economy department, Moscow architectural and construction institute

Summary. The concept "Cluster" of domestic and foreign literature traditionally is considered as administrative and organizational education. At the same time he represents the social and economic object created for life support of the person. The cluster is considered as system object. The main signs are defined and his life cycle is considered. Cluster self-organization takes place stages: growth of organizational weight and effects, market threats and restrictions interfering growth of organizational weight. Development of clusters requires the state support in various forms which is offered to be carried out at various stages depending on his type. The cluster is considered as the economic system possessing an emergent which dynamic aspect is the synergy, the receiving multiplicative effect causing an opportunity. The quantitative assessment of size of the listed effects represents rather complex challenge, at the same time there is a number of the factors which are with her in directly proportional dependence. The synergy which is present at a cluster allows to gain social and economic effect of his functioning by means of integration of effects of all structural elements bigger, than their simple sum. The emergent in a cluster causes increase of productivity at the expense of innovations in technological and organizational spheres and stimulations of the birth of new businesses. The multiplicative effect arising in a cluster provides incremental nature of economic results. It is possible to refer the following to the main economic results received from creation and development of clusters: decrease in transactional and transformational expenses and costs of formation and further use of infrastructure, economy of costs of introduction and development of the high and innovative technologies, optimization of logistic and information expenses, increase of business reputation and investment appeal.

Keywords: cluster, cluster policy, multiplicative and synergetic effects, emergent, investments

Введение

Понятие «Кластер» достаточно широко представлено в отечественной и зарубежной литературе и традиционно рассматривается как управленческое и организационное образование. В то же время он представляет собой социально-экономический объект, создаваемый для жизнеобеспечения человека. Созданием кластера, во-первых, решается проблема занятости населения, во-вторых, обеспечивается

стабильный уровень цен на предметы и услуги которые население в нём производит а затем и потребляет и, в-третьих – повышается качество и уровень жизни. Жизненный цикл кластера показан на рисунке 1.

Реализация кластерной политики

Развитие кластеров, осуществляемое программными методами, предполагает использование государственных инвестиционных

Для цитирования

Линеv И. В. Эмерджентность и мультипликативный эффект в кластере // Вестник ВГУИТ. 2016. № 2. С. 378–383. doi:10.20914/2310-1202-2016-2-378-383

For citation

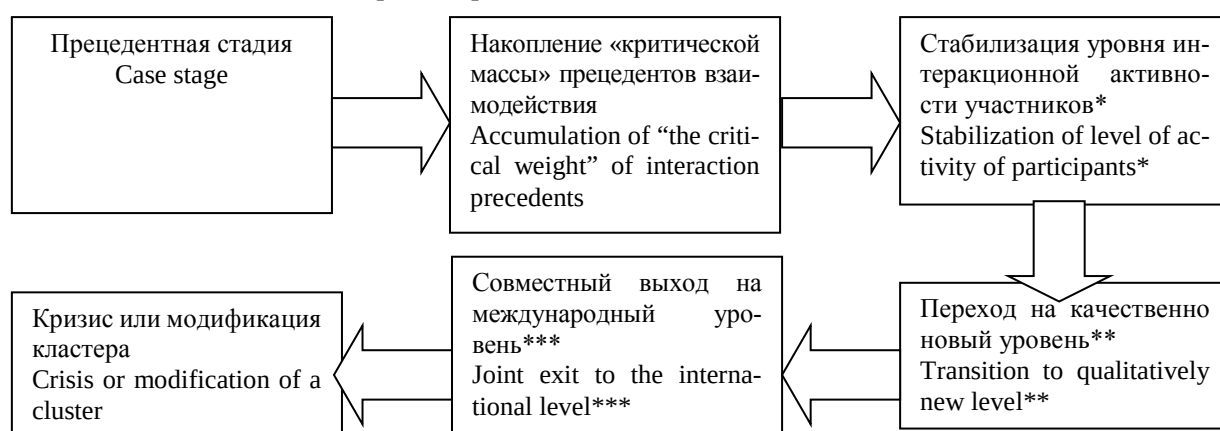
Linev I. V. Emergent and multiplicative effect in a cluster. Vestnik VSUET [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 2 pp. 378–383. (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2016-2-378-383

ресурсов, которое предлагается осуществлять на различных стадиях в зависимости от типа кластера. Различают два типа: монопроизводственный и диверсифицированный. Первый, получивший наибольшее развитие в XX веке, представляет собой линейный кластер (одна технологическая цепочка). Например, разведение ценных пород рыб включает в себя научно-исследовательский институт, который занимается выведением этих пород, предприятие по их разведению и выращиванию, перерабатывающий завод и образовательное учреждение для подготовки кадров соответствующей квалификации.

В диверсифицированном кластере эффект возникает не только за счёт хорошо организо-

ванной технологической цепочки, но и вследствие нескольких пересечения их, а также новаций перенесённых из одной технологической цепочки в другие, видов деятельности, областей знаний. Этот эффект может (при хорошей организации – должен) оказаться большим, чем от простого их сложения.

Кластерная самоорганизация проходит следующие стадии: М – роста организационной массы, Э – роста эффектов, Т – проявления рыночных угроз и ограничений, препятствующих первой стадии. В зависимости от последовательности прохождения этих стадий она нуждается в государственной поддержке (Г) на этапах, показанных в таблице 1.



* Реализация совместных проектов, формирование структур институционального уровня, создание внутрикластерной инфраструктуры.

** Повышение качества продукции и конкурентоспособности на международных рынках.

*** Расширение с включением новых отраслей, дальнейшая диверсификация, выделение подкластеров.

Рисунок 1 Жизненный цикл кластера

Figure 1 Life cycle of a cluster

Таблица 1
Оказание государственной поддержки кластерной самоорганизации

Table 1
Rendering the state support of cluster self-organization

Тип кластерной самоорганизации	Вариант государственной поддержки
М-Э-Т	Г-М-Э-Т, М-Г-Э-Т
Э-М-Т	Г-Э-М-Т, Э-Г-М-Т
Т-Э-М	Т-Г-Э-М
Т-М-Э	Т-Г-М-Э

Формирование кластера как системы происходит за счёт вовлечения составляющих её участников в некое образование, помимо этого, трансформируются взаимосвязи и взаимозависимости между ними. В результате каждый из элементов кластера не тождественен

соответствующему элементу, взятому изолированно, вне системы [5].

Система обладает эмерджентностью, динамическим аспектом которой является синергетичность, обуславливающие возможность получения мультипликативного эффекта. Эти аспекты ниже рассматриваются применительно к кластеру.

Кластерная теория экономического развития, являясь одним из современных теоретических подходов, используемых при анализе пространственно-экономических структур, предполагает отказ от рассмотрения хозяйственных функций в границах определённой фирмы.

Основы теории кластеров были заложены М. Портером и согласно ему, принципами кластерной концепции являются:

— географическая локализация;

- взаимосвязь, основанная на общих экономических интересах;

- технологический принцип.

Принцип географической локализации определяет масштабы кластера, позволяет использовать концепции и методы социально-экономической географии и регионального анализа для учёта влияния конкретно-региональных условий на его функционирование. Принцип взаимосвязи, основанной на общих экономических интересах, открывает возможности проведения сетевого анализа взаимосвязей в кластерах.

Последний принцип предполагает наличие совокупности отраслей, пользующихся одной и той же технологией, технологических связей между различными отраслями.

Кластер имеет две составляющие: отраслевую и территориальную. Для второй характерна географическая концентрация компаний из одной или смежных отраслей и других взаимосвязанных с ними организаций. Автономные и взаимозаменяемые производственные предприятия, кооперируя, и образуют эту составляющую.

Несмотря на разнообразие вариантов формирования кластера, все они имеют общие черты: географическая концентрация; специализация субъектов кластера; разнообразие участников кластера; комбинация конкуренции и кооперации; сетевая форма межфирменной кооперации (иерархическая сеть или сеть субъектов, близких по масштабу) [8].

Рассматривая кластер, исходя из определения кластера данного М. Портером, как систему взаимосвязанных фирм и институтов, оказывающуюся в целом больше своих составных частей, можно говорить об изначально присутствующем в нём взаимоусиливающем синергетическом эффекте.

Уже само по себе создание кластера вызывает синергетический эффект от сложения концентрации (в географическом плане), конкуренции (внутри), кооперации и конкурентоспособности (на международном уровне). Объединение фирм и организаций в кластеры (концентрации специализированных отраслей в определённых местностях) подтверждает возникновение синергетического эффекта вследствие объединения усилий участников кластера, взаимного обогащения и обмена опытом, знаниями и компетенциями. Таким образом, кластер – это система отношений собственников активов основанных на обмене, распределении и потреблении с целью удовлетворения общих потребностей. Его

участники образуют множество разнообразных связей, порождающих синергетический эффект. Имеется в виду суммарный эффект, полученный в результате объединения отдельных частей в единую систему и предоставляющейся в связи с этим возможности получать больший экономический эффект, чем простая арифметическая сумма экономических эффектов от деятельности отдельных элементов. Синергетический эффект возникает от получаемых участником кластера возможностей: делиться опытом повышения эффективности функционирования, использовать одних поставщиков и оказывать аналогичные услуги.

Несмотря на то что количественное определение величины синергетического эффекта представляет собой сложную задачу, нижеперечисленные факторы находятся с ней в прямо пропорциональной зависимости. К числу таких факторов относятся: количество участников кластера, численность работающих в нём, доступность ресурсов, наличие и близость потребителей и т. п.

Важнейшими синергетическими эффектами кластера являются:

- эффект перетока знаний в кластере;

- эффект приращения денежного потока за счёт сложения денежных потоков компаний, входящих в кластер;

- эффект совместного использования инфраструктурных объектов;

- эффект снижения транзакционных издержек [7].

Присутствие этого эффекта в кластере позволяет создать дополнительные конкурентные преимущества: объединение сбытовых усилий, общего персонала, инфраструктурных объектов и в итоге это приводит к снижению издержек на продукцию и созданию уникальных и конкурентоспособных свойств товара [1]. Отметим, что внутрикластерная конкуренция даёт возможность на выходе получать более качественный продукт.

Присутствующий в кластере синергизм позволяет получить социально-экономический эффект от его функционирования посредством интеграции эффектов всех структурных элементов больший, чем их простая сумма.

Кластеру присуще также и состояние эмерджентности, т. е. несводимости свойств кластера в целом к свойствам его отдельных элементов (предприятий, образовательных учреждений и др.) [2].

Во-первых, необходимым условием для проявления эмерджентности является множественность элементов в системе, а кластер – это совокупность предприятий различных организационно-правовых форм, форм собственности. Во-вторых, необходима множественность отношений, а в кластере предприятия объединены транзакционными связями и в некоторых случаях – схемой владения.

Третьим условием является наличие синтезирующей динамики¹, т. е. изменения в системе, когда интегрируются элементы,

образуя при этом новые отношения, а участники кластера объединяются для обеспечения повышения эффективности и конкурентоспособности как каждого из них, так и системы в целом.

Четвёртое условие – разнородность элементов – выполняется различием сфер, масштабов, эффективности деятельности, рыночной доли, ориентированности на внешний или внутренний рынок предприятий, входящих в кластер [8]. Эмерджентность в кластере способствует достижению, по крайней мере, четырёх результатов, показанных на рисунке 2.

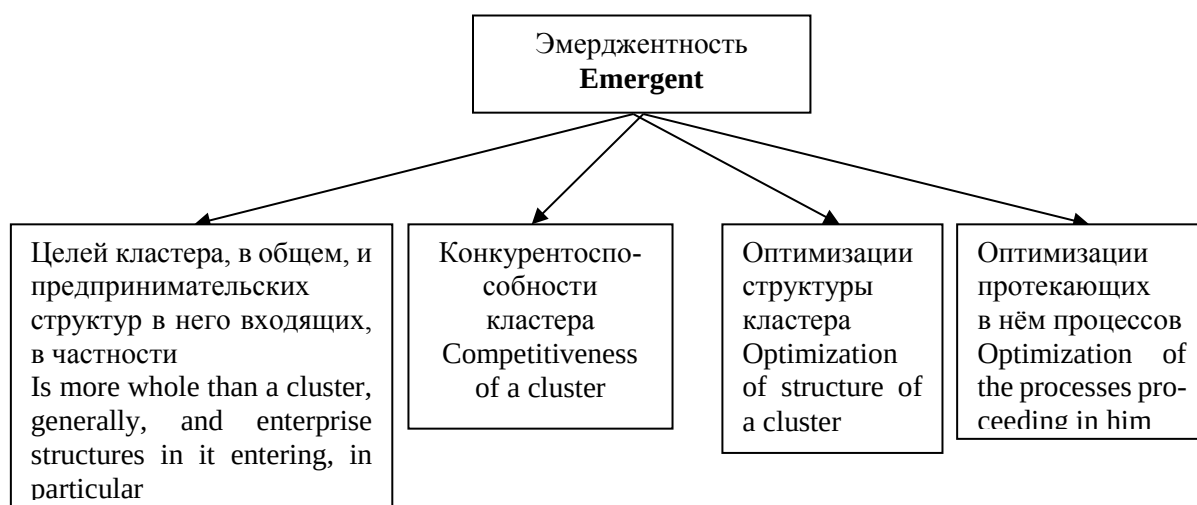


Рисунок 2 Результаты, достигаемые вследствие эмерджентности

Figure 2. Название на английском языке. The results achieved owing to an emergent

Первый результат исходит из предположения, сделанного априори, что достижение общих целей в итоге должны привести к достижению целей предпринимательской структуры. Второй обеспечивается за счёт взаимодействий между участниками кластера, направленных на ускоренное внедрение и распространение инноваций. Третий результат достигается за счёт соблюдения требований системного подхода в решении проблем организации и управления кластером, определяемых принципом эмерджентности. Это же определяет последнее обстоятельство, что, в свою очередь, позволяет сделать систему управления кластером более эффективной. Эмерджентность взаимодействий в кластере обуславливает повышение производительности за счёт инноваций в технологической и организационной сферах и стимулирования рождения новых бизнесов, расширяющих границы кластера [6].

Создание кластера повышает уровень занятости населения, вследствие чего возрастает рост продаж товаров и услуг (из-за повышения его доходов), что в итоге вызывает спрос на инвестиции. Традиционно, по Дж. Кейнсу, мультипликатор инвестиций равен отношению приращения дохода к приращению инвестиций [3]. Мультипликативный эффект функционирования кластера обусловлен активизацией деловых связей в регионе.

К числу факторов, способствующих получению повышенного мультипликативного эффекта можно отнести следующие. Во-первых, это способность предприятий, размещённых в кластере, производить конкурентоспособные товары и услуги, пользующиеся спросом за его пределами. Во-вторых – степень экономической открытости региона нахождения кластера, определяемой не в последнюю очередь его географическим

¹ Синергетичность – динамический аспект эмерджентности.

месторасположением. В-третьих, необходимо учитывать установившимися стандартами взаимодействия и уровнем доверия между участниками кластера. И наконец, – развитость и устойчивость региональной экономики.

Возникающий от создания кластера мультипликативный эффект предлагается рассматривать на трёх уровнях. На первом уровне привлечение инвестиций в развитие стратегического потенциала предприятий-участников кластера способствует поддержанию (в идеале – повышению) их конкурентного преимущества и приводит к повышенному совокупному доходу. Кроме них мультипликативный эффект достигается и у предприятий смежных отраслей и сопутствующих производств, не производящих кластерообразующий продукт, но входящих в кластерную инфраструктуру за счёт увеличенного дохода компаний-производителей кластерообразующей продукции распределённого между факторами производства.

Это приводит к дополнительным потребительским расходам, вызывающим прирост доходов предприятий, производящих потребительские товары. Применительно к кластеру можно рассматривать мультипликативные эффекты деятельности компаний-лидеров и так называемых сопутствующих компаний. Они проявляются в распространении инноваций, развитии новых технологий и методов управления, интенсификации деловых связей, расширении деятельности, появлении дополнительных рабочих мест и увеличении доходов смежных и сопутствующих предприятий [4]. Привлечение инвестиций в кластеры обеспечивает мультипликативный эффект развития иных отраслей российской экономики, что обуславливает возникновение его на третьем уровне. Эффективность функционирования кластеров определяется рядом факторов, основные из которых представлены в таблице 2.

Таблица 2

Экономический результат от функционирования промышленных кластеров

Table 2

Economic result from functioning of industrial clusters

Фактор Factor	Экономический результат Economic result
Территориальная близость контрагентов The proximity of counterparties	Снижение транзакционных издержек Reducing transaction costs
Территориальная близость участников кластера The proximity of cluster members	Снижение трансформационных издержек Позволяет оптимизировать логистические и информационные затраты Reducing the costs of transformation It allows you to optimize logistics and information costs
Совместное использование инфраструктуры Sharing infrastructure	Снижение затрат на формирование и дальнейшее её использование Reducing the cost of the formation and its further use
Высокая скорость обмена информацией между участниками кластера High-speed exchange of information between the participants of the cluster	Экономия затрат на введение и разработку наукоемких и инновационных технологий Cost savings for the introduction and development of high-tech and innovative technologies
Функционирование кластера как единой экономической системы The functioning of the cluster as a single economic system	Повышение деловой репутации Повышение инвестиционной привлекательности Increase goodwill Increasing investment attractiveness

Заключение

Результатом от интеграции предприятий в кластер становится привлечение дополнительных инвестиций за счёт повышения деловой репутации предприятий кластерной структуры.

Кластеру присуща эмерджентность, динамическим аспектом которой, как отмечалось выше, является синергетичность, и она предопределяет возникновение в кластере мультипликативного эффекта, для приростного характера экономических результатов.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Бекмансурова О. О. Мультипликативный и синергетический эффекты как экономический результат от создания промышленных кластеров // Вестник СамГУ. 2014. № 4(115).
- 2 Бочкова Е. В. Кластер как институциональная структура в системе территориального разделения труда: автореф. дисс. ... канд. экон. наук. Краснодар: Кубанский государственный университет, 2012.
- 3 Кейнс Дж. М. Общая теория занятости, процента и денег. М.: Эконом, 1993.
- 4 Масюк Н. Н., Бушуева М. А. Синергетический и мультипликативный эффекты в кластере. URL: http://ukros.ru/wp-content/uploads/2012/08/масюк_бушуева.rtf
- 5 Полякова О. В. Кластеры в свете концепции «новой системности» // Экономика и социум. 2015. № 1(14). URL: www.iupr.ru
- 6 Рыжаков Е. Д. Финансовое обеспечение развития кластеров региона // Вопросы экономики и права. 2014. № 2.
- 7 Хасанов Р. Х. Синергетический эффект кластера // Проблемы современной экономики. 2009. № 3 (31). URL: <http://www.m-economy.ru/art.php?nArtId=2784.andshestopalov.livejournal.com>

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Игорь В. Линев к. э. н., профессор, кафедра Городское строительство и хозяйство, Московский архитектурно-строительный институт, Shunka1956@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

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

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 07.04.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 05.05.2016

REFERENCES

- 1 Bekmansurova O. O. Multiplicative and synergetic effects as economic result from creation of industrial clusters. *Vestnik SamGU* [Proceedings of SamSU] 2014, no. 4(115) (in Russian)
- 2 Bochkova E. V. Klaster kak institutsional'naya struktura v sisteme territorial'nogo razdeleniya truda. Avtoref. dis. kand. ekon. nauk [A cluster as institutional structure in system of territorial division of labor. Abstr. dis. cand. econ. sci.] Krasnodar, Kuban state university. 2012. (in Russian)
- 3 Keynes J. M. Obshchaya teoriya zanyatosti, protsenta i deneg [General theory of employment, percent and money. Anthology of economic classics] Moscow, Ekonom, 1993. (in Russian)
- 4 Masyuk N. N., Bushuyeva M. A. Sinergeticheskii i mul'tiplikativnyi efekty v klasterе [Synergetic and multiplicative effects in a cluster] Available at: http://ukros.ru/wp-content/uploads/2012/08/масюк_бушуева.rtf(in Russian)
- 5 Polyakova O. V. Clusters in the light of the concept of "new systemacity". *Ekonomika i sotsium* [Economy and society] 2015, no. 1(14). Available at: www.iupr.ru (in Russian)
- 6 Ryzhakov E. D. Financial security of development of clusters of the region. *Voprosy ekonomiki i prava* [Questions of Economy and Right] 2014, no. 2. (in Russian)
- 7 Khasanov R. Kh. Synergetic effect of a cluster. *Problemy sovremennoi ekonomiki* [Problems of modern economy] 2009, no. 3 (31). Available at: <http://www.m-economy.ru/art.php?nArtId=2784.andshestopalov.livejournal.com> (in Russian)

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Igor V. Linev c. ec.sc., professor, City construction and economy department, Moscow architectural and construction institute, Shunka1956@yandex.ru

CONTRIBUTION

Igor V. Linev 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 4.7.2016

ACCEPTED 5.5.2016

Верификация методики оценки инвестиционной привлекательности проекта внедрения ИТ на высокотехнологичном наукоемком предприятии

Елена В. Шкарупета, ¹	9056591561@mail.ru
Анна В. Красникова, ¹	anna-solomka@yandex.ru
Игорь А. Шишкин, ¹	i-11223344@mail.ru
Ольга В. Дударева, ¹	dudarevaov@mail.ru

¹ кафедра экономики и организации машиностроительного производства, Воронеж. гос. техн. ун-т, Московский пр., 179, Воронеж, 394000, Россия

Реферат. Необходимость оценки инвестиционной привлекательности проектов, по мнению авторов, обусловлена тем, что инвестиционный проект является самостоятельным объектом анализа, входящим в общую программу развития как наукоемкого высокотехнологичного предприятия, так и экономики в целом. Результаты инвестиционного анализа позволяют потенциальному собственнику определить срок, необходимый для возврата первоначально инвестированной суммы, рассчитать реальный прирост активов от приобретения собственности, оценить потенциальную устойчивость к рискам денежного потока, формируемого конкретным объектом собственности. В статье рассмотрены особенности оценки инвестиционной привлекательности инновационных проектов по внедрению информационных технологий. Сформирован методический подход к инновационному развитию наукоемкого высокотехнологичного предприятия. В рамках этого подхода определены основные этапы оценки, уточнены подходы к оценке ставки дисконтирования ИТ-инновационного проекта, произведен расчёт ключевых показателей инвестиционной привлекательности инновационного проекта. Предлагаемая процедура оценки инвестиционной привлекательности проекта внедрения информационных технологий позволит предприятию выбрать оптимальный вариант реализации ИТ-решений, который даст возможность решить проблемы, выявленные во время оценки его деятельности. Исследование базируется на теоретических и методологических положениях, классических и современных фундаментальных концепциях, содержащихся в трудах классиков экономической и управленческой науки, а также отечественных и зарубежных учёных, работающих в области организации и управления инновационным развитием наукоемких предприятий. Для решения поставленных в статье задач был использован комплекс научных базовых и прикладных теорий, подходов и методов, а именно следующие теории: систем и системный анализ, менеджмента, принятия решений, инноваций, стоимости и заинтересованных лиц, процессно-системный подход, а также методы математического моделирования, логического анализа и эмпирического исследования и другие.

Ключевые слова: инвестиционная привлекательность, инвестиции, ИТ-проект, информационные технологии, наукоемкое предприятие, инновационное развитие, инновационный проект

Verification of a investment appeal assessment technique of the IT introduction project at the hi-tech knowledge-intensive enterprise

Elena V. Shkarupeta, ¹	9056591561@mail.ru
Anna V. Krasnikova, ¹	anna-solomka@yandex.ru
Igor A. Shishkin, ¹	i-11223344@mail.ru
Olga V. Dudareva, ¹	dudarevaov@mail.ru

¹ economy and organization of machine-building production department, Voronezh state technical university, Moskovsky Av., 179, Voronezh, 394000, Russia

Summary. Need of an assessment of investment appeal of projects, according to authors, is caused also by the fact that the investment project is the independent object of the analysis entering the general program of development, both the knowledge-intensive enterprise, and economy in general. Results of the investment analysis allow the potential owner to determine the term necessary for return of originally invested sum, to calculate real increments of assets from acquisition of property, to estimate potential stability to risks of the cash flow formed by concrete object of property. In article features of an assessment of investment appeal of innovative projects on introduction of information technologies are considered. Methodical approach to innovative development of the knowledge-intensive enterprise is created. Within this approach the main evaluation stages are defined, approaches to an assessment of a discount rate of the IT and innovative project are specified, calculation of key indicators of investment appeal of the innovative project is made. The offered assessment procedure of investment appeal of the investment project of introduction of information technologies will allow the enterprise to choose an optimal variant of implementation of IT solutions which will give the chance to solve the problems revealed during an assessment of his activity. Research is based on the theoretical and methodological provisions, classical and modern fundamental concepts which are contained in works of classics of economic and administrative science and also the domestic and foreign scientists working in the field of the organization and management, the organization and management of innovative development of the knowledge-intensive enterprises. For the solution of the tasks set in article the complex of scientific basic and applied theories, approaches and methods has been used, namely: theory of systems and system analysis, theory of management, theory of decision-making, theory of innovations, theory of cost and interested persons, process and system approach, and also methods of mathematical modeling, logical analysis and empirical research, etc.

Keywords: investment appeal, investments, IT project, information technologies, knowledge-intensive enterprise, innovative development, innovative project

Для цитирования

Шкарупета Е. В., Красникова А. В., Шишкин И. А., Дударева О. В. Верификация методики оценки инвестиционной привлекательности проекта внедрения ИТ на высокотехнологичном наукоемком предприятии // Вестник ВГУИТ. 2016. № 2. С. 384–388. doi:10.20914/2310-1202-2016-2-384-388

For citation

Shkarupeta E. V., Krasnikova A. V., Shishkin I. A., Dudareva O. V. Verification of a investment appeal assessment technique of the IT introduction project at the hi-tech knowledge-intensive enterprise. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 2 pp. 384–388 (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2016-2-384-388

Введение

Проблема формирования инвестиционной привлекательности инновационного проекта внедрения информационных технологий (ИТ) актуальна для многих отраслей производства. Эта сфера деятельности широкого круга специалистов, которые формируют инвестиционную привлекательность на стадии проектирования, разработки и внедрения инновационного проекта, закладывая в высокотехнологичный наукоёмкий проект определённые технические и технологические решения. Эта проблема рассмотрена в работах [1–6].

Факторы инвестиционной привлекательности можно разделить на две группы: финансово-экономические и внеэкономические. В большинстве случаев инвестора привлекают высокие финансовые показатели. Однако существуют ситуации, при которых инвестор вынужден реализовать проект несмотря на его прямую экономическую непривлекательность. Принятие решений о внедрении того или иного инновационного ИТ-проекта без тщательного расчёта по отработанному методу с большой вероятностью может обернуться для компании убытками и ухудшением позиции на рынке. Любой проект, который предполагает инвестиции, должен быть подвержен комплексной оценке, ИТ-область – не исключение.

Привлекательность инвестиционно-инновационного проекта может быть оценена по такому числу показателей и критериев: ситуация на рынке инвестиций, состояние финансового рынка, профессиональные интересы и навыки инвестора, финансовая состоятельность инновационного проекта, геополитический фактор и т. д. Все это обусловило необходимость разработки методики анализа инвестиционной привлекательности внедрения ИТ.

1.1 Материалы и методы

1.1.1 Исследование проблем на уровне наукоёмкого высокотехнологичного предприятия

Первый этап начинается с оценки бизнеса, определения важных проблем для руководства наукоёмкого высокотехнологичного предприятия. Первоначально необходимо определить ключевые факторы, влияющие на успех этого процесса, разработать план по их достижению. Следующий этап – идентификация работ, наиболее значимых для достижения ключевых факторов успеха в соответствии с поставленными целями. Во время исследования все работы необходимо разделить по степени автоматизации.

Большинство организаций проходит через реорганизации, централизации и децентрализации, через внедрение ИТ, провозглашение новых задач и систем ключевых показателей. Существующий способ управления практически исчерпал себя, а все традиционные методики зачастую оказываются частью проблемы, а не её решением.

Современные навыки управления устарели. Корпорации пропускают потенциальных кандидатов через процедуру отбора, которая занимает недели и месяцы. На обучение перспективных сотрудников расходуются огромные средства. В итоге эти люди большую часть времени потратят на имитацию осмысленной деятельности.

В организациях, где естественная структурная единица – команда, пожалуй, наиболее верным определением обязанностей и дальнейшим их изменением можно считать холакратию (Holacracy) (Не столько организация, сколько операционная модель организации, предложенная американским предпринимателем Брайаном Робертсоном). Один из ключевых элементов холакратии состоит в том, чтобы отделить роль от души, разрушить существующий сегодня сплав личности человека с его должностью. Люди при этом не занимают должности, а исполняют некоторые точно определённые роли или обязанности.

1.1.2 Определение стоимостных характеристик проектов на уровне инновационного проекта

После того как возможные технические решения выбраны, команда аналитиков вычисляет потенциальную прибыль от их внедрения и необходимый объем капиталовложений для каждого инновационного проекта. Стандартом при расчёте стоимости ИТ-систем стал метод совокупной стоимости владения (ТСО), впервые предложенный компанией Gartner. Позже многие крупные поставщики ИТ предложили свои версии этого метода. При проведении исследования эксперты могут использовать любую, наиболее подходящую на их взгляд, методику. Но объективные результаты даёт компиляция нескольких широко известных подходов, дополненная собственным опытом.

Поскольку деятельность ИТ-службы большинства предприятий слабо формализована и прошлый опыт не накапливается на регулярной основе, для оценки стоимости затратных

составляющих проектов рекомендуется использовать упрощённый метод расчёта общей стоимости владения. При расчётах стоимости проектов необходимо учитывать две компоненты [1]:

- стоимость создания;
- стоимость функционирования.

Для расчёта дохода от внедрения технологий необходимо качественные выгоды, такие, как повышение производительности труда, увеличение лояльности клиентов, ускорение оборачиваемости средств и прочие, перевести в экономический эффект. Прогноз количественного эффекта внедрения каждого проекта вычисляется на основании прогноза качественных эффектов, сделанного на втором этапе, финансово-экономических показателей компании, а также планов подразделений, деятельность которых затрагивает внедряемые решения.

1.1.3 Определение рисков проектов на уровне инновационного проекта

Результаты расчётов по данному модулю необходимы для определения коэффициента дисконтирования с учётом уровня рисков проектов. Чем выше инвестор оценивает риск инновационного проекта, тем более высокие требования он предъявляет к его доходности. Это отражается в расчётах эффективности путём увеличения нормы дисконта на величину премии за риск [1]. При её расчёте рекомендуется воспользоваться пофакторным методом, использование которого в общем случае учитывает три типа рисков:

- страновой;
- ненадёжности участников инновационного проекта;
- неполучения предусмотренных проектом доходов (по другой терминологии – «несистематический», относящийся именно к этому проекту).

1.1.4 Оценка эффективности проектов на уровне инновационного проекта

На первом этапе необходимо определить ставку дисконтирования, представляющую собой коэффициент эффективности вложений капитала, достижение которого ожидает инвестор при принятии решения о приобретении будущих доходов с учётом риска их получения.

В теории и практике оценки бизнеса предполагается, что ставка дисконтирования должна включать минимально гарантированный уровень доходности, не зависящий от направлений инвестиционных вложений, коррекцию на темпы инфляции и степень риска конкретного инвестирования (данного вида

инвестирования, неадекватного управления инвестициями, потери ликвидности данного инвестирования и т. д.).

Все перечисленные выше элементы ставки дисконтирования по-разному интерпретируются в следующих основных подходах к её определению:

- метод экспертных оценок;
- нормативный метод;
- кумулятивный метод;
- метод стоимости собственного капитала;
- метод средневзвешенной стоимости капитала (WACC).

При определении ставки дисконтирования необходимо воспользоваться методом кумулятивного построения, который наилучшим образом учитывает все виды рисков инвестиционных вложений. Предложенный метод основан на суммировании безрисковой ставки дохода и премии за риск. Метод наилучшим образом учитывает все виды рисков инвестиционных вложений, связанных как с факторами общего для отрасли и экономики характера, так и со спецификой оцениваемого наукоёмкого высокотехнологичного предприятия.

Безрисковая ставка дохода определяется как отношение ставки рефинансирования, установленной ЦБ РФ, и темпа инфляции, объявленного Правительством РФ на текущий год.

Вопросам прогнозирования на долгосрочную перспективу, в том числе и финансовых показателей социально-экономического развития РФ, посвящены труды по форсайту. Инфляцию примем на уровне 6% [2]. Ставка рефинансирования составляет в настоящее время 8,25%. Тогда ставка дисконтирования без учёта уровня риска равна:

$$d_i = (1 + 8,25/100)/(1 + 6/100) - 1 = 0,021 = 2,1 \%$$

1.2 Результаты и обсуждение

На основе полученных чистых денежных потоков, рассчитанного коэффициента дисконтирования вычислим финансовые показатели. Для оценки инвестиционной привлекательности инновационного проекта предлагается использовать критерии чистой текущей стоимости, рентабельности инвестиций и внутренней нормы доходности.

Результаты расчёта финансовых показателей предлагаемых проектов представлены в таблице 1. Из приведённой таблицы можно сделать следующие выводы: выбор оптимального проекта на основании значений IRR и NPV невозможен, ввиду того что по одному критерию лучше первый проект, а по-другому – второй.

Таблица 1
Финансовые показатели проектов

Table 1
Financial performance of projects

Проект	NVP, тыс. р.	IRR, %	PI
Проект 1	557,83	37,4	1,30
Проект 2	1411,20	83,1	1,45
Проект 3	193,43	27,7	1,16

Поэтому возникает необходимость в проведении всех рассматриваемых критериев к соизмерному виду для построения обобщённого показателя, в который каждый из критериев войдёт с соответствующим весом, отражающим его важность. Для этого каждый критерий будет оцениваться по десятибалльной системе.

Представим алгоритм перехода к десятибалльной системе для критерия K1: выбираем наибольшее из значений по критерию K1. Это значение равно 1411,20 р. Этому значению присвоим 10 баллов. Тогда меньшему значению, то есть 193,43 р. присвоим балл, рассчитанный в соответствующей доле: $(193,43/1411,20) \times 10 = 1$. Аналогично рассчитаем баллы для критериев K2, K3.

Оптимальный проект осуществляется выбираем сравнивая обобщённые показатели рассматриваемых проектов. Обобщённый показатель равен сумме произведений значений критерия на соответствующее значение веса (значимости). В результате получим:

— обобщённый показатель проекта «Корпоративная VPN»:

$$W1 = 1 \times 0,41 + 10 \times 0,29 + 2 \times 0,30 = 3,91;$$

— обобщённый показатель проекта «Модуль ERP «Дебиторы»»:

$$W2 = 10 \times 0,41 + 10 \times 0,29 + 9 \times 0,30 = 9,7;$$

— обобщённый показатель проекта «Система формирования заказов»:

$$W3 = 2 \times 0,41 + 7 \times 0,29 + 10 \times 0,30 = 5,85.$$

Из вычислений следует, что проект 2 предпочтительнее проектов 1 и 3. Таким образом, проект по внедрению «Модуля ERP «Дебиторы»» является наиболее привлекательным для инвесторов.

При очевидной недостаточности существующих научных способов оценки инвестиционных проектов в области внедрения ИТ возникает необходимость в формировании принципиально нового способа их оценки, действующего в обстоятельствах неопределённости.

Заключение

Предлагаемая авторами методика оценки инвестиционной привлекательности проекта внедрения ИТ позволяет наукоёмкому высокотехнологичному предприятию выбрать оптимальный вариант реализации ИТ-решений, для решения проблем, выявленных в ходе оценки его деятельности.

В заключение необходимо оформить бизнес-план, который должен помочь руководству лучше представить роль и значение ИТ для бизнеса и на основе этого инвестировать средства в те проекты, которые наиболее значимы для достижения стратегических целей предприятия, а также показать, какие выгоды в конкурентной борьбе предоставляют информационные технологии для компании.

ЛИТЕРАТУРА

1 Красникова А. В. Методический подход к оценке инвестиционной привлекательности инновационного проекта // Организатор производства. 2012. Т. 53. № 2. С. 108–111.

2 Минэкономразвития России. Прогноз социально-экономического развития Российской Федерации на 2016 год и на плановый период 2017 и 2018 годов.

3 Фокина О. М. Оценка инвестиционной привлекательности промышленного предприятия // Экономинфо. 2015. № 23. С. 61–65.

4 Хацкевич Л. Д., Шишкин И. А., Макеева О. Б. Инвестиции в промышленность, инновации и бизнес-процессное предпринимательство, региональные банки, модели и информационное предпринимательство: монография. Воронеж, 2010.

5 Fama E. F., French K. R. Incremental variables and the investment opportunity set // Journal of Financial Economics. 2015. V. 117. № 3. P. 470–488.

6 Roberts L. et al. Narrative engagement: The importance of assessing individual investment in expressive writing // American Journal of Social Sciences. 2015. V. 3. P. 96–103

REFERENCES

1 Krasnikova A. V. The methodical approach to assessing the investment attractiveness of the innovative project. *Organizator proizvodstva* [Production Organizer] 2012, vol. 53, no. 2, pp. 108–111. (in Russian)

2 Minekonomrazvitiya Rossii. Prognoz social'no-ehkonomicheskogo razvitiya Rossijskoj Federacii na 2016 god i na planovyy period 2017 i 2018 godov [Ministry of Economic Development

of Russia. The forecast of socio-economic development of the Russian Federation for 2016 and the planning period of 2017 and 2018] (in Russian)

3 Fokina O. M. Estimation of investment appeal of industrial enterprise. *Ekonominfo* [Econominfo] 2015, no. 23, pp. 61–65. (in Russian)

4 Hatskevich L. D., Shishkin I. A., Makeeva O. B. Investitsii v promyshlennost', innovatsii i biznes-processnoe predprinimatel'stvo, regional'nye banki, modeli i informacionnoe predprinimatel'stvo: monografiya [Investment in

the industry, innovation and business-process enterprise, regional banks, business models and information] Voronezh, 2010. (in Russian)

5 Fama E. F., French K. R. Incremental variables and the investment opportunity set. *Journal of Financial Economics*. 2015, vol. 117, no. 3, pp. 470–488.

6 Roberts L. et al. Narrative engagement: The importance of assessing individual investment in expressive writing. *American Journal of Social Sciences*. 2015, vol. 3, pp. 96–103.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Елена В. Шкарупета доцент, кафедра экономики и организации машиностроительного производства, Воронеж. гос. техн. ун-т, Московский пр., 179, Воронеж, 394000, Россия, 9056591561@mail.ru

Анна В. Красникова доцент, кафедра экономики и организации машиностроительного производства, Воронеж. гос. техн. ун-т, Московский пр., 179, Воронеж, 394000, Россия, anna-solomka@yandex.ru

Игорь А. Шишкин доцент, кафедра экономики и организации машиностроительного производства, Воронеж. гос. техн. ун-т, Московский пр., 179, Воронеж, 394000, Россия, i-11223344@mail.ru

Ольга В. Дударева доцент, кафедра экономики и организации машиностроительного производства, Воронеж. гос. техн. ун-т, Московский пр., 179, Воронеж, 394000, Россия, dudarevaov@mail.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Elena V. Shkarupeta associate professor, economy and organization of machine-building production department, Voronezh state technical university, Moskovsky Av., 179, Voronezh, 394000, Russia, 9056591561@mail.ru

Anna V. Krasnikova associate professor, economy and organization of machine-building production department, Voronezh state technical university, Moskovsky Av., 179, Voronezh, 394000, Russia, anna-solomka@yandex.ru

Igor A. Shishkin associate professor, economy and organization of machine-building production department, Voronezh state technical university, Moskovsky Av., 179, Voronezh, 394000, Russia, i-11223344@mail.ru

Olga V. Dudareva associate professor, economy and organization of machine-building production department, Voronezh state technical university, Moskovsky Av., 179, Voronezh, 394000, Russia, dudarevaov@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Елена В. Шкарупета обобщила материал, построила выводы и несёт ответственность за плагиат

Анна В. Красникова обзор литературных источников по исследуемой проблеме, выполнила расчёты

Игорь А. Шишкин консультация в ходе исследования

Ольга В. Дударева написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию

CONTRIBUTION

Elena V. Shkarupeta generalized material, constructed conclusions and bears responsibility for plagiarism

Anna V. Krasnikova review of the literature on an investigated problem, performed computations

Igor A. Shishkin consultation during the study

Olga V. Dudareva 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 14.04.2016

RECEIVED 4.14.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 18.05.2016

ACCEPTED 5.18.2016

Наука и инновации: анализ управления, финансирования, использования

Джамшед Т. Курбанов¹ tohku@rambler.ru

¹ кафедра финансов и кредита, Российский гос. соц. Ун-т, ул. Вильгельма Пика, 4/1, г. Москва, 129226, Россия

Реферат. Показывается ситуация в промышленности с 2014 г. появление негативных прогнозов на перспективу. Это обусловило отток инвестиций в основной капитал. Наступил период торможения экономики, замедление темпов роста ВВП. Обосновывается необходимость акцентирования внимания на использовании разумной политики государства в сфере науки, высоких технологий, инновационной активности. От которых зависит качество структурных преобразований экономики, способных обеспечить динамичный экономический рост и конкурентоспособность страны на мировых рынках. Показывается, что наука и инновации являются мощным рычагом, способствующим разрешению возникающих противоречий и кризисов. Проводится анализ управления, внедрения, использования, финансирования науки, прикладных научных исследований и разработок, передовых технологий. Рассмотрены данные о затратах на исследования и разработки по видам работ за период 2000–2014 гг. Анализ показал, что в 2014 г. из всех внутренних вложений на исследования и разработки, на фундаментальную науку было вложено – 16,4%, прикладную науку – 19,5%, научные разработки – 64,1%. Все внутренние вложения в 2014 г. выросли по сравнению с 2000 г. в одиннадцать раз. Отмечено с 2000 г. в России начался период стабилизации экономики и её управления на более высоком уровне. До 2007 г. наметился прогресс в развитии науки. Появилась возможность увеличить финансовую поддержку науки. После 2012 г. в связи с процессами стагнации проанализирована инновационная активность, по видам экономической деятельности опираясь на официальную статистику. Рассмотрен удельный вес организаций, осуществляющих технологические инновации; удельный вес организаций, осуществляющих процессные инновации; удельный вес организаций, осуществляющих продуктовые инновации. Сделан анализ за период 2013–2014 гг. использования передовых технологий и удельный вес их патентования. Рассмотрен период 2000–2014 гг. выделение затрат на науку по отношению к ВВП в процентном отношении. Показана незначительные вложения в науку в России по сравнению с другими странами. Показано соотношение всех затрат на науку по отношению к федеральному бюджету страны. Представлены данные финансирования науки из средств федерального бюджета на фундаментальные исследования, на прикладные исследования. В стоимостном выражении, в процентах. Также анализируются затраты на исследования и разработки по видам: на оплату труда, на приобретение оборудования, материальные, текущие, капитальные, прочие.

Ключевые слова: наука, научные исследования, передовые производственные технологии, инновационный процесс, высокие технологии, модернизация экономики

Science and innovation: analysis of it's management, financing and using

Jamshed T. Kurbanov¹ tohku@rambler.ru

¹ finance and credit department, Russian State Social University, Wilhelm Pieck str., 4/1 Moscow, 129226, Russia

Summary. Shows the situation in the industry in 2014 the emergence of negative forecasts for the future. This led to an outflow of investment in fixed assets. There has come during braking of the economy, the slowdown in GDP growth. The necessity of focusing on the use of reasonable state policy in the sphere of science, high-tech, innovative activity. From the quality of which depends on the structural changes in the economy, able to ensure dynamic economic growth and the country's competitiveness in world markets. It is shown that science and innovation are powerful tools contributing to the resolution of conflicts and crises arise. Held management analysis, implementation, use, financing of science, applied research and development of advanced technologies. Data on the costs of research and development by type of work for the period 2000–2014. The analysis showed that in 2014, out of all internal investments for research and development, on basic science has been invested – to 16.4%, applied science – 19.5%, research and development – 64.1%. All internal investments in 2014 increased compared to 2000, eleven times. It was noted in 2000 in Russia began a period of stabilization of the economy and its management at a higher level. Prior to 2007, there has been progress in the development of science. Now it is possible to increase the financial support for science. After 2012, due to the stagnation of the processes analyzed in innovation activity, by types of economic activity based on official statistics. Examined the proportion of organizations engaged in technological innovation; proportion of organizations engaged in innovation processes; proportion of organizations engaged in product innovation. The analysis for the period 2013–14. The use of advanced technologies and their share of patenting. Considered the period 2000–2014 years of allocation of expenses for science in relation to GDP in percentage terms. It seems insignificant investments in science in Russia in comparison with other countries. Displaying the ratio of expenditures on science in relation to the federal budget of the country. Presented Scientific data costs from the federal budget for basic research, applied research. In terms of value, as a percentage. Also analyzed the costs of research and development by type of costs: labor costs, the purchase of equipment, material, current, capital, and other.

Keywords: science, research, advanced manufacturing technology, innovative process, high technology, the modernization of the economy

Для цитирования

Курбанов Д. Т. Наука и инновации: анализ управления, финансирования, использования // Вестник ВГУИТ. 2016. № 2. С 389–394. doi:10.20914/2310-1202-2016-2-389-394

For citation

Kurbanov D. T. Science and innovation: analysis of it's management, financing and using. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no 2 pp. 389–394 (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2016-2-389-394

Введение

Начиная с 2014 г. в промышленности страны независимые экономисты констатировали стагнацию. То же самое подтвердил минэкономразвития России, заявив, что стагнация в промышленном производстве, начавшаяся с приходом кризиса и производственный застой в России, продлятся как минимум до конца 2015 г. Вместе с тем после первого квартала 2016 г. ситуация ухудшилась и появились негативные прогнозы на 2016–2017 годы. Можно говорить о замедлении темпов роста экономики, затухании экономических процессов.

В научных информационных источниках многие авторитетные эксперты отметили, что на современном этапе развития становится очевидным акцентировать внимание на использовании разумной политики государства в сфере науки, высоких технологий, инновационной активности. От них зависит качество структурных преобразований экономики, способных обеспечить динамичный экономический рост и конкурентоспособность страны на мировых рынках [1–4]. Наука, передовые технологии,

инновационная активность в экономике давно обратили на себя внимание. Наука и инновации являются мощным рычагом, способствующим разрешению возникающих противоречий и кризисов. В связи с этим проведём анализ управления, внедрения, использования, финансирования науки, прикладных научных исследований и разработок, передовых технологий. Рассмотрим табл. 1, в которой представлены данные о затратах на исследования и разработки по видам работ за период 2000–2014 гг.

Анализ и проведённые нами расчёты данных таблицы 1 показывает, что в 2000 г. из всех внутренних вложений на исследования и разработки 73,9 млрд руб. – 100%, на фундаментальную науку (ФН) было вложено – 13,2%, прикладную науку (ПН) – 16,4%, научные разработки (НР) – 70,2%. В 2005 г. из всех внутренних вложений 221,1 млрд. руб. – 100% соответственно ФН – 14,0%; ПН – 16,4%; НР – 69,5%.

В 2014 г. из всех внутренних вложений 795,4 млрд руб. – 100% соответственно ФН – 16,4%; ПН – 19,5%; НР – 64,1%. В 2005 г. все внутренние вложения выросли по сравнению с 2000 г. в три раза (299,2%).

Таблица 1

Затраты (внутренние) на исследования и разработки по видам работ¹ (млн рублей)

Table 1

Costs (domestic) Research and development by type of activity (mln rubles)

Годы	Внутренние затраты на исследования и разработки	в том числе по видам работ			Годы	Внутренние затраты на исследования и разработки	в том числе по видам работ		
		фундаментальные исследования	прикладные исследования	разработки			фундаментальные исследования	прикладные исследования	разработки
2000	73873,3	9875,7	12117,5	51880,2	2012	655061,7	108160,9	129304,4	417596,4
2005	221119,5	31022,9	36360,2	153736,4	2013	699948,9	114829,1	133788,0	451331,8
2010	489450,8	95881,4	92010,7	301558,7	2014	795407,9	130618,0	155231,4	509558,4
2011	568386,7	106924,0	113096,8	348365,9	–	–	–	–	–

В 2014 г. по сравнению с 2000 г. почти в 11 раз (1076,3%), в сравнении с 2005 г. в 3,6 раза (359,7%). Следует отметить, что начиная с 2000 г. в России наступил период стабилизации экономики и её управления. До 2007 г. наметился устойчивый, можно сказать, экстенсивный прогресс в развитии науки, то есть появилась возможность больше оказывать финансовую поддержку науки.

После начала мирового кризиса 2008 г. в научных трудах поднялась дискуссия исследователей по преодолению кризиса, в том числе в дискуссии приняли участие многие учёные [7].

В период мирового финансового кризиса с конца сентября 2008 г., который продлился до 2011–2012 гг. можно рассмотреть как показатель развития страны – количество используемых передовых производственных технологий.

¹ В статье приводятся информационные таблицы статистических сборников [5,6], Российский статистический ежегодник. 2015: Стат.сб./Росстат. – М., 2015. — 720 с. (табл. 1;4–6); Индикаторы науки: 2015; статистический сборник / Н. В. Городникова, Л.М. Гохберг, К. А. Дитковский и др.; Нац. Исслед. Ун-т «Высшая школа экономики», — М.: НИУ ВШЭ, 2015. — 320 с. (таблица 3).

Как показывают данные статистической отчетности в 2000 г. всего использовано 70069 ед. передовых производственных технологий, из них половина технологий в производство, обработку и сборку – 35408 ед., причём основная доля – 34160 ед.; почти половина внедрялись 7 и более лет. Это означает увеличение вложений в научные разработки. Из всех технологий имели патенты на изобретения 2804 технологии, всего лишь 4,0%. В 2013–2014 гг. ситуация меняется в лучшую сторону. В 2013 г. использовались 193830 передовых технологий, то есть в 2,8 раза больше технологий по сравнению с 2000 г., в 2014 г. – 204546 ед. передовых технологий, рост в сравнении с 2000 г. в 2,9 раза. В 2013–2014 гг. запатентовано около 5% технологий, рост 1%, это незначительно для экономики страны.

В данных Росстата [5] показана инновационная активность организаций по видам экономической деятельности имеющее место в статистических сборниках Росстата. Росстат дифференцирует по видам экономической деятельности и включает по вертикали все виды отраслей производства, услуг. По горизонтали разделение: на первое направление – удельный вес организаций, осуществляющих технологические инновации; на второе – удельный вес организаций, осуществляющих процессные инновации; на третье – удельный вес организаций, осуществляющих продуктовые инновации.

В таком ракурсе (по горизонтали) доминируют по видам экономической деятельности – производство кокса и нефтепродуктов соответственно 2012–2014 гг.: на первое направление – удельный вес организаций, осуществляющих технологические инновации 31,7, 27,1 и 23,0%; второе – удельный вес организаций, осуществляющих процессные инновации 21,2, 17,8 и 15,0%; третье – удельный вес организаций, осуществляющих продуктовые инновации 18,3, 15,0 и 15,0%. Химическое производство соответственно: первое – 21,5, 23,0 и 1,4%; второе – 11,4, 12,4 и 11,6%; третье – 14,9, 16,4 и 15,2%. Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования соответственно: первое – 26,5, 25,9 и 27,0%; второе – 12,8, 12,9 и 13,6%; третье – 21,5, 21,0 и 21,6%.

Что касается данным по инновационным и научным услугам, – связь, деятельность, связанная с использованием вычислительной техники и информационных технологий, научные

исследования и разработки, предоставление прочих видов услуг всего соответственно: первое – 8,0, 7,7 и 7,6%; второе – 4,9, 4,6 и 4,6%; третье – 4,6, 4,6 и 4,5%. В том числе, лидируют среди услуг научные исследования и разработки соответственно: первое – 29,1, 29,6 и 31,6%; второе – 16,0, 16,0 и 16,9%; третье – 20,7, 21,7 и 23,5%.

Среди услуг на втором месте связь соответственно: первое – 11,7, 11,8 и 10,7%; второе – 6,8, 7,6 и 7,2%; третье – 6,2, 6,2 и 5,6%. Современные научные источники рассматривают знания как показатель развитости общества и измеритель новых потребностей и возможностей человека. Знания обретают статус основного производственного ресурса. Необходимо контролировать за процессом приращения знаний, трансформации знаний в развитие прикладной науки и её отдачу в форме производственного ресурса. На это влияет качество управления затратами (расходами) в научные исследования. Поэтому на всех уровнях управления представляется важным создать действенную систему управления и регулярно проводить менеджмент вложений в научные исследования и их отдачу. В таблице 2 [6], представлены данные за период с 1995–2013 гг. Как видно из приведённой таблицы в целом и по источникам финансирования вложения (затраты) в науку постоянно растут.

Так (таблица 3 [5]) на протяжении 2000–2014 гг. выделение затрат в науку по отношению к ВВП составляли: 1,05% в 2000 г.; 1,13% в 2010 г.; 1,19% в 2014 г. Это, конечно, говорит о невозможности получить достойную отдачу от таких незначительных вложений в науку.

Причём соотношение всех затрат в науку к расходам в федеральный бюджет также заметен рост, но само соотношение на недостаточно низком уровне (таблица 4 [5]). Так, с 2000 г. по 2014 г. удельный вес расходов в науку растёт с 1,69% в 2000 г. до почти 3% в 2014 г. Также растут расходы федерального бюджета в науку по отношению расходов федерального бюджета соответственно от 0,24% в 2000 г., до 0,61% в 2014 г.

Заметен рост затрат на заработную плату (таблица 5 [5]), например, в 2000 г. оплата труда работников науки в стоимостном выражении составляла – 27,7 млрд руб., то в 2014 г. – 372,2 млрд руб. выросла за 14 лет в 13,4 раза. Но и этот рост зарплаты недостаточно высок для оплаты высококвалифицированного персонала сферы науки.

Таблица 2

Затраты на исследования и разработки по источникам финансирования

Table 2.

Expenses for research and development by source of funding

Годы Years	Внутренние за- траты на исследова- ния и разработки Gross domestic ex- penditure on research and development	Средства государства State funds	Средства пред- приниматель- ского сектора Business sector funds	Средства высших учебных заведений Higher educa- tion institutions funds	Средства част- ных некоммер- ческих организа- ций Private non-profit organizations funds	Средства ино- странных ис- точников Foreign sources funds
1995	12149458,6	7476767,6	40776707,0	30543,0	3672,1	561726,9
2000	76697100,5	42035655,1	25208436,5	212990,3	67641,5	9172377,1
2001	105260731,6	60228854,3	35394269,5	359916,1	205512,5	9072179,2
2002	135004491,9	78883876,7	44699518,7	426216,0	134353,6	10860526,9
2003	169862369,1	101252097,2	52556884,6	807293,0	277916,5	15268177,8
2004	196039870,2	118867302,8	61528028,1	692412,1	98631,6	14853495,6
2005	230785150,3	142960799,1	69244740,5	983242,0	68412,2	17527956,5
2006	288805211,5	176457427,8	83197909,8	1652533,1	296869,8	27200471,0
2007	371080327,1	232364775,8	109265410,0	2276881,0	377417,8	26795842,5
2008	431073185,2	278992303,3	123695707,2	1993888,9	768479,1	25622806,7
2009	485834338,2	322889237,6	129170972,3	1896167,0	471779,6	31406161,7
2010	523377233,9	368191779,8	133498976,0	2436564,1	682378,0	18567536,0
2011	610426680,6	40944948,8	168957596,6	4664465,3	1209661,5	26145508,4
2012	699869784,8	474789779,0	190545904,2	5905489,1	877937,6	27750674,9
2013	749797638,8	507197614,5	211135955,9	7820677,9	896366,0	22747024,5

Таблица 3

Затраты (внутренние) на исследования и разработки

Table 3.

Costs (domestic) Research and development

	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014
Внутренние затраты на исследования и разработки (млн р.): Gross domestic expenditure on research and development (mln rubles):							
в фактически действовавших ценах at current prices	76697,1	230785,2	523377,2	610426,7	699869,8	749797,6	847527,0
в постоянных ценах 1989 г. at constant prices 1989	3,32	4,54	5,72	5,75	6,14	6,27	7,29
в процентах к валовому внутреннему про- дукту as a percentage of gross domestic product	1,05	1,07	1,13	1,09	1,13	1,13	1,19

Таблица 4

Финансирование науки из средств федерального бюджета

Table 4.

Financing of science from the federal budget

	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014
Расходы федерального бюджета, млн р. Federal budget expenditure, mln rubles	17396,4	76909,3	237644,0	313899,3	355920,1	425301,7	437273,3
в том числе: including:							
на фундаментальные исследования for basic research	8219,3	32025,1	82172,0	91684,5	86623,2	112230,9	121599,5
на прикладные научные исследования on applied research	9177,1	44884,2	155472,0	222214,8	269296,9	313070,8	315673,8
в процентах: in percentages:							
к расходам федерального бюджета to the federal budget expenditures	1,69	2,19	2,35	2,87	2,76	3,19	2,95
к валовому внутреннему продукту to the gross domestic product	0,24	0,36	0,51	0,56	0,57	0,64	0,61

Затраты на исследования и разработки по видам затрат (миллионов рублей)

Table 5.

Expenses for research and development by type of cost (million rubles)

	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014
Внутренние затраты на исследования и разработки:	76697,1	230785,2	523377,2	610426,7	699869,8	749797,6	847527,0
внутренние текущие затраты	73873,3	221119,5	489450,8	568386,7	655061,7	699948,9	795407,9
затраты на оплату труда	27762,7	94274,4	241472,2	275925,1	307881,7	334769,1	372215,5
страховые взносы в Пенсионный фонд, фонд социального страхования и федеральный фонд обязательного медицинского страхования	10419,2	22597,4	47904,6	68647,5	75417,6	82806,3	92645,2
затраты на приобретение оборудования	3433,4	9936,2	18067,7	20065,2	25365,8	23529,5	26062,4
другие материальные затраты	17470,9	51304,4	89279,0	101591,9	123690,0	134096,6	158082,7
прочие текущие затраты	14787,2	43007,1	92727,3	102157,1	122706,7	124747,5	146401,9
Капитальные затраты	2823,8	9665,6	33926,4	42040,0	44808,0	49848,8	52119,1
земельные участки и здания	496,2	1647,6	8077,5	8421,3	11692,7	8721,2	9987,9
оборудование	1448,7	5818,1	19887,6	23968,3	25459,7	27306,9	29422,0
прочие капитальные затраты	878,9	2199,9	5961,3	9650,4	7655,6	13820,7	12709,3

Также заметно растут совокупные затраты в науку, в том числе по источникам финансирования (бюджет, собственные средства научных организаций, внебюджетные фонды, средства организаций предпринимательского сектора и др.).

Заключение

В Концепции реформирования российской науки на перспективу отмечено, что, хотя стагнационные процессы и недостатки в науке и технологическом развитии имеются, причём значительные, вместе с тем ситуация изменяется в лучшую сторону. Появляются положительные тенденции и социально-экономические результаты в научно-технологическом

прогрессе, инновациях. Отечественная наука, научно-технический потенциал страны начинает реализовываться, а сама научная сфера становится более прозрачной, демократичной. Расширяется сотрудничество и представительство российских учёных и научно-технических коллективов, компаний в интеграционных процессах, международных программах и научно-технологических, инновационных проектах. Снимаются барьеры, идеологические границы, контроль чиновников. Цели и приоритетные текущие и перспективные задачи реформирования направлены на устранение самых острых проблем в создании условий для сохранения и развития наиболее перспективной части российской науки.

ЛИТЕРАТУРА

1 Вертакова Ю. В., Положенцева Ю. С., Клевцова М. Г. Векторный анализ кластерных инициатив региона // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного Политехнического университета. Экономические науки. 2015. № 1(211). С. 43–50.

2 Vertakova Yu. V., Plotnikov V. A. Theoretical Aspects of Considering the Dynamic Characteristics of Socioeconomic Systems in the Management of Regional Development // Regional Research of Russia. 2013. V. 3. № 1. P. 89–95.

3 Вертакова Ю. В., Положенцева Ю. С., Хлынин М. Ю. Формирование и развитие промышленных кластеров // Техничко-технологические проблемы сервиса. 2014. № 1(27). С. 92–99.

4 Май В. А., Кузьминов Я. И. Стратегия–2020: Новая модель роста – новая социальная политика. Итоговый доклад о результатах

экспертной работы по актуальным проблемам социально-экономической стратегии России на период до 2020 года. Кн. 1. М.: ИД «Дело» РАНХиГС, 2013. 430 с.

5 Российский статистический ежегодник. 2015: Стат.сб. М.: Росстат, 2015. 720 с.

6 Городникова Н. В., Гохберг Л. М., Дитковский К. А. и др. Индикаторы науки: 2015; статистический сборник. М.: НИУ ВШЭ, 2015. 320 с.

7 Глазьев С. Пути преодоления инвестиционного кризиса // Вопросы экономики. 2008. № 11. С. 41.

REFERENCES

1 Vertakova Yu. V., Polozhentseva Yu. S., Klevtsova M. G. Vector analysis of cluster initiatives in the region. *Nauchno-tekhnicheskie ведомости Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo politekhnicheskogo universiteta. Ekonomicheskie*

nauki [Scientific and technical sheets of St. Petersburg State Polytechnic University. Economics] 2015, no. 1 (211), pp. 43–50. (in Russian)

2 Vertakova Yu. V., Plotnikov V. A. Theoretical Aspects of Considering the Dynamic Characteristics of Socioeconomic Systems in the Management of Regional Development. *Regional Research of Russia*, 2013, vol. 3, no. 1, pp. 89–95.

3 Vertakova Yu. V., Polozhentseva Yu. S., Hlynin M. Y. Formation and development of industrial clusters. *Tekhniko-tekhnologicheskie problem servisa* [Technical and technological service problems] 2014, no. 1 (27), pp. 92–99. (in Russian).

4 Mau V.A., Kuz'minov Ya.I. Strategiya 2020: Novaya model' rosta – novaya otsial'naya politika. Itogovyi doklad o rezul'tatakh ekspertnoi

raboty po aktual'nyim problemam sotsial'no-ekonomicheskoi strategii Rossii do 2020 goda [Strategy–2020: The new growth model – a new social policy. The final report on the results of expert work on topical issues of socio-economic strategy of Russia for the period up to 2020] Moscow, Delo, RANKhiGS, 2013, 430 p. (in Russian)

5 Rossiiskii statisticheskii ezhegodnik [Statistical yearbook. 2015] Moscow, Rosstat, 2015. 720 p. (in Russian).

6 Gorodnikova N. V., Hochberg L. M., Ditkovskiy K. A. et al. Indikatory nauki [Science indicators: 2015] Moscow, NIU VShE, 2015. 32 p. (in Russian)

7 Glaz'ev S. Ways of overcoming the investment crisis. *Voprosy ekonomiki* [Questions of economy] 2008, no. 11, pp. 41. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Джамшед Т. Курбанов аспирант, кафедра финансов и кредита, Российский государственный социальный университет, ул. Вильгельма Пика, 4/1, г. Москва, 129226, Россия, tohku@rambler.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Джамшед Т. Курбанов проанализировал данные, провёл обобщение и написал рукопись, несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 01.04.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 17.05.2016

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Jamshed T. Kurbanov graduate student, finance and credit department, Russian State Social University, Wilhelm Pieck str., 4/1 Moscow, 129226, Russia, tohku@rambler.ru

CONTRIBUTION

Jamshed T. Kurbanov analyzed the data, carried out the synthesis and wrote the manuscript, it is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The author declare no conflict of interest.

RECEIVED 1.4.2016

ACCEPTED 5.17.2016

Развитие промышленного комплекса в целях обеспечения национальной конкурентоспособности и экономической безопасности

Андрей В. Калач,	¹	avkalach@gmail.com
Елена В. Шкарупета,	²	9056591561@mail.ru
Марианна Б. Шмырева	³	mariannaforme@gmail.com

¹ Воронежский институт ГПС МЧС России, ул. Краснознаменная, 231, Воронеж, 394000, Россия

² кафедра иностранных языков и культуры речи, Воронежский институт ГПС МЧС России, ул. Краснознаменная, 231, Воронеж, 394000, Россия

³ организационно-научный и редакционно-издательский отдел, Воронежский институт ГПС МЧС России, ул. Краснознаменная, 231, Воронеж, 394000, Россия

Реферат. Уровень жизни населения напрямую зависит от состояния промышленного комплекса страны. В послании президента РФ В. В. Путина федеральному собранию было предложено реализовать в 2015 году национальную технологическую инициативу, развитие отраслей нового технологического уклада. В результате преобладания в промышленности шестого технологического уклада должны произойти серьёзные изменения в структуре и значении производственных факторов. Из этого следует неизбежность структурных изменений в системе экономических институтов и в механизмах обеспечения экономической безопасности и конкурентоспособности государства. Достижение главной цели государственной программы «Развитие промышленности и повышение её конкурентоспособности» осуществляется за счёт реализации следующих подпрограмм по направлениям: инвестиционные товары (химический комплекс, развитие производства композитных материалов, промышленные биотехнологии, энергетическое машиностроение, станкоинструментальная промышленность, сельскохозяйственное машиностроение, машиностроение специализированных производств, транспортное машиностроение); потребительские товары (лёгкая промышленность, индустрия детских товаров, автомобильная промышленность); оборонно-промышленный комплекс; инфраструктура (развитие инжиниринговой деятельности, индустриальные парки); полуфабрикаты и материалы (лесопромышленный комплекс, металлургия, развитие промышленности редкоземельных металлов). При сохранении нынешних темпов технико-экономического развития, 6-й технологический уклад вступит в фазу распространения в 2010–2020 гг., а в фазу зрелости – в 40-е гг. XXI века. При этом в 2020–2025 годах произойдёт новая научно-техническая и технологическая революция, основой которой станут разработки, синтезирующие достижения в вышеперечисленных базовых технологиях. В настоящей статье предложено в качестве одного из инструментов обеспечения экономической безопасности государства использовать систему ускорения технического развития промышленного комплекса.

Ключевые слова: национальная конкурентоспособность, экономическая безопасность, промышленный комплекс

Development of an industrial complex for ensuring national competitiveness and economic security

Andrey V. Kalach,	¹	avkalach@gmail.com
Elena V. Shkarupeta,	²	9056591561@mail.ru
Marianna B. Shmyreva	³	mariannaforme@gmail.com

¹ Voronezh Institute of Russian Ministry for Emergency Situations, Krasnoznamennaya str., 231, Voronezh, 394000, Russia

² foreign languages and standard of speech department, Voronezh Institute of Russian MES, Krasnoznamennaya str., 231, Voronezh, 394000, Russia

³ organizational and scientific and publishing department, Voronezh Institute of Russian MES, Krasnoznamennaya str., 231, Voronezh, 394000, Russia

Summary. Living standards depends on the state of the country's industrial complex. In a message to Russian President Vladimir Putin's Federal Assembly was asked to implement in 2015 a national technological initiative, the development of industries of the new technological order. As a result of the predominance of the industry of the sixth technological order should occur major changes in the structure of production factors and significance. It follows the inevitability of structural changes in the system of economic institutions and mechanisms of economic security and competitiveness of the state achieve the main goal of the state program "The development of industry and increase its competitiveness" is carried out through the following the directions of sub-programs: investment goods (chemical complex development composite materials, industrial biotechnology, power engineering, machine tool industry, agricultural machinery, machinery specialized production, transport engineering); goods (light industry, children's products industry, the automotive industry); military-industrial complex; infrastructure (development of engineering activities, industrial parks); semi-finished goods and materials (timber industry, metallurgy, industrial development of rare-earth metals). At the current pace of technological and economic development, the 6th technological structure will come into proliferation phase in 2010–2020, and in the phase of maturity – 40-ies of XXI century. At the same time in 2020–2025 there will be a new scientific-technical and technological revolution, which will become the basis for developing, synthesizing advances in the above basic technologies. In this paper, we proposed as a tool to ensure the economic security of the state to use the acceleration system of technical development of the industrial complex.

Keywords: national competitiveness, economic security, industrial complex

Для цитирования

Калач А. В., Шкарупета Е. В., Шмырева М. Б. Развитие промышленного комплекса в целях обеспечения национальной конкурентоспособности и экономической безопасности // Вестник ВГУИТ. 2016. № 2. С. 395–400. doi:10.20914/2310-1202-2016-2-395-400

For citation

Kalach A.V., Shkarupeta E. V., Shmyreva M. B. Development of an industrial complex for ensuring national competitiveness and economic security. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 2. pp. 395–400. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-2-395-400

Введение

Промышленность является основой экономического потенциала любой страны. Уровень экономической безопасности, конкурентоспособность национальной экономики, социально-экономическое развитие и уровень жизни населения напрямую зависят от состояния промышленного комплекса [9].

Структурные сдвиги в экономике и модернизация ведущих секторов и институтов обеспечиваются всем комплексом мер экономической политики, с использованием инструментов государственных программ, стратегий, федеральных целевых программ, дорожных карт по решению конкретных проблем и расширению структурных и институциональных узких мест. Формирование экономики знаний и высоких технологий являются одной из задач государственной программы РФ «Экономическое развитие и инновационная экономика», утверждённой постановлением правительства РФ от 15.04.2014 г. № 316 [17].

Ожидаемыми результатами реализации этой государственной программы должны стать расширение позиций российских компаний на мировых высокотехнологичных рынках, превращение высокотехнологичных производств и отраслей экономики знаний в значимый фактор экономического роста; обеспечение технологической модернизации ключевых секторов, определяющих роль и место РФ в мировой экономике и др.

В Российской Федерации разработан Прогноз научно-технологического развития на период до 2030 года [13] с учётом приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в РФ, перечня критических технологий РФ. Этот прогноз определяет наиболее перспективные области развития науки и технологий, обеспечивающие реализацию конкурентных преимуществ страны. Анализ производства в высокоразвитых странах показывает, что до 90 % увеличения выпуска продукции происходит не за счёт непосредственного увеличения объёмов производственных ресурсов, а за счёт факторов, характеризующих наукоёмкий уровень используемых технологий. Следовательно, есть все основания считать научно-технический прогресс главным фактором экономического развития [1].

Характеризуя развитие научно-технического потенциала России для отработки названных направлений экономического роста, следует отметить, что данный потенциал формируется на основе научно-технической деятельности, под которой следует понимать

«деятельность, направленную на получение, применение новых знаний для решения технологических, инженерных, экономических, социальных, гуманитарных и иных проблем, обеспечения функционирования науки, техники и производства как единой системы» [14].

Среди комплексных исследований, проведённых специалистами по анализу промышленной политики, инновационного климата и проблем, связанных с научно-технологическим и техническим развитием машиностроительного комплекса страны, следует выделить:

- исследования, систематически проводимые специалистами Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» [3–5, 8].

- периодически проводимые крупными консалтинговыми компаниями исследования [11];

- исследования Торгово-промышленной палаты России и Рейтингового Агентства «Эксперт РА» [15], исследования различных институтов [19, 20] и другие.

Так, согласно Прогнозу социально-экономического развития РФ на период до 2030 года [16], дополнительная потребность в расходах федерального бюджета на ключевые проекты для целей повышения качества экономического и социального развития за 2013–2020 гг. оценивается в размере 6,4 трлн. р. в ценах соответствующих лет, что составляет 4% от общего объёма расходов федерального бюджета. Реализация этих ключевых проектов позволит обеспечить достижение в полном объёме целевых параметров указов Президента РФ от 7 мая 2012 года [12].

Основным документом, определяющим цели, направления, индикаторы, мероприятия развития промышленности, в том числе и машиностроения, на сегодняшний момент времени является государственная программа «Развитие промышленности и повышение её конкурентоспособности», утверждённая постановлением правительства РФ 15.04.2014 г. № 328. Стратегической целью Программы является создание в России конкурентоспособной, устойчивой, структурно сбалансированной промышленности, способной к эффективному саморазвитию на основе интеграции в мировую технологическую среду, разработки и применения передовых промышленных технологий, нацеленной на формирование и освоение новых рынков инновационной продукции, эффективно решающей задачи обеспечения экономического развития и повышения обороноспособности страны [18].

Достижение главной цели государственной программы «Развитие промышленности и повышение её конкурентоспособности» осуществляется за счёт реализации подпрограмм (рисунок 1).

По мнению академика С. Ю. Глазьева, в результате становления нового, шестого технологического уклада (рисунок 2) должны произойти существенные изменения в структуре и относительном значении факторов производства. Завершится переход от экономики массового производства к экономике знаний (интеллектуальной экономике), где основной ценностью являются не средства производства,

а навыки действия, от «общества массового потребления» к «обществу творческого потребления», в которых важнейшее значение приобретут научно-технический и интеллектуальный потенциал, а также требования к качеству жизни и комфортности среды обитания.

Из этого следует неизбежность серьёзных изменений в системе экономических институтов и в механизмах управления хозяйственной деятельностью, неготовность которой к освоению новых типов экономической активности сдерживает становление нового технологического уклада [2].

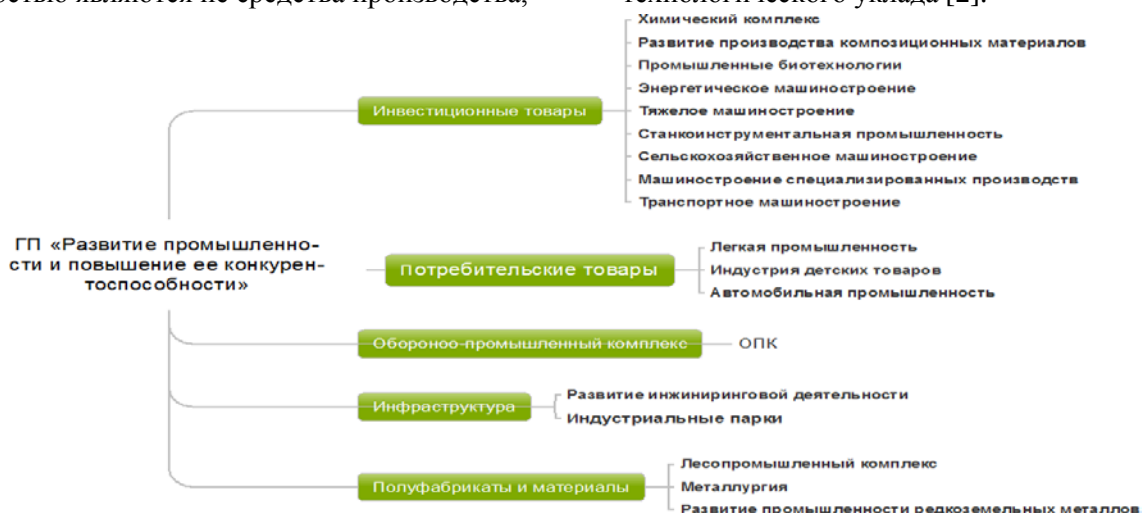


Рисунок 1. Подпрограммы госпрограммы «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности»

Figure 1. Subprogrammes of a state program “Development of the industry and increase of her competitiveness”

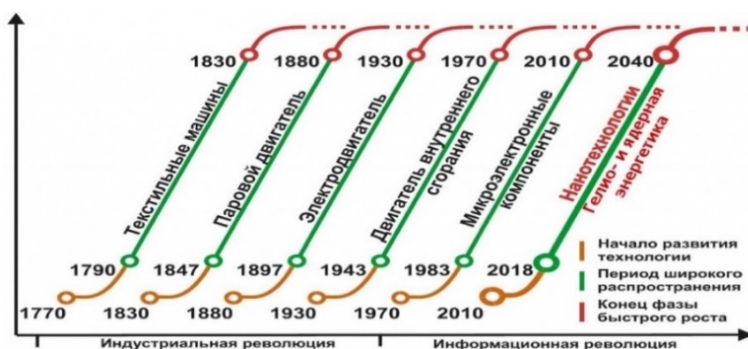


Рисунок 2. Смена технологических укладов в ходе современного экономического развития

Figure 2. Change of technological ways during modern economic development

Согласно прогнозам, при сохранении текущих темпов технико-экономического развития, 6-й технологический уклад вступит в фазу распространения в 2010–2020 гг., а в фазу зрелости – в 40-е гг. XXI века. При этом в 2020–2025 годах произойдёт новая научно-техническая и технологическая революция, основой которой станут разработки, синтезирующие достижения в вышеназванных базовых технологиях. Для подобных прогнозов есть основания. В США, например, доля 5-го

технологического уклада составляет 60%, четвертого – 2 %. И около 5% уже приходится на шестой технологический уклад [7]. В экономике России одновременно существуют несколько технологических укладов [6]. Условно принято считать, что длительность технологического уклада равна 50-60гг. (теория «кондратьевских циклов», «теория длинных волн»).

Отдельно следует оценить состояние машиностроения с точки зрения его воздействия на экономическую безопасность страны.

Индикаторами экономической безопасности в производственной сфере принято считать следующие показатели: долю в промышленном производстве обрабатывающей промышленности с пороговым значением 70% и долю в промышленном производстве машиностроения – 30%. Эти показатели в настоящее время выходят за пределы пороговых значений и равны соответственно менее 50 и 20%. Особую тревогу вызывает резкое снижение доли наукоёмкой продукции. При пороговом значении по доле новых видов продукции в объёме выпускаемой машиностроительной продукции в размере 6% фактическая доля составляет 2,6%. Нельзя не сказать и о низком уровне подготовленности выпускников технических университетов – основного источника кадрового потенциала, ввиду их недостаточной практической подготовки на современном оборудовании, незнания передовых технологий, которые в рамках объединённой технической базы университетов не могут быть даны надлежащим образом [10].

На текущую ситуацию в промышленном комплексе негативным образом повлиял не только мировой финансово-экономический кризис, вызвавший существенный дефицит финансовых ресурсов, необходимых для реализации проектов, связанных с модернизацией производства. В ряде регионов падение промышленного производства было обусловлено, в том числе, политикой деиндустриализации, проводимой региональными органами управления, что, в свою очередь, сформировало дисбаланс пространственного размещения производительных сил. В Санкт-Петербурге формирующийся автомобильный кластер оказался неспособным осуществить локализацию производства комплектующих из-за отсутствия в регионе современных литейных мощностей. Подобная ситуация характерна не только для российской экономики.

В частности в США сейчас активно разрабатывается концепция новой индустриализации,

поскольку политика активного перемещения производственных мощностей в страны с дешёвой рабочей силой привела к серьёзным угрозам экономической безопасности и проблемам занятости населения в деиндустриализованных регионах [9].

По итогам первой Всероссийской премии «Производительность труда: Лидеры промышленности России – 2015», организованной Российским центром производительности в рамках Общественной инициативы «Производительность 2.0» (созданы Деловым порталом «Управление производством») [21] были изучены данные 2130 предприятий машиностроения РФ. Лидеры по производительности труда в машиностроении России следующие: Подольский машиностроительный завод с производительностью труда в 20,95 млн руб./чел./год, что более чем в 10 раз выше средней производительности по отрасли (средняя – 2,05 млн руб./чел./год); Альфа Лаваль Поток, производительность труда – 11,03 млн руб./чел./год; Гражданские самолёты Сухого, производительность труда – 10,73 млн руб./чел./год.

Предприятия машиностроения являются лидерами по производительности и в ряде регионов России: Подольский машиностроительный завод в Московской области (производительность труда 20,95 млн руб./чел./год), Дальневосточный центр судостроения и судоремонта в Приморском крае (производительность труда 9,24 млн руб./чел./год), Прибалтийский судостроительный завод «Янтарь» в Калининградской области (производительность труда 8,22 млн руб./чел./год), Улан-Уденский авиационный завод в Республике Бурятия (производительность труда 5,88 млн руб./чел./год).

В этих условиях представляется возможной качественная оценка экономической безопасности и технического развития промышленного комплекса, а также прогнозирование научно-технического потенциала России в будущем.

ЛИТЕРАТУРА

1 Балабайкин В.Ф. Стратегическое управление техническим развитием предприятий АПК (теория, методология и практика). автореф. дисс. ... д-ра экон. наук. Челябинск, 2008. 43 с.

2 Глазьев С.Ю. Академик Сергей Глазьев удостоен золотой медали им. С.Кузнецова «За вклад в теорию экономического развития и эконометрику». 2011.

3 Городникова Н.В., Гохберг Л.М., Дитковский К. А. Индикаторы инновационной деятельности: 2015: статистический сборник. М.: НИУ ВШЭ, 2015. 320 с.

4 Городникова Н.В., Гохберг Л. М., Дитковский К. А. Индикаторы науки: 2015: статистический сборник. М.: НИУ ВШЭ, 2015. 320 с.

5 Гохберг Л.М. Рейтинг инновационного развития субъектов РФ. М.: НИУ ВШЭ, 2014. 89 с.

6 Ермакова Ж.А., Коробейников И. Н. Научно технический прогресс как основа социально экономического развития региона // Вестник ОГУ 2013. Т. 3 № 152. С. 202–208

7 Каблов Е.Н. Курсом в 6-ой технологический уклад // NanoWeek. 2010. № 99.

8 Мау В.А., Кузьминов Я. И. Стратегия-2020: Новая модель роста - новая социальная политика. Итоговый доклад о результатах экспертной работы по актуальным проблемам социально-экономической стратегии России на период до 2020 года. Книга 1. М.: Дело, 2013. 222 с.

9 Соболев А.С. Управление модернизацией регионального промышленного комплекса на основе развития интеллектуального капитала. автореф. дис. ... д-ра экон. наук, 2012.

10 Концепция формирования Государственной комплексной программы развития машиностроения России

11 Эффективная Россия. Производительность как фундамент роста. McKinsey Global Institute, 2009. 180 с.

12 Указ Президента РФ от 7 мая 2012 г. N 599 "О мерах по реализации государственной политики в области образования и науки", 2012.

13 Прогноз научно-технологического развития Российской Федерации на период до 2030 года, 2013.

14 ФЗ РФ от 23.08.1996 г. № 127-ФЗ "О науке и государственной научно-технической политике", 2013. 127с.

15 Высокопроизводительные места в регионах России (Аналитическая записка). М.: ООО "ТПП-Информ," 2013.

16 Прогноз долгосрочного социально-экономического развития РФ на период до 2030 года, 2013.

17 Экономическое развитие и инновационная экономика. Государственная программа РФ, утв. постановлением Правительства РФ от 15 апреля 2014 г. № 316, 2014. 236с.

18 Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности. Государственная программа РФ, утв. постановлением правительства РФ 15.04.2014 г. № 328, 2014.

19 Основные макроэкономические показатели (Институт комплексных стратегических исследований). URL: <http://icss.ac.ru/macro/>.

20 Мониторинг состояния промышленности на основе индексов ИПЕМ Август 2015 (Институт проблем естественных монополий), 2015. 10 с.

21 ТОП100 лидеров машиностроения: Всероссийская премия "Производительность труда 2015", 2015.

22 Athique A. Post-industrial Development and the New Leisure Economy // Globalisation and the Challenges of Development in Contemporary India. Springer Singapore. 2016. P. 61–76.

23 Pekar V. et al. Integrating a Lightweight Risk Assessment Approach into an Industrial Development Process // Software Quality. The Future of Systems-and Software Development. Springer International Publishing. 2016. P. 186–198.

REFERENCES

1 Balabaykin V.F. Strategicheskoe upravlenie tehnikskim razvitiem predpriyatiy APK (teoriya,

metodologiya i praktika). Avtoref. dis. d-ra ekon. nauk [Strategic management of the technical development of agricultural enterprises (the theory, methodology and practice)] Chelyabinsk, 2008. 43 p. (in Russian).

2 Glazev S. Yu. Akademik Sergey Glazev udostoen zolotoy medali im. S. Kuzneta "Za vklad v teoriyu ekonomicheskogo razvitiya i ekonometriku" [Academician Sergei Glazev won a gold medal named after S. Kuznets "For contributions to the theory of economic development and econometrics"] 2011. (in Russian).

3 Gorodnikova N.V., Gohberg L.M., Ditkovskiy K.A. Indikatoryi innovatsionnoy deyatel'nosti: 2015: statisticheskiy sbornik [Indicators of innovation activity] Moscow, NIU VShE, 2015, 320 p. (in Russian).

4 Gorodnikova N.V., Gohberg L.M., Ditkovskiy K.A. Indikatoryi nauki: 2015: statisticheskiy sbornik [Indicators of sciens] Moscow, NIU "Vysshaya shkola ekonomiki," 2015, 320 p. (in Russian).

5 Gohberg L.M. Reyting innovatsionnogo razvitiya sub'ektov RF [Rating of innovative development of the Russian Federation subjects] Moscow, Natsionalnyy issledovatel'skiy universitet "Vysshaya shkola ekonomiki" 2014. 89 p. (in Russian).

6 Ermakova Zh. A. Nauchno tehnikeskij progress kak osnova sotsialno ekonomicheskogo razvitiya regiona. Vestnik OGU [Proceedings of OSU] 2013, vol. 3, № 152, pp. 202–208. (in Russian).

7 Kablov E.N. Heading into the second technological way. NanoWeek [NanoWeek] 2010, no. 99. (in Russian).

8 Мау В.А., Кузьминов Я. И. Стратегия-2020: Новая модель роста – новая социальная политика. Итоговый доклад о результатах экспертной работы по актуальным проблемам социально-экономической стратегии России на период до 2020 года. Книга 1 [Strategy 2020: New Growth Model – a new social policy. The final report on the results of expert work on topical issues of socio-economic strategy of Russia for the period till 2020] Moscow, Delo, 2013, 222 p. (in Russian).

9 Soboлев A.S. Upravlenie modernizatsiey regionalnogo promyshlennogo kompleksa na osnove razvitiya intellektualnogo kapitala. Avtoref. dis. d-ra ekon. nauk [Management modernization of the regional industrial complex on the basis of intellectual capital development] 2012. (in Russian).

10 Kontseptsiya formirovaniya Gosudarstvennoy kompleksnoy programmy razvitiya mashinostroeniya Rossii [The concept of formation of the State complex program of development of Russian machine-building] (in Russian).

11 Effektivnaya Rossiya. Proizvoditel'nost kak fundament rosta [Effective Russia. Performance as a foundation for growth (McKinsey Global Institute)] 2009, 180 p. (in Russian).

12 Ukaz Prezidenta RF ot 7 maya 2012 g. № 599 "O merah po realizatsii gosudarstvennoy politiki v oblasti obrazovaniya i nauki" [Presidential Decree of May 7, 2012 № 599 "On measures to implement the state policy in the sphere of education and science"] 2012. (in Russian).

13 Prognoz nauchno-tehnologicheskogo razvitiya Rossiyskoy Federatsii na period do 2030 goda [Forecast for Scientific and Technological Development of the Russian Federation for the period till 2030] 2013. (in Russian).

14 FZ RF ot 23.08.1996 g. № 127-FZ "O nauke i gosudarstvennoy nauchno-tehnicheskoy politike" [Federal Law of 23.08.1996, № 127-FZ "On Science and State Scientific and Technical Policy"] 2013, 127 p. (in Russian)

15 Vysokoproizvoditelnyye mesta v regionah Rossii (Analiticheskaya zapiska) [High places in the regions of Russia (Policy Brief)] Moscow, OOO "TPP-Inform" 2013. (in Russian).

16 Prognoz dolgosrochnogo sotsialno-ekonomicheskogo razvitiya RF na period do 2030 goda [Prediction of long-term socio-economic development of the Russian Federation for the period up to 2030] 2013. (in Russian).

17 Ekonomicheskoe razvitiye i innovatsionnaya ekonomika. Gosudarstvennaya programma RF, utv. postanovleniem Pravitelstva RF ot 15 aprelya 2014 g. № 316 [Economic development and innovation economy. State pro-grams of the Russian Federation, approved. RF Government Decree of April 15, 2014 № 316] 2014, 236 p. (in Russian).

18 Razvitiye promyshlennosti i povysheniye ee konkurentosposobnosti. Gosudarstvennaya programma RF, utv. postanovleniem pravitelstva RF

15.04.2014 g. № 328 [The development of industry and rose-shenie its competitiveness. Russian State program approved. Resolution of the RF Government of 15.04.2014 № 328] 2014. (in Russian).

19 Osnovnyie makroekonomicheskie pokazateli (Institut kompleksnyih strategicheskikh issledovaniy) [Main macroeconomic indicators in (Institute for Complex Strategic Studies). Available at: <http://icss.ac.ru/macro>. (in Russian).

20 Monitoring sostoyaniya promyshlennosti na osnove indeksov IPEM Avgust 2015 (Institut problem estestvennyih monopolii) [Monitoring of the state of the industry on the basis of indexes IPEM August 2015 (Institute of Natural Monopolies)] 2015, 10 p. (in Russian).

21 TOP100 liderov mashinostroeniya: Vse-rossiyskaya premiya "Proizvoditelnost truda 2015" [TOP100 engineering leaders: All-Russian Award "Productivity 2015"] 2015 (in Russian).

22 Athique A. Post-industrial Development and the New Leisure Economy. Globalisation and the Challenges of Development in Contemporary India. Springer Singapore, 2016, pp. 61–76.

23 Pekar V. et al. Integrating a Lightweight Risk Assessment Approach into an Industrial Development Process. Software Quality. The Future of Systems-and Software Development. Springer International Publishing, 2016, pp. 186–198.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Андрей В. Калач профессор, заместитель начальника института по научной работе, Воронежский институт ГПС МЧС России, ул. Краснознаменная, 231, Воронеж, 394000, Россия, avkalach@gmail.com

Елена В. Шкарупета доцент, кафедра иностранных языков и культуры речи, Воронежский институт ГПС МЧС России, ул. Краснознаменная, 231, Воронеж, 394000, Россия, 9056591561@mail.ru

Марианна Б. Шмырева научный сотрудник, организационно-научный и редакционно-издательский отдел, Воронежский институт ГПС МЧС России, ул. Краснознаменная, 231, Воронеж, 394000, Россия, mariannaforme@gmail.com

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Андрей В. Калач предложил методику исследования
Елена В. Шкарупета обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела исследования
Марианна Б. Шмырева консультация в ходе исследования, несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 15.04.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 16.05.2016

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Andrey V. Kalach professor, professor, Deputy Head of the Institute for Research, Voronezh Institute of Russian Ministry for Emergency Situations, Krasnoznamennaya st., 231, Voronezh, 394000, Russia, avkalach@gmail.com

Elena V. Shkarupeta associate professor, associate professor, department of Foreign Languages and culture of speech, Voronezh Institute of Russian Ministry for Emergency Situations, Krasnoznamennaya st., 231, Voronezh, 394000, Russia, 9056591561@mail.ru

Marianna B. Shmyreva Researcher organizational research and publishing department, Voronezh Institute of Russian Ministry for Emergency Situations, Krasnoznamennaya str., 231, Voronezh, 394000, Russia, mariannaforme@gmail.com

CONTRIBUTION

Andrey V. Kalach proposed a scheme of the trials
Elena V. Shkarupeta review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment
Marianna B. Shmyreva consultation during the study, is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 4.15.2016

ACCEPTED 5.16.2016

Методы реализации возможностей ресурсного потенциала содействовать росту эффективности деятельности региона

Максим П. Васильев¹ info@iresras.ru

¹ Институт проблем региональной экономики Российской академии наук, ул. Серпуховская, 38, г. Санкт-Петербург, 190013, Россия

Реферат. Рассмотрены методы влияния на экономические результаты, эффективность деятельности регионального хозяйственного комплекса основывающиеся на высоком уровне конкретизации основных характеристик состояния региона. Применение состава методов для обеспечения комплексного влияния на достижение поставленной цели должно в синтезированной форме объединять целевую направленность развития региона с параметрами, объективно раскрывающими его состояние. Обеспечение организационно-экономическими и финансово-инвестиционными методами достижения планируемых целевых ориентиров требует конкретизации и приведения в соответствие ресурсного потенциала региона с располагаемой способностью регионального хозяйственного комплекса способствовать экономическому росту, повышению эффективности деятельности. Основными характеристиками потенциальных ресурсных возможностей региона выступают уровень квалификации работников, степень износа основных фондов и их обновляемости, повышение уровня инновационности региона, его отраслей и комплексов, усиление конкурентных преимуществ, среднегодовая численность работников, стоимость основных и оборотных активов, финансовая устойчивость. Потенциальная возможность региона влиять на способность его структурных составляющих достигать финансовых и экономических ориентиров результативности выступает как эффектоспособность обеспечивать устойчивую динамику эффективности регионального производства, усиливать уровень преимуществ в достижении планируемой эффективности используемых (потребляемых) ресурсов. Применение отдельных методов или их всего состава, создаваемого для обеспечения комплексного влияния на достижение поставленной цели, в синтезированной форме объединяет целевую направленность развития региона с параметрами, наиболее объективно раскрывающими его состояние. Решение задачи обеспечения соответствующими организационно-экономическими, финансово-инвестиционными или иными мерами достижения планируемого целевого ориентира, выражаемого уровнем эффективности деятельности в условиях наиболее полной вовлеченности и интенсивности использования во времени финансово-экономического потенциала региона, возможно на основе высокого уровня организационного потенциала регионального хозяйственного комплекса. Потенциальные возможности поддерживать устойчивые темпы экономического роста или ежегодно повышать эффективность регионального производства характеризуется набором показателей, которые отражают экономико-финансовый и организационный потенциал в соединении со способностью регионального хозяйственного комплекса эффективно использовать материально-технические, трудовые и природные ресурсы, успешно позиционировать на международных и иных рынках.

Ключевые слова: региональный хозяйственный комплекс, эффективность регионального производства, экономические и финансовые результаты, методы повышения эффективности

Methods of the resource potential opportunities implementation in increasing the region activities efficiency

Maxim P. Vasiliev¹ info@iresras.ru

¹ Institute of regional economic problems of the Russian academy of sciences, Serpuhovskaia str., 38, St-Petersburg, 190013, Russia

Summary. The article considers impact methods on the economic results, the effectiveness of the regional economic complex should be based on a high quality of the basic characteristics classification of the region state. Application composition techniques to ensure a comprehensive impact on the achievement of this goal should in synthesized form to union, adopt a target orientation of development of the region with the parameters objectively revealing his condition. Ensuring organizational, economic, financial and investment techniques to achieve the planned targets and requires specifying align resource potential of the region with the available capacity of the regional economic complex to promote economic growth, improve the efficiency of operations. The main characteristics of the potential resource opportunities in the region are the skill level of workers, the degree of depreciation of fixed assets and their renewability, increased innovation in the region, its branches and facilities, strengthening of competitive advantages, the annual average number of employees, the cost of fixed and current assets, financial stability. In the region the opportunity to potentially affect the ability of its structural components to achieve the financial and economic performance targets acts as efficiency ability to provide stable dynamics of regional production efficiency, enhance the level of benefits to achieve the planned efficiency used (consumed) resource. Applying of certain methods or their entire structure, created to provide a comprehensive impact on the goal achievement, in the synthesized form of target orientation combines regional development with the parameters most objectively revealing his condition. Achieving the appropriate organizational, economic, financial, investment or other measures to achieve planned targets that are expressed by the level of efficiency of activity in the conditions of the most complete involvement and intensity of use in time of financial and economic potential of the region, perhaps on the basis of a high level of institutional capacity of the regional economic complex. The potential to support sustainable economic growth or an annual increase the efficiency of regional production is characterized by a set of indicators that reflect the economic-financial and organizational capacity in conjunction with the ability of the regional economic complex effectively is-enjoy the material-technical, labor and natural resources, has successfully positioned on and other international markets.

Keywords: regional economic complex, effectiveness of regional production, economic and financial results, methods of efficiency improving

Введение

Формирование состава методов как совокупности логико-вербальных, аналитических, организационно-технологических приёмов, операций моделирования установления адекватности выдвигаемого теоретического положения должно основываться на конкретизации

основных характеристик состояния объекта, применительно к которым методы могли бы влиять на решение поставленных менеджментом, задач, например, достижение повышения темпов роста экономического результата, эффективности деятельности.

Для цитирования

Васильев М. П. Методы реализации возможностей ресурсного потенциала содействовать росту эффективности деятельности региона // Вестник ВГУИТ. 2016. № 2. С. 401–403. doi:10.20914/2310-1202-2016-2-401-403

For citation

Vasiliev M. P. Methods of the resource potential opportunities implementation in increasing the region activities efficiency. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 2. pp. 401–403. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-2-401-403

Применение отдельных или всех методов для достижения поставленной цели, на наш взгляд, должно объединять целевую направленность развития объекта исследования с параметрами, объективно раскрывающими его состояние.

Постановка перед региональным хозяйственным комплексом (РХК) задачи по обеспечению организационно-экономическими, финансово-инвестиционными и иными мерами для достижения планируемой цели требует конкретизации и приведения в соответствие потенциалов региона и РХК для достижения роста эффективности используемых ресурсов [1].

Понятие «потенциал» для регионального хозяйства, выражается в возможности использовать имеющиеся средства для достижения цели. Планируемый уровень эффективности регионального производства должен быть тесно связан со способностью достигать экономических, финансовых и др. результатов.

Возможности поддерживать устойчивые темпы роста или повышать эффективность регионального производства характеризуется набором идентификаторов, которые выражают экономико-финансовый и организационный потенциал вместе со способностью РХК эффективно работать и успешно позиционировать себя на межрегиональных и иных рынках.

Финансово-экономический потенциал региона – это достижение планируемых экономических, финансовых результатов, эффективности производства посредством организационно-экономических, финансово-инвестиционных, маркетинговых методов.

Потенциальные возможности РХК зависят от стратегической ориентации и его структурных составляющих на противодействие негативным факторам модернизацию основного капитала, материальных элементов оборотных средств, на инвестирование в технологические, продуктовые и маркетинговые новшества, усиление конкурентных преимуществ, на установление балансового соответствия планируемых экономических результатов, затрат, эффективности потребляемых ресурсов возможностями [2].

Основными количественными характеристиками финансово-экономического потенциала РХК являются: среднегодовая численность персонала, стоимость основных фондов, материальных элементов оборотных средств, величина средств в расчётах и денежных средств, степень износа и коэффициенты обновления, выбытия основных фондов, финансовая устойчивость отраслевых составляющих региона (коэффициенты автономии, обеспечения собственными оборотными средствами

В потенциальные возможности сохранять или повышать эффективность используемых ресурсов следует включить среднесрочную динамику изменений валового регионального продукта, сальдированного финансового результата, общих затрат на ежегодное региональное производство.

Также следует включить: использование благоприятных экономических условий для создания новых и модификации выпускаемых видов продукции, оказываемых услуг; занятие новых сегментов рынка; формирование и применение стратегии экономического роста за счёт горизонтальной, вертикальной интеграции; использование слабых сторон конкурентов для внедрения стратегии инновационных изменений и получения дополнительной прибыли за счёт создания и внедрения прорывных новшеств [3].

В целом потенциальная возможность РХК влиять на способность субъектов хозяйствования достигать финансовых и экономических результатов в кратко-, среднесрочном периодах может быть представлена таким понятием, как *эффектоспособность*.

Эффектоспособность региона характеризуется не только интеграционным единством и синтезированием потенциальных возможностей поддерживать и повышать способность региона получать среднеотраслевые и среднерегиональные финансовые и экономические результаты, но и соблюдать планируемую динамику роста эффективности РХК в кратко-, среднесрочном периоде времени.

Способность получать финансовые и экономические результаты в социально-экономическом развитии близка по своему содержательному раскрытию к понятию «конкурентоспособность» РХК.

При этом у конкурентоспособности, как и у эффектоспособности, целевая ориентация – получение сальдированного финансового и экономического результата – валового регионального продукта.

Вербальная характеристика конкурентоспособности и эффектоспособности РХК имеет некоторые отличия. В первом случае получение валового регионального продукта или сальдированного финансового результата должно состояться в краткосрочном периоде 1 года. Во втором случае финансовые и экономические результаты деятельности РХК и в целом эффективность используемых (потребляемых) ресурсов на среднестатистическом (среднеотраслевом) уровне результативности и эффективности деятельности должны быть получены как в краткосрочном, так и в средне-, долгосрочном периодах.

Следует отметить то, что применение финансово-инвестиционных, организационно-экономических, маркетинговых и иных методов влияния для поддержания эффектоспособности региона в перспективном периоде времени (посредством прибыли окупать средства, вложенные в основной капитал, оборотные активы) позволяют менеджменту структурных составляющих и в целом РХК соединять возможности ресурсного потенциала с организационной и конкурентной способностью, ориентированной на повышение темпов экономического роста и эффективности использования (потребления) материально-технических, трудовых и природных ресурсов региона [4].

Отметим, что если целевая направленность ресурсного потенциала сохранять или увеличивать конкурентоспособность РХК

трансформируется в уровне усиления конкурентных преимуществ, то имеющиеся возможности ресурсного, организационного, инновационно-инвестиционного и маркетингового потенциалов обеспечивать планируемую устойчивую динамику эффективности регионального производства как «уровень эффективных преимуществ региона».

Заключение

Обобщение эффективных преимуществ РХК может быть выполнено на основе суммирования основных характеристик ресурсного, организационного, инновационно-инвестиционного и маркетингового потенциалов и эффектоспособности региона посредством интегрального или экспертно-аддитивного метода оценки обобщающего уровня эффективных преимуществ регионального хозяйства, его структурных составляющих.

ЛИТЕРАТУРА

1 Гудзовский Д. А., Кроливецкий Э. Н. Функциональное назначение, целевая ориентация и объекты прогнозирования экономического развития предпринимательских структур // Петербургский экономический журнал. 2015. № 2. С. 60–64.

2 Кроливецкий Э.Н., Гусева А.А., Ялунер Е.В. Формирование систем показателей эффективности регионального производства // Журнал правовых и экономических исследований. 2016. № 1. С. 145–150.

3 Миленков А.В. Формирование модели устойчивого развития финансовой системы региона // Журнал правовых и экономических исследований. 2016. № 1. С. 159–163.

4 Рогова И.Н. Направления трансформации операционных функций при проектировании производства продукции // Журнал правовых и экономических исследований. 2013. № 2. С. 118–121.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Максим П. Васильев аспирант, Институт проблем региональной экономики Российской академии наук, ул. Серпуховская, 38, г. Санкт-Петербург, 190013, Россия

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Максим П. Васильев обзор литературных источников по исследуемой проблеме, написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 13.04.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 18.05.2016

REFERENCES

1 Gudzovskii D.A., Krolivetskii E.N. Functional purpose, orientating and objects of economic development forecasting of business structures. *Peterburgskij jekonomicheskij zhurnal* [Petersburg Economic Journal] 2015, no. 2, pp. 60–64. (in Russian)

2 Krolivetskii E.N., Guseva A.A., Yaluner E.V. Formation of systems of indicators of the effectiveness of regional production. *Zhurnal pravovykh i jekonomicheskikh issledovanij* [Journal of legal and economic studies] 2016, no. 1, pp. 145–150. (in Russian)

3 Milenkov A.V. Building the model of sustainable development of the region's financial system. *Zhurnal pravovykh i jekonomicheskikh issledovanij* [Journal of legal and economic studies] 2016, no. 1, pp. 159–163. (in Russian)

4 Rogova I.N. Direction of transformation of the operational functions in designing production. *Zhurnal pravovykh i jekonomicheskikh issledovanij* [Journal of legal and economic studies] 2013, no. 2, pp. 118–121. (in Russian)

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Maxim P. Vasiliev graduate student, Institute of regional economic problems of the Russian academy of sciences, Serpuhovskaia str., 38, St-Petersburg, 190013, Russia

CONTRIBUTION

Maxim P. Vasiliev review of the literature on an investigated problem, 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 4.13.2016

ACCEPTED 5.18.2016

Метод погружения задачи сравнения финансового состояния предприятий в экспертную оболочку в классе алгоритмов искусственного интеллекта

Сергей В. Бухарин¹ svbuharin@mail.ru
Ольга С. Молочаева¹ mosprep@mail.ru
Александр И. Хорев¹ al.khorev@gmail.com

¹ кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Реферат. Финансовое состояние предприятия принято оценивать множеством характеристик (платёжеспособность и ликвидность, структура капитала, рентабельность и др.). Часть финансовых коэффициентов оказывается малоинформативной, а другая часть содержит взаимосвязанные величины. Поэтому для устранения неоднозначности перейдём к обобщённым показателям – рейтинговым числам, а в качестве основного средства исследования предлагается использовать теорию экспертных систем. Характерной особенностью современной теории экспертных систем следует считать применение интеллектуальных способов обработки данных data mining, или интеллектуального анализа данных. Предложен метод погружения задачи сравнения финансового состояния экономических объектов в экспертную оболочку в классе систем искусственного интеллекта (алгоритмы метода анализа иерархий, ассоциативного обучения нейронной сети, алгоритма обучения с функцией активации softmax). Введён обобщённый показатель структуры капитала в виде рейтингового числа и сформировано признаковое (факторное) пространство для семи конкретных предприятий. Выделены количественные признаки (финансовые коэффициенты структуры капитала) и осуществлена их нормировка по правилам теории экспертных систем. К полученному множеству обобщённых показателей применён метод анализа иерархий: на основе лингвистической шкалы Т. Саати определены ранги признаков, отражающие относительную значимость различных финансовых коэффициентов, и построена матрица парных сравнений. Рассчитан вектор приоритета признаков на основе решения уравнения для собственных чисел и векторов упомянутой матрицы. В итоге осуществлена визуализация полученных результатов, позволившая устранить трудности интерпретации малых и отрицательных значений обобщённого показателя. Для дальнейшего сглаживания разброса показателей применена нейронная сеть с ассоциативным обучением и функцией активации softmax. Применение этого метода позволяет значительно облегчить проблемы интерпретации результатов сравнения финансового состояния различных предприятий.

Ключевые слова: финансовое состояние, структура капитала, метод анализа иерархий, нейронные сети

Method of immersion of a problem of comparison financial conditions of the enterprises in an expert cover in a class algorithms of artificial intelligence

Sergey V. Bukharin¹ svbuharin@mail.ru
Olga S. Molochayeva¹ mosprep@mail.ru
Aleksandr I. Khorev¹ al.khorev@gmail.com

¹ economic security and financial monitoring department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia

Summary. The financial condition of the enterprise can be estimated by a set of characteristics (solvency and liquidity, structure of the capital, profitability, etc.). The part of financial coefficients is low-informative, and other part contains the interconnected sizes. Therefore for elimination of ambiguity we will pass to the generalized indicators – rating numbers, and as the main means of research it is offered to use the theory of expert systems. As characteristic of the modern theory of expert systems it is necessary to consider application of intellectual ways of data processing of data mining, or simply data mining. The method of immersion of a problem of comparison of a financial condition of economic objects in an expert cover in a class of systems of artificial intelligence is offered (algorithms of a method of the analysis of hierarchies, contiguity leaning of a neural network, algorithm of training with function of activation softmax). The generalized indicator of structure of the capital in the form of rating number is entered and the sign (factorial) space for seven concrete enterprises is created. Quantitative signs (financial coefficients of structure of the capital) are allocated and their normalization by rules of the theory of expert systems is carried out. To the received set of the generalized indicators the method of the analysis of hierarchies is applied: on the basis of a linguistic scale of T. Saaty the ranks of signs reflecting the relative importance of various financial coefficients are defined and the matrix of pair comparisons is constructed. The vector of priority signs on the basis of the solution of the equation for own numbers and own vectors of the mentioned matrix is calculated. As a result the visualization of the received results which has allowed to eliminate difficulties of interpretation of small and negative values of the generalized indicator is carried out. The neural network with contiguity leaning and function of activation softmax is applied to further smoothing of dispersion of indicators. Application of this method allows to facilitate considerably problems of interpretation of results of comparison of a financial condition of various enterprises.

Keywords: financial condition, structure of the capital, method of the analysis of hierarchies, neural networks

Для цитирования

Бухарин С. В., Молочаева О. С., Хорев А. И. Метод погружения задачи сравнения финансового состояния предприятий в экспертную оболочку в классе алгоритмов искусственного интеллекта // Вестник ВГУИТ. 2016. № 2. С. 404–409. doi:10.20914/2310-1202-2016-2-404-409

For citation

Bukharin S. V., Molochayeva O. S., Khorev A. I. Method of immersion of a problem of comparison financial conditions of the enterprises in an expert cover in a class algorithms of artificial intelligence. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 2 pp. 404–409. (in Russ.). doi:10.20914/2310-1202-2016-2-404-409

Введение

Финансовое состояние предприятия принято оценивать множеством характеристик (платёжеспособность и ликвидность, структура капитала, степень покрытия запасов источниками их формирования, степень близости к банкротству, рентабельность, рыночная и деловая активность) [1]. В свою очередь, каждая из этих характеристик определяется несколькими показателями (коэффициентами), рассчитываемыми по данным бухгалтерской отчётности.

Часть из этих показателей является малоинформативной, а другая часть содержит взаимосвязанные величины. Кроме того, некоторые показатели удовлетворяют нормальным ограничениям, а другие показатели могут им не удовлетворять. В итоге оценка каждой из упомянутых выше характеристик оказывается расплывчатой и неоднозначной. Поэтому для устранения неоднозначности приходится переходить к обобщённым показателям – рейтинговым числам, а в качестве основного средства исследования использовать теорию экспертных систем.

Характерной особенностью современной теории экспертных систем следует считать применение интеллектуальных способов обработки данных *Data Mining* (интеллектуальный анализ данных) – собирательное название, используемое для обозначения совокупности методов обнаружения во множестве данных ранее неизвестных, нетривиальных и доступных интерпретации знаний, необходимых для принятия решений в различных сферах человеческой деятельности [2]. Основу *Data Mining* составляют теории экспертных систем, классификации, моделирования и прогнозирования, основанные на применении нейронных сетей, генетических алгоритмов, многомерного регрессионного анализа, методы кластеризации и анализа иерархий, ассоциативной памяти, теории нечётких множеств, факторного анализа, главных компонент и др. В целом, упомянутые методы лежат на стыке теории баз данных, статистики и искусственного интеллекта.

1.1 Метод погружения задачи сравнения экономических объектов в экспертную оболочку

Метод предназначен для совершенствования решения класса вычислительных задач оценки и сравнения экономических объектов (финансового состояния предприятий, товаров, работ и др.). Предлагаемая процедура реализуется в несколько этапов:

1. К множеству сравниваемых объектов применяется общий принцип теории экспертных систем – принцип выделения наиболее информативных признаков и разделения признаков

на количественные, качественные, наличия определённых свойств, признаки общей экономической оценки, признаки критической оценки. В зависимости от влияния на обобщённый показатель качества объекта выделяют признаки положительного эффекта (ППЭ) и признаки отрицательного эффекта (ПОЭ), например, стоимостно-внедренческие признаки. Для обоих видов этих признаков применяют различные нормировки. Сформированное множество данных образует признаковое (факторное) пространство, которое в задачах многомерного статистического анализа часто называют множеством референтных данных.

2. Следующим этапом является применение к полученному референтному множеству методов интеллектуального анализа (*data mining*): метода анализа иерархий, теории нечётких множеств, модели множественной линейной регрессии, метода главных компонент, гребневой (*ridge*) регрессии, метода ассоциативного обучения нейронной сети, алгоритмов классификации, кластеризации, прогнозирования значений обобщённого показателя на основе многомерной калибровки, визуализации полученных результатов и др.

Назовём исходную задачу сравнения экономических объектов, к которой мы собираемся применить методы интеллектуального анализа, *базовой задачей*. Погружение в экспертную оболочку предполагает, во-первых, подготовку входных данных для базовой задачи (метод анализа иерархий, метод главных компонент, нечётко-множественные представления и др.). Во-вторых, необходимо представить итоговые результаты базовой задачи в наиболее полном и качественно интерпретируемом виде (метод ассоциативного обучения, классификация объектов экспертизы, алгоритмы кластеризации и др.).

На этом этапе важен выбор наиболее рациональных приёмов визуализации результатов. Как известно, проблема визуализации является далеко не тривиальной.

3. Реализация большинства из перечисленных выше методов интеллектуального анализа осуществляется на основе теории нейронных сетей [3]. Так, для реализации ассоциативного обучения используется нейронная сеть с функцией активации *softmax*. Для решения задачи классификации используется нейронная сеть *perceptron*, а для кластеризации объектов экспертизы – самоорганизующаяся сеть Кохонена с функцией активации *compelayer*.

В качестве примера использования предложенного метода рассмотрим следующую *базовую задачу*.

1.2 Сравнение структуры капитала предприятий

Рассмотрим пример оценки и сравнения структуры капитала. Для устранения неоднозначности оценок в работе [4] был предложен обобщённый показатель структуры капитала J , учитывающий вклад отдельных показателей – единое рейтинговое число:

$$J = \sum_{i=1}^m V_i x_i, \quad (1)$$

где x_i , $i=1,2,\dots,m$ – признаки объекта экспертизы (нормированные финансовые коэффициенты структуры капитала), V_i – весовые

коэффициенты, определяющие относительную важность признаков.

При экспертной оценке финансового состояния предприятий с использованием обобщённого показателя (1) требуется определить финансовые коэффициенты структуры капитала, найти вектор приоритетов $\{V_i\}$, рассчитать множество показателей J_k , $k=1,2,\dots$ для различных предприятий и сравнить эти предприятия между собой.

Воспользуемся приведёнными в работе [5] данными балансов ряда известных предприятий (таблица 1).

Таблица 1

Данные балансов сравниваемых предприятий

Table 1

Data of balances of the compared enterprises

Предприятия / Enterprises		Разделы баланса / Sections of balance					Баланс Balance
k	Название / Name	1	2	3	4	5	
1	«Финист» Finist	27164	95914	560	486	122032	123078
2	«Мебель ЧЗ» Furniture CHZ	227406	229171	410014	20782	25781	456577
3	«Кристалл» Crystal	171710	342166	213153	79934	220789	513876
4	«Висант» Visant	118051	86664	94211	–	110504	204715
5	«Логус» Logus	131633	60220	39484	128891	23478	191853
6	«Водоканал» Vodokanal	1831590	1665945	1472222	8486	2016827	3497535
7	«Хлеб 3-д №2» Bakery №2	15236	54374	33549	–	36061	69610

В качестве признаков обобщённого показателя структуры капитала J для каждого из предприятий выберем соответственно модифицированные финансовые коэффициенты:

1. капитализации (плечо финансового рычага) U_1 с нормальным ограничением $U_1 \leq 1,5$;
2. обеспеченности собственными источниками финансирования U_2 с нормальным ограничением $U_2 > 0,1$;
3. автономии (финансовой независимости) U_3 с нормальным ограничением $U_3 > 0,4$;
4. финансирования U_4 с нормальным ограничением $U_4 > 0,7$;
5. финансовой устойчивости U_5 с нормальным ограничением $U_5 > 0,6$.

В статье [5] были рассчитаны финансовые коэффициенты структуры капитала $U_1 - U_5$ для семи известных (референтных) предприятий «Финист», «Мебель Черноземья», «Кристалл», «Висант», «Логус», «Водоканал», «Хлебозавод № 2», которые сведём в единую таблицу (таблица 2), пронумеровав предприятия для удобства ($k=1,2,\dots$).

Как известно, коэффициент капитализации U_1 является просто обратной величиной коэффициента финансирования и поэтому учиты-

вать его вторично нецелесообразно. Тогда остаётся четыре независимых показателя (признака), которые обозначим следующим образом:

$$x_1 = U_2, \quad x_2 = U_3, \quad x_3 = U_4, \quad x_4 = U_5. \quad (2)$$

Перейдём от абсолютных значений x_i , $i=1-4$ признаков к их нормированным значениям делением на соответствующие границы нормальных ограничений. Например, для коэффициента обеспеченности собственными источниками финансирования U_2 нормальное ограничение имеет вид $U_2 > 0,1$. Тогда требуется разделить все значения третьего столбца таблицы 2 на 0,1 и т.д.

Составим матрицу нормированных признаков известных предприятий, именуемую матрицей референтных данных и состоящую из переменных (регрессоров) x_{ki} , где k – номер предприятия по списку, i – номер признака:

$$X = \begin{pmatrix} 0,000 & 0,011 & 0,006 & 0,015 \\ 7,968 & 2,245 & 12,58 & 1,573 \\ 1,211 & 1,036 & 1,012 & 0,951 \\ -2,751 & 1,150 & 1,218 & 0,767 \\ -15,30 & 0,514 & 0,370 & 1,463 \\ -2,157 & 1,052 & 1,038 & 0,705 \\ 3,361 & 1,203 & 1,326 & 0,802 \end{pmatrix} \quad (3)$$

Финансовые коэффициенты структуры капитала

Table 2

Financial coefficients of structure of the capital

Предприятия Enterprises		Финансовые коэффициенты Financial coefficients				Обобщённый показатель J Generalized Indicator J
Номер i Number i	Название / Name	U_2	U_3	U_4	U_5	
1	«Финист» Finist	-0,2773	0,0045	0,0046	0,0093	0,010
2	«Мебель ЧЗ» Furniture CHZ	0,7968	0,8986	8,8056	0,9435	4,549
3	«Кристалл» Crystal	0,1211	0,4147	0,7088	0,5703	1,055
4	«Висант» Visant	-0,2751	0,4602	0,8526	0,4602	0,229
5	«Логус» Logus	-1,5302	0,2058	0,2591	0,8776	-2,221
6	«Водоканал» Vodokanal	-0,2157	0,4209	0,7269	0,4234	0,270
7	«Хлеб з-д №2» Bakery №2	0,3361	0,4812	0,9303	0,4812	1,476

Для расчёта обобщённых показателей структуры капитала по формуле (1) необходимо знать вектор весовых коэффициентов V . Этот вектор был рассчитан с помощью метода анализа иерархий Т. Саати и имеет вид:

$$V = (0,197 \ 0,227 \ 0,152 \ 0,423)^T. \quad (4)$$

Используя выражения (3), (4), рассчитаем вектор обобщённых показателей:

$$J = (0,010 \ 4,549 \ 1,055 \ 0,229 \ -2,222 \ 0,270 \ 1,476)^T. \quad (5)$$

и представим результаты графически (рисунок 1).

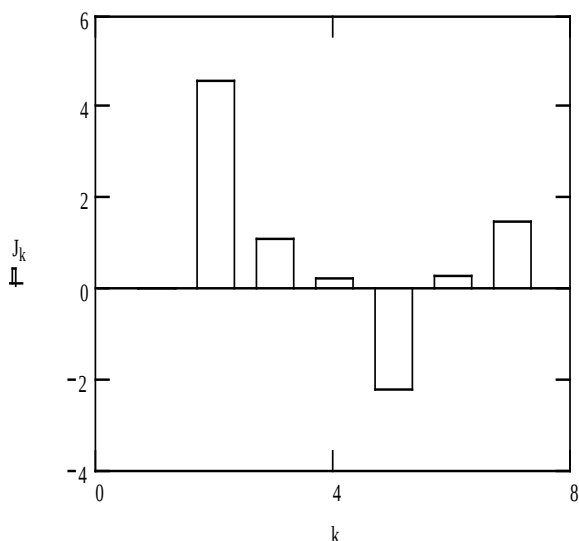


Рисунок 1. Обобщённые показатели структуры капитала J_k для сравниваемых предприятий ($k = 1, 2, \dots, 7$)

Figure 1. The generalized indicators of structure of the capital for the compared enterprises ($k = 1, 2, \dots, 7$)

Как видим, при интерпретации полученных результатов (см. рисунок 1) возникают определённые осложнения: обобщённый показатель структуры капитала J_5 для пятого объекта принимает отрицательное значение, а показатель J_1 для первого объекта настолько мал, что при выбранном масштабе вообще не отображается на графике.

Для рассмотренной выше базовой задачи выберем экспертную оболочку, основанную на методе анализа иерархий (МАИ) и ассоциативном обучении самоорганизующейся нейронной сети.

1.3 Метод анализа иерархий

Согласно лингвистической шкале метода МАИ определим ранги обобщённых показателей J_k структуры капитала предприятий, используя выражение (5). Для использования принятой согласно Т. Саати методике построения матрицы парных сравнений W упорядочим сравниваемые предприятия так, чтобы при увеличении номера вновь обозначенных предприятий ранги возрастали.

Построим матрицу парных сравнений W , в которой первая строка – ранги в порядке возрастания, а первый столбец – обратные величины рангов.

Остальные элементы w_{kl} выбираются экспертами исходя из относительной значимости

показателей J_k и J_l , окончательно, матрица W равна:

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 5 & 5 & 7 & 9 \\ 0,50 & 1 & 2 & 3 & 3 & 5 & 7 \\ 0,33 & 0,50 & 1 & 3 & 3 & 5 & 7 \\ 0,20 & 0,33 & 0,33 & 1 & 3 & 3 & 5 \\ 0,20 & 0,33 & 0,33 & 1 & 1 & 3 & 5 \\ 0,14 & 0,20 & 0,20 & 0,33 & 0,33 & 1 & 3 \\ 0,11 & 0,14 & 0,14 & 0,20 & 0,20 & 0,33 & 1 \end{pmatrix} \quad (6)$$

Из уравнения для собственных чисел и векторов

$$WV = \lambda V \quad (7)$$

определим наибольшее собственное число $\lambda_{\max} = 7,289$.

По формуле

$$ИС = (\lambda_{\max} - m) / (m - 1), \quad (8)$$

где m – порядок матрицы W , найдём индекс согласованности $ИС = 0,048$.

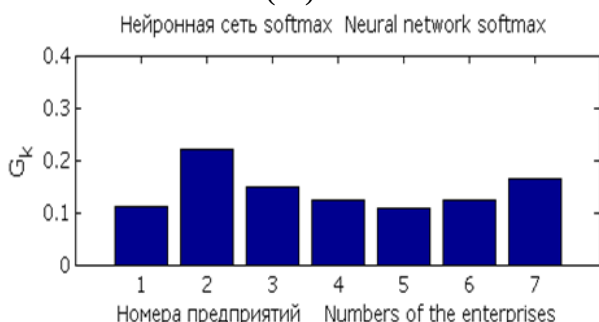
Как видим, ИС не превосходит порогового значения 0,1. Это означает, что матрица парных сравнений W достаточно хорошо согласована.

Из уравнения (7) определим матрицу собственных векторов, первый из которых и является вектором приоритетов для упорядоченных по степени снижения обобщённого показателя структуры капитала предприятий

$$V = (0,762 \quad 0,464 \quad 0,365 \quad \dots \quad 0,085 \quad 0,048)^T \quad (9)$$

Осуществим обратный переход от упорядоченных предприятий к исходной последовательности предприятий. Тогда вектор (9) преобразуется к виду:

$$V = (0,085 \quad 0,762 \quad \dots \quad 0,048 \quad 0,175 \quad 0,464)^T, \quad (10)$$



где порядок элементов уже соответствует исходной нумерации предприятий (см. таблицу 2), и соответственно обозначим его элементы (показатели Саати) как S_k (рисунок 2).

Значения элементов вектора приоритетов (9) для предприятий с менее значимыми показателями структуры капитала оказались неоправданно заниженными: по сравнению с максимальным значением 0,762 первый и пятый объекты имеют показатели 0,085, 0,048, т. е. меньше в 8,96 и 15,87 раз, соответственно (рисунок 2). Такой недостаток метода МАИ был неоднократно отмечен и ранее.

Для экспертного сглаживания результатов используем процедуру ассоциативного обучения нейронной сети с нормализованной функцией активации *softmax*, подавая на её вход вектор приоритетов (10). В основе процедуры лежит вероятностная модель смешения мнений экспертов, подробно описанная в работе [4].

В результате обработки вектора приоритетов (10) нейронной сетью с функцией активации *softmax* получим скорректированный вектор приоритетов

$$G = (0,109 \quad 0,113 \quad \dots \quad 0,096 \quad 0,196)^T, \quad (11)$$

элементы которого являются толерантными обобщёнными показателями.

Результаты моделирования представлены на рисунке 2, где на верхней части рисунка проиллюстрировано чрезмерное подавление оценок метода анализа иерархий для 1,5 объектов. На нижней части рисунка приведены результаты обработки оценок на основе процедуры ассоциативного обучения с нормализованной функцией активации *softmax*, что приводит к совершенно иной интерпретации решения задачи экспертизы.



Рисунок 2. Показатели качества: после применения метода анализа иерархий S_k и на выходе нейронной сети G_k

Figure 2. Quality indicators: after application of a method of the analysis of hierarchies S_k and at the exit of a neural network G_k

Дальнейшее расширение экспертной оболочки по сравнению с представленным выше примером целесообразно на основе методов

теории нейронных сетей, например, кластеризации объектов экспертизы с помощью самоорганизующихся нейронных сетей

Заключение

В целом, предлагаемый метод погружения вычислительной задачи сравнения структуры капитала предприятий в экспертную оболочку в классе программ реализации методов искусственного интеллекта представляется эффективным средством повышения надёжности принимаемых управленческих решений.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Вахрушина М.А. Анализ финансовой отчетности. М.: Инфра-М, 2011. 431 с.
- 2 Witten I., Frank E., Hall M. Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques. N.Y.: Morgan Kaufmann, 2011. 664 p.
- 3 Graupe D. Principles of Artificial Neural Networks. N.Y.: World Scientific, 2013. 363 p.
- 4 Бухарин С.В., Навоев В.В. Методы теории нейронных сетей в экспертизе технических и экономических объектов. Воронеж: Научная книга, 2015. 256 с.
- 5 Бухарин С.В., Мельников А.В., Хорев А.И. Экспертная оценка и прогнозирование обобщенного показателя структуры капитала предприятий // Финансы. Экономика. Стратегия (ФЭС). 2013. № 5. С. 9–12.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Сергей В. Бухарин д. т. н., профессор, кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, svbuharin@mail.ru
Ольга С. Молочаева к. ю. н., доцент, кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, mosprep@mail.ru
Александр И. Хорев д. э. н., профессор, заведующий кафедрой, кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, al.khorev@gmail.com

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Сергей В. Бухарин написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат
Ольга С. Молочаева обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперимент, выполнила расчёты
Александр И. Хорев консультация в ходе исследования

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 08.04.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 16.05.2016

Применение метода анализа иерархий к множеству референтных данных конкретных предприятий позволило устранить трудность интерпретации обобщённых показателей структуры капитала для наименее успешных предприятий, а ассоциативное обучение нейронной сети с функцией активации *softmax* позволяет уменьшить разброс результатов экспертизы.

REFERENCES

- 1 Vakhruschina M.A. Analiz finansovoy otchetnosti [Analysis of financial statements]. Moscow, Infra-M, 2011. 431 p. (In Russ.).
- 2 Witten I., Frank E., Hall M. Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques. N.Y., Morgan Kaufmann. 2011. 664 p.
- 3 Graupe D. Principles of Artificial Neural Networks. N.Y., World Scientific, 2013. 363 p.
- 4 Bukharin S.V., Navoyev V.V. Metody neuronnykh setey v ekspertize tekhnicheskikh i ekonomicheskikh obektov [Methods of the theory of neural networks in examination of technical and economic objects]. Voronezh, Scientific book. 2015. 256 p. (In Russ.).
- 5 Bukharin S.V., Melnikov A.V., Horev A.I. An expert assessment and forecasting of the generalized indicator of structure of the capital of the enterprises. *Finansy. Ekonomika. Strategiya (FES)*. [Finance. Economy. Strategy (F.E.S)]. 2013. no.5. pp. 9–12. (In Russ.).

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Sergey V. Bukharin d. t. sc., professor, economic security and financial monitoring department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia, svbuharin@mail.ru
Olga S. Molochayeva c. jur. sc., associate professor, economic security and financial monitoring department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia, mosprep@mail.ru
Alexander I. Horev d. ec. sc., professor, head of the department, economic security and financial monitoring department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia, al.khorev@gmail.com

CONTRIBUTION

Sergey V. Bukharin has written the manuscript, corrected it before giving in edition and it's responsibility for plagiarism
Olga S. Molochayeva the review of references on the studied problem, has made experiment, has executed calculations
Alexander I. Horev consultation during research

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 4.8.2016

ACCEPTED 5.16.2016

**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, подрисовочные подписи и др.) набирается на компьютере в соответствии со стилями форматирования шаблона журнала для MS Word 2007–2016. Объем статьи, включая список литературы и подрисовочные 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. Иванов¹,

Иван А. Петров²

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

Чашин 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. №1. 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. Трактровка 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 zdavookhraneniya», 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_farmatsevticheskaja_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. СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / 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/vguut/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 THE TITLE PAGE INCLUDES:

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. Ivanov¹,**

Ivan A. Petrov²

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. THE MAIN TEXT OF THE ARTICLE

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 ACKNOWLEDGEMENTS:(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

Чашин 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. №1. 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 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)

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. №5. 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, №2. 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 mezhr regional'noi konferentsii «Novye meditsinskie tekhnologii na sluzhbe pervichnogo zvena zdavookhraneniya»*, 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 pharmaceutical industry]. Available at: http://perspektivy.info/rus/ekob/globalnaja_farmatsevticheskaja_promyshlennost_2011-07-18.html. (accessed 23.06.2013)

Description of GOST:

In Russian

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.

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.