ISSN 2226-910X

Вестник

Воронежского государственного УНИВЕРСИТЕТА ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ



2018

№ 1

16+

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

16+

ВЕСТНИК ВОРОНЕЖСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

PROCEEDINGS OF THE VORONEZH STATE UNIVERSITY OF ENGINEERING TECHNOLOGIES

2018, Том. 80, № 1

НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ОСНОВАН В 1938 ГОДУ
ВЫХОДИТ 4 РАЗА В ГОД

Воронеж
2018

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

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

Материалы журнала размещаются в
БД РИНЦ (www.elibrary.ru/title_about.asp?id=32905) л/д №6-01/2014 от 22.01.14г
БД AGRIS [ФАО ООН] (http://agris.fao.org) – выборочно,
ЭБС Лань (https://e.lanbook.com/journal/2217) л/д №09/09 от 09.09.13г
ЭБС IPRbooks л/д №894/15 от 20.11.15г
ЭБ КиберЛенинка (https://goo.gl/xNY2jK) л/д №56/31604-01 от 27.09.16г
БД ВИНИТИ РАН
НИС Соционет (https://socionet.ru/collection.xml?h=spz:neicon:vestnik-vsuet)
БД Directory of Open Access Journals (DOAJ) (https://goo.gl/GIdy7L)
БД Open Access scholarly Resources (ROAD) (https://goo.gl/HQEuOJ)
The European Library (TEL) (http://www.theeuropeanlibrary.org/tel4/search?query=2226-910X)
БД AcademicKeys (https://goo.gl/7f7nRO)
Research Bible (http://journalseeker.researchbib.com/view/issn/2226-910X)
БД EBSCO Publishing (http://search.ebscohost.com)

В журнале представлены статьи по следующим научным специальностям:

05.18.00 – Технология прдовольственных товаров;
05.13.00 – Информатика, вычислительная техника;
05.17.00 – Химическая технология;
08.00.00 – Экономические науки

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ ЖУРНАЛА

Председатель (Главный редактор):
ЧЕРТОВ ЕВГЕНИЙ ДМИТРИЕВИЧ доктор технических наук, профессор, ректор, зав. кафедрой технической механики, почетный работник высшего профессионального образования РФ, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия)
Заместитель председателя (Зам. главного редактора):
АНТИПОВ СЕРГЕЙ ТИХОНОВИЧ доктор технических наук, профессор, почетный работник высшего профессионального образования РФ, заслуженный изобретатель РФ, проректор по научной и инновационной деятельности, зав. кафедрой машин и аппаратов пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, 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, 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)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ РУБРИК

Процессы и аппараты пищевых производств

ОСТРИКОВ АЛЕКСАНДР НИКОЛАЕВИЧ (гл. ред.) доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, зав. кафедрой технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия)
АЛЕКСЕЕВ ГЕННАДИЙ ВАЛЕНТИНОВИЧ доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики. (г. Санкт-Петербург, Россия)
АНТИПОВ СЕРГЕЙ ТИХОНОВИЧ доктор технических наук, профессор, почетный работник высшего профессионального образования РФ, заслуженный изобретатель РФ, проректор по научной и инновационной деятельности; зав. кафедрой машин и аппаратов пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия)
БРЕДИХИН СЕРГЕЙ АЛЕКСЕЕВИЧ доктор технических наук, профессор, кафедра процессы и аппараты перерабатывающих производств, Российский государственный аграрный университет - Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева (Москва, Россия)
ВАСИЛЕНКО ВИТАЛИЙ НИКОЛАЕВИЧ доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств, декан технологического факультета, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия)

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, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia)
ALEKSEEV GENNADY VALENTINOVICH Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Technology of Fats, Processes and Apparatuses for Chemical and Food Production, St. Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics. (Saint-Petersburg, Russia)
ANTIPOV SERGEI TIKHONOVICH Honored Inventor of the Russian Federation, Doctor of Technical. Sciences, Professor, 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)
BREDIKHIN SERGEY ALEKSEEVICH Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Processes and Apparatuses of Processing Industries, Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after them. K.A. Timiryazev (Moscow, Russia)

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, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia)

ДРАННИКОВ АЛЕКСЕЙ ВИКТОРОВИЧ доктор технических наук, доцент, профессор кафедры машин и аппаратов пищевых производств, декан факультета пищевых машин и автоматов, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия)

АХМЕДОВ МАГОМЕД ЭМИНОВИЧ доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой товароведения и экспертизы, Дагестанский государственный технический университет (Махачкала, Россия)

ПАНФИЛОВ ВИКТОР АЛЕКСАНДРОВИЧ доктор технических наук, профессор, академик РАН, заслуженный деятель науки РФ, почетный работник высшего профессионального образования РФ, профессор кафедры процессов и аппаратов перерабатывающих производств, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева (Москва, Россия)

ШЕВЦОВ АЛЕКСАНДР АНАТОЛЬЕВИЧ доктор технических наук, профессор, заслуженный изобретатель РФ, профессор кафедры общепрофессиональных дисциплин, Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина (Воронеж, Россия)

ПРЕЙС ВЛАДИМИР ВИКТОРОВИЧ доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой технологические системы пищевых, полиграфических и упаковочных производств Тульский государственный университет, Политехнический институт, (Тула, Россия)

МАКСИМЕНКО ЮРИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ доктор технических наук, доцент, доцент кафедры технологические машины и оборудование, Астраханский государственный технический университет (Астрахань, Россия)

DRANNIKOV ALEKSEJ VIKTOROVICH Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Machines and Apparatuses of Food Production, Dean of the Faculty of Food Machines and Automata, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia)

AHMEDOV MAGOMED EMINOVICH doctor of technical sciences, professor, head. Department of Commodity Science and Expertise, Dagestan State Technical University (Makhachkala, Russia)

PANFILOV VIKTOR ALEKSANDROVICH Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of RAS, Honored Worker of Science of the Russian Federation, Honored Worker of Higher Professional Education of the Russian Federation, Professor of the Department Processes and Apparatuses of Processing Industries, Russian State Agrarian University -Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev (Moscow, Russia)

SHEVTCOV ALEKSANDR ANATOLEVICH doctor of Technical Sciences, Professor, Honored Inventor of the Russian Federation, Professor of General Professional Disciplines, Air Force Academy named after Prof. N. E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin (Voronezh, Russia)

PRICE VLADIMIR VIKTOROVICH Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Technological Systems of Food, Printing and Packaging Production Tula State University, Polytechnic Institute, (Tula, Russia)

MAKSIMENKO YURI ALEKSANDROVICH Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Technological Machines and Equipment, Astrakhan State Technical University (Astrakhan, Russia)

Информационные технологии, моделирование и управление

БИТЮКОВ ВИТАЛИЙ КСЕНОФОНТОВИЧ (гл. ред.) доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, профессор кафедры информационных и управляющих систем, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия)

БУГАЕВ ЮРИЙ ВЛАДИМИРОВИЧ доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры информационных технологий моделирования и управления, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия)

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

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

МАТВЕЙКИН ВАЛЕРИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ доктор технических наук, профессор, зам. генерального директора ОАО «Корпорация «Росхимзащита», профессор кафедры информационных процессов и управления Тамбовский государственный технический университет (Тамбов, Россия)

МЕНЬШУТИНА НАТАЛЬЯ ВАСИЛЬЕВНА доктор технических наук, профессор, профессор кафедры кибернетика химико-технологических процессов Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева (Москва, Россия)

МУРОМЦЕВ ДМИТРИЙ ЮРЬЕВИЧ доктор технических наук, профессор, проректор по научно-инновационной деятельности, профессор кафедры конструирование радиоэлектронных и микропроцессорных систем Тамбовский государственный технический университет (Тамбов, Россия)

СКРЫПНИКОВ АЛЕКСЕЙ ВАСИЛЬЕВИЧ доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой информационной безопасности, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия)

BITIUKOV VITALII KSENOFONTOVICH Doctor of Technical Sciences, Professor, Honored Scientist of Russia, Professor of the Department of Information and Control Systems, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia)

BUGAEV IURII VLADIMIROVICH doctor of Physical and Mathematical Sciences, prof., Professor of the Department of Information Technologies of Modeling and Management, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia)

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

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

MATVEYKIN VALERIY GRIGORYEVICH Doctor of Technical Sciences, Professor, Deputy. General Director, Roskhimzashchita Corporation, Professor, Department of Information Processes and Management, Tambov State Technical University (Tambov, Russia) h-index = 6

MENSHUTINA NATALYA VASILIEVNA Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Cybernetics of Chemical Engineering Processes The Russian Chemical and Technological University

MUROMTSEV DMITRY YURYEVICH Doctor of Technical Sciences, Professor, Vice-Rector for Scientific and Innovation Activities, Professor of the Department of Design of Radioelectronic and Microprocessor Systems Tambov State Technical University (Tambov, Russia)

SKRYPNIKOV ALEKSEJ VASILEVICH Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Information Security, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia)

TIKHOMIROV SERGEI GERMANOVICH doctor of Technical Sciences, prof., Professor of the Department of Information and Control Systems, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia)

ТИХОМИРОВ СЕРГЕЙ ГЕРМАНОВИЧ доктор технических наук, профессор, профессор кафедры информационных и управляющих систем, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия)

ХАУСТОВ ИГОРЬ АНАТОЛЬЕВИЧ доктор технических наук, доцент, зав. кафедрой информационных и управляющих систем, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия)

ХВОСТОВ АНАТОЛИЙ АНАТОЛЬЕВИЧ доктор технических наук, профессор, профессор кафедры общепрофессиональных дисциплин, Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина (Воронеж, Россия)

KHAUSTOV IGOR ANATOLEVICH Candidate of Technical Sciences, associate professor, Head of the Department of Information and Control Systems, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia)

KHVOSTOV ANATOLII ANATOLEVICH doctor of Technical Sciences, professor, Professor of General Professional Disciplines, Air Force Academy named after Prof. N. E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin (Voronezh, Russia)

Пищевая биотехнология

АНТИПОВА ЛЮДМИЛА ВАСИЛЬЕВНА (гл. ред.) доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, профессор кафедры технологии продуктов животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия)

АГАФОНОВ ГЕННАДИЙ ВЯЧЕСЛАВОВИЧ доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой технологии бродильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия)

АКСЕНОВА ЛАРИСА МИХАЙЛОВНА доктор технических наук, профессор, академик РАН, главный научный сотрудник ВНИИ кондитерской промышленности (Москва, Россия)

ВИКТОРОВА ЕЛЕНА ПАВЛОВНА доктор технических наук, профессор, заместитель директора по научной и инновационной деятельности Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия, Краснодарский научно-исследовательский институт хранения и переработки сельскохозяйственной продукции (Краснодар, Россия)

ГОЛУБЕВА ЛЮБОВЬ ВЛАДИМИРОВНА доктор технических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы РФ, профессор кафедры технологии продуктов животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия)

ДОНЧЕНКО ЛЮДМИЛА ВЛАДИМИРОВНА доктор технических наук, профессор, профессор ВАК, профессор кафедры технологии хранения и переработки растениеводческой продукции, Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина (Краснодар, Россия)

КУЛЬНЕВА НАДЕЖДА ГРИГОРЬЕВНА доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологии бродильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия)

ПОЛЯКОВ ВИКТОР АНТОНОВИЧ доктор технических наук, профессор, академик РАН, директор ФГБУН ВНИИ Пищевой биотехнологии (Москва, Россия)

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

ЛИСИЦЫН АНДРЕЙ БОРИСОВИЧ доктор технических наук, профессор, академик РАН, лауреат Государственной премии РФ, директор ФГБНУ "ВНИИМП им. В.М. Горбатова" (Москва, Россия)

МАГОМЕДОВ ГАЗИБЕГ ОМАРОВИЧ доктор технических наук, профессор, почетный работник высшего профессионального образования РФ, зав. кафедрой технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия)

ПЕТРОВ АНДРЕЙ НИКОЛАЕВИЧ доктор технических наук, профессор, академик РАН, директор ФГБНУ ВНИИ Технологии консервирования (Видное, Московская обл., Россия)

ANTIPOVA LIUDMILA VASILEVNA doctor of Technical Sciences, Professor, Honored Scientist of the Russian Federation, Professor of the Department of technology of animal origin products, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia)

AGAFONOV GENNADII VIACHESLAVOVICH doctor of Technical Sciences, prof., Head of the Department of Technology of fermentation and sugar industries, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia)

AKSENOVA LARISA M. Doctor of Technical Sciences, professor, Academician-secretary of the Russian Academy of Agricultural Sciences, Chief research officer at the Research Institute of Confectionery Industry (Moscow, Russia)

VICTOROVA ELENA PAVLOVNA Doctor of Technical Sciences, Professor, Deputy Director for Scientific and Innovation Activities North Caucasus Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture and Wine, Krasnodar Research Institute of Storage and Processing of Agricultural Products (Krasnodar, Russia)

GOLUBEVA LIUBOV VLADIMIROVNA doctor of Technical Sciences, Professor, Honored Worker of the Higher School of Russia, Professor of the Department of technology of animal origin products, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia)

DONCHENKO LYUDMILA VLADIMIROVNA Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of VAK, Professor of the Department of Technology of Storage and Processing of Plant Production, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilina (Krasnodar, Russia)

KULNEVA NADEZHDA GRIGOREVNA Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Technology of fermentation and sugar industries, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia)

POLYAKOV VIKTOR ANTONOVICH Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Director of the All-Russian Research Institute of Food Biotechnology (Moscow, Russia)

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)

LISITSYN ANDREI B. Doctor Of Technical Sciences, Professor, Academician Of The Russian Academy Of Sciences, Laureate Of The State Prize Of The Russian Federation, Director Of The All-Russian Research Institute Of Meat Industry Named After V. M. Gorbatov. (Moscow, Russia)

MAGOMEDOV GAZIBEG OMAROVICH doctor of Technical Sciences, prof., Honored Worker of Higher Professional Education of the Russia, Head of the Department of Technology of bakery, confectionery, pasta and grain-processing industries, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia)

PETROV ANREJ NIKOLAEVICH Doctor of Technical Sciences, Academician of the Russian Academy of Sciences, Director of the All-Russian Scientific Research Institute of Preserving Technology (Vidnoe, Moscow Region, Russia)

РОДИОНОВА НАТАЛЬЯ СЕРГЕЕВНА доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой сервиса и ресторанного бизнеса, декан факультета экономики и управления, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия)

RODIONOVA NATALIA SERGEEVNA Doctor of Technical Science, Prof., Head of the Department of service and restaurant business, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia)

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

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

Химическая технология

КАРМАНОВА ОЛЬГА ВИКТОРОВНА (гл. ред.) доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой химии и химической технологии органических соединений и переработки полимеров, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия)

KARMANOVA OLGA VIKTOROVNA 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)

ВАНИЕВ МАРАТ АБДУРАХМАНОВИЧ доктор технических наук, доцент, зав. кафедрой химия и технология переработки эластомеров, Волгоградский государственный технический университет, кафедра химия и технология переработки эластомеров (Волгоград, Россия)

VANIEV MARAT ABDURAKHMANOVICH Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head. Department of Chemistry and Technology of Elastomer Processing, Volgograd State Technical University, Department of Chemistry and Technology of Elastomer Processing (Volgograd, Russia)

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

DORMEKSHIN OLEG BORISOVICH 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)

КУЧМЕНКО ТАТЬЯНА АНАТОЛЬЕВНА доктор химических наук, профессор, профессор РАН, зав. кафедрой физической и аналитической химии, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия)

KUCHMENKO TATIANA ANATOLEVNA doctor of Chemical Sciences, Prof., Head of the Department of Physical and Analytical Chemistry, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia)

ЛЮСОВА ЛЮДМИЛА РОМУАЛЬДОВНА доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой химии и технологии переработки эластомеров имени Ф.Ф. Кошелева, Московский технологический университет МИРЭА, Московский государственный университет тонких химических технологий им. М.В. Ломоносова (Москва, Россия)

LYUSOVA LYUDMILA ROMUALDOVNA Doctor of Technical Sciences, Professor, Head. Department of Chemistry and Technology of Elastomers Processing named after F.F. Kosheleva, Moscow Technological University MIREA, Moscow State University of Fine Chemical Technologies. M.V. Lomonosov Moscow State University (Moscow, Russia)

МОКШИНА НАДЕЖДА ЯКОВЛЕВНА доктор химических наук, доцент, доцент кафедры физики и химии, Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина (Воронеж, Россия)

MOKSHINA NADEZHDA IAKOVLEVNA doctor of Chemical Sciences, associate professor, Associate professor of the Department of Physics and Chemistry, Air Force Academy named after Prof. N. E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin (Voronezh, Russia)

НИКУЛИН СЕРГЕЙ САВВОВИЧ доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологии органического синтеза и высокомолекулярных соединений, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия)

NIKULIN SERGEI SAVVOVICH doctor of Technical Sciences, prof., Professor of the Department of Technology of Organic Synthesis and macromolecular compounds, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia)

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

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

ПУГАЧЕВА ИННА НИКОЛАЕВНА доктор технических наук, доцент, профессор кафедры инженерной экологии, декан факультета экологии и химической технологии, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия)

PUGACHEVA INNA NIKOLAEVNA doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Environmental Engineering, Dean of the Faculty of Ecology and Chemical Technology, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia)

СУХАНОВ ПАВЕЛ ТИХОНОВИЧ доктор химических наук, профессор, проректор по учебной работе, профессор кафедры физической и аналитической химии, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия)

SUKHANOV PAVEL TIKHONOVICH doctor of Chemical Sciences, Professor, Vice-Rector for Academic Affairs; Professor of the Department of Physical and Analytical Chemistry, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia)

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

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

Экономика и управление

ХОРЕВ АЛЕКСАНДР ИВАНОВИЧ (гл. ред.) доктор экономических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, зав. кафедрой экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия)

БАЛЫХИН МИХАИЛ ГРИГОРЬЕВИЧ доктор экономических наук, доцент, и.о. ректора, Московский государственный университет пищевых производств (Москва, Россия)

БЕЛЯЕВА ГАЛИНА ВИКТОРОВНА доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой бухгалтерского учета и бюджетирования, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия)

БОГОМОЛОВА ИРИНА ПЕТРОВНА доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой управления, организации производства и отраслевой экономики, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия)

ВОРОНИН ВАЛЕРИЙ ПАВЛОВИЧ доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры теории экономики, товароведения и торговли, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Воронеж, Россия)

ЗАКШЕВСКИЙ ВАСИЛИЙ ГЕОРГИЕВИЧ доктор экономических наук, профессор, академик РАН, почетный работник агропромышленного комплекса России, директор ФГБУ НИИЭОАПК ЦЧР России (Воронеж, Россия)

МЕРЗЛИКИНА ГАЛИНА СТЕПАНОВНА доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой экономики и управления, Волгоградский государственный технический университет (Волгоград, Россия)

МИТЯКОВ СЕРГЕЙ НИКОЛАЕВИЧ доктор физико-математичеких наук, профессор, директор института экономики и управления, Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева (Нижний Новгород, Россия)

МОРКОВИНА СВЕТЛАНА СЕРГЕЕВНА доктор экономических наук, профессор, проректор по науке и инновациям профессор кафедры Менеджмента и экономики предпринимательства, Кафедра экономики и финансов Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова (Воронеж, Россия)

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

СИБИРСКАЯ ЕЛЕНА ВИКТОРОВНА доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры статистики, Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова (Москва, Россия)

СОЛОПОВ ВЛАДИМИР АЛЕКСЕЕВИЧ доктор экономических наук, профессор, проректор по научной и инновационной работе Мичуринский государственный аграрный университет (Мичуринск, Россия)

KHOREV ALEKSANDR IVANOVICH Doctor of Economic Science, Professor, Honored Scientist of the Russian Federation, Head of the Department of economic security and financial monitoring, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia)

BALYKHIN MIKHAIL GRIGORYEVICH doctor of economic sciences, associate professor, acting. Rector, Moscow State University of Food Production (Moscow, Russia)

BELIAEVA GALINA VIKTOROVNA Doctor of Economic Science, Professor, Head of the Department of Accounting and budgeting, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia)

BOGOMOLOVA IRINA PETROVNA Doctor of Economic Science, Professor, Head of the Department of management, organization of manufacture and branch economy, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia)

VORONIN VALERII PAVLOVICH Doctor of Economic Science, Professor, Professor of the Department of Economics Theory, commodity research and commerce, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia)

ZAKSHEVSKY VASILY GEORGIEVICH Doctor of Economics, Professor, Academician of the RAS, Honorary Worker of the Russian Agroindustrial Complex, Director of the "Research Institute of Economics and Organization of the Agro-Industrial Complex of the Central Black Earth Region of the Russian Federation" (Voronezh, Russia)

MERZLIKINA GALINA STEPANOVNA Doctor of economic sciences, professor, head. Department of Economics and Management, Volgograd State Technical University (Volgograd, Russia)

MITYAKOV SERGEY NIKOLAEVICH Doctor of Physics and Mathematics, Professor, Director of the Institute of Economics and Management, Nizhny Novgorod State Technical University them. R.E. Alekseeva (Nizhny Novgorod, Russia)

MORKOVINA SVETLANA SERGEYEVNA Doctor of Economics, Professor, Vice-Rector for Science and Innovations, Professor of the Department of Management and Economics of Entrepreneurship, Department of Economics and Finance Voronezh State Forestry University. G.F. Morozova (Voronezh, Russia)

SALIKOV IURII ALEKSANDROVICH Doctor of Economic Science, Professor, Professor of the Department of economic security and financial monitoring, Voronezh State University of Engineering Technologies (Voronezh, Russia)

SIBIRSKAYA ELENA VIKTOROVNA Doctor of Economics, Professor, Professor of the Department of Statistics, Russian Economic University. G.V. Plekhanov (Moscow, Russia)

SOLOPOV VLADIMIR ALEKSEEVICH Doctor of Economics, Professor, Pro-Rector for Scientific and Innovation Work Michurinsky State Agrarian University (Michurinsk, Russia)

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

Подписной индекс издания в агентстве "Роспечать" 70927

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

Учредитель: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»

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

Адрес университета, редакции, издательства и отдела полиграфии ФГБОУ ВО «ВГУИТ»
394036, Воронеж, пр. Революции д.19 ауд.11
тел./факс: (473) 255-37-16
E-mail: post@vestnik-vsuet.ru

Сдано в набор 05.03.2018. Подписано в печать 19.03.2018
Выход в свет: 26.03.2018
Формат 70×100 1/8.
Усл. печ. л. 51 Тираж 1500 экз. Заказ.
Цена – свободная.

© ФГБОУ ВО
«Воронеж. гос. ун-т инж.
технол.», 2018

CONTENTS

СОДЕРЖАНИЕ

PROCESSES AND APPARATUSES OF FOOD ENGINEERING

ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Ostrikov A.N., Shevtsov A.A., Drannikov A.V., Kvasov A.V. Distribution of temperature and moisture content fields in a rectangular beet pulp particle during convection drying — 11

Koshevoi E.P., Gukasyan A.V., Kosachev V.S. Two-dimensional model of material flow in a screw channel with a fixed cover — 20

Shishatskii Ju.I., Budanov A.V., Nikel' S.A.,Vlasov Yu.N. Effect of the imposition of low-frequency mechanical oscillations on the extraction efficiency — 25

Usupkozhoeva A.A. To the issue of lyophilized national sour-milk beverage "koumiss" of single rejuvenation — 30

Polyanskii K.K., Kalashnikov G.V., Murav'ev A.S. Approximate engineering calculation of chill molds for milk sugar in isohydric conditions — 37

Shamin E.A., Novikova G.V., Belova M.V., Mikhailova O.V. Study of microwave device with toroidal resonators for the removal of hair cover from rabbit skin in a continuous mode — 43

Krikun A.I., Rudnev S.D. Research of process of filtration of salt water by bulk filters with the use of vibration — 50

Verbolez E.I., Raspopov D.S., Savchenko R.N. Influence of ultrasound on duration of producing of confectionery with proteinaceous and fatty emulsions at a continuous cycle of production — 55

Borodulin D.M., Kiselev D.I., Shulbaeva M.T., Vagaitseva E.A., Shafrai A.V. Calculation of constructive and technological parameters of the centrifugal-screw mixer for dry bakery mixtures of functional purpose obtaining — 62

Shamin E.A., Novikova G.V., Mikhailova O.V., Belova M.V. Justification of parameters of microwave installation for decontamination and separation of fluff from the skins of rabbits — 70

Vasilenko V.N., Frolova L.N., Dragan I.V., Mikhailova N.A., Shchepkina A.A., Voropaeva D.V. Exergy analysis of the technology of oscillating drying of oilseeds — 81

Остриков А.Н., Шевцов А.А., Дранников А.В., Квасов А.В. Распределение полей температур и влагосодержаний в частице свекловичного жома прямоугольной формы при конвективной сушке — 11

Кошевой Е.П., Гукасян А.В., Косачев В.С. Двумерная модель течения материала в канале шнека с неподвижной крышкой — 20

Шишацкий Ю.И., Буданов А.В., Никель С.А., Власов Ю.Н. Влияние наложения низкочастотных механических колебаний на эффективность экстрагирования — 25

Усупкожоева А.А. К вопросу сублимационной сушки национального кисломолочного напитка «Кумыс» многократного омоложения — 30

Полянский К.К., Калашников Г.В., Муравьев А.С. Приближенный инженерный расчет кристаллизаторов-охладителей для молочного сахара в изогидрических условиях — 37

Шамин Е.А., Новикова Г.В., Белова М.В., Михайлова О.В. Исследование СВЧ установки с тороидальными резонаторами для отделения волосяного покрова от шкуры кроликов в непрерывном режиме — 43

Крикун А.И., Руднев С.Д. Исследование процесса фильтрования морской воды насыпными фильтрами с применением вибрации — 50

Верболез Е.И., Распопов Д.С., Савченко Р.Н. Влияние ультразвука на продолжительность процесса выработки кондитерских изделий с белково-жировыми эмульсиями при непрерывном цикле производства — 55

Бородулин Д.М., Киселев Д.И., Шулбаева М.Т., Вагайцева Е.А., Шафрай А.В. Расчет конструктивных и технологических параметров работы центробежно-шнекового смесителя для получения сухих хлебобулочных смесей функционального назначения — 62

Шамин Е.А., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Белова М.В. Обоснование параметров СВЧ установки для обеззараживания и отделения пуха от шкур кроликов — 70

Василенко В.Н., Фролова Л.Н., Драган И.В., Михайлова Н.А., Щепкина А.А., Воропаева Д.В. Эксергетический анализ технологии осциллирующей сушки семян масличных культур — 81

INFORMATION TECHNOLOGIES, MODELLING AND CONTROL

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, МОДЕЛИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ

Lemeshkin A.V., Safonova Yu.A., Korobova L.A. Development of the system of telemonitoring patients — 90

Pechnikov D.A. Models and procedures for interval evaluating the results of control of knowledge in computer systems testing of Navy — 97

Fedorova O.V., Mamaeva A.A., Yakunina E.A. Application of SADT and ARIS methodologies for modeling and management of business processes of information systems — 105

Baldanova E.A. Model of the process of students' communicative tolerance development by means of a foreign language — 110

Kudryashov V.S., Alekseev M.V., Ivanov A.V., Surin K.I. Solution of problems of automation of elevator complex — 117

Arapov D.V., Skrypnikov A.V., Denisenko V.V., Chernyshova E.V. Mathematical modeling of processes of acetoxysilane of ethylene in the domestic catalyst — 124

Лемешкин А.В., Сафонова Ю.А., Коробова Л.А. Разработка системы телемониторинга больных — 90

Печников Д.А. Модели и процедуры интервальной оценки результатов контроля знаний в компьютерных системах тестирования ВМФ — 97

Федорова О.В., Мамаева А.А., Якунина Е.А. Применение методологий SADT и ARIS для моделирования и управления бизнес-процессами информационных систем — 105

Балданова Е.А. Модель процесса развития коммуникативной толерантности — 110

Кудряшов В.С., Алексеев М.В., Иванов А.В., Сурин К.И. Решение задач автоматизации элеваторного комплекса — 117

Арапов Д.В., Скрыпников А.В., Денисенко В.В., Чернышова Е.В. Математическое моделирование процесса ацетоксилирования этилена на отечественном катализаторе — 124

FOOD BIOTECHNOLOGY

Dolmatova O.I., Zygalova E.I. Biotechnology of curd product with vegetable origin components 129

Chernousova O.V., Krivtsova A.I., Kuchmenko T.A. The study of antioxidant activity of white tea 133

Shaimerdenova D.A. Comparative characteristics of grain classifications of soft wheat of Kazakhstan and major grain-producing countries 140

Berketova L.V., Perov V.I. Application of sensory analysis in the enterprise of production of food 146

Nilova L.P., Ikramov R.A., Malyutenkova S.M., Veryaskina A.S. Investigation of mineral composition during processing of wild berries 151

Andreev V.V., Dmitrichenko M.I., Matakaev A.S. Change of quality characteristics of onion during merchandising in retail trade 157

Sokolan N.I., Kuranova L.K., Voron'ko N.G., Grokhovskiy V.A. Investigation of the possibility of producing sodium alginate from the product of processing fucus algae 161

Khasanov A.R., Matveeva N.A. The influence of filtration process on the content of minerals in the functional beverage of adaptogenic action 168

Iztaev B.A., Iskakova G.K., Umirzakova G.A., Magomadov G.O. Expansion of the range of pasta products through the use of vegetable raw materials 173

Borodulin D.M., Kiselev D.I., Navskaya E.V., Nevskii A.A., Vagaytseva E.A. The use of a continuous-action centrifugal-screw mixer for improving the quality of flour baking mixes for functional purposes 181

Drozdetskaya I.S., Berezovikova I.P. Influence of liquid smoke flavoring on the rheological characteristics of minced fish 193

Volnin A.A., Mishurov A.V., Mikhina A.A., Korotaeva A.A., Sevko A.V. Determination of feedstuff amino acids composition by ion-exchange chromatography 199

CHEMICAL TECHNOLOGY

Smirnova N.N. Interpolyelectrolyte complexation of sulfonate-containing aromatic polyamide in aqueous solutions: the influence of the nature of the poly-bases on the composition of the formed products 206

Manankov A.V., Gasanova E.R., Bykova V.V. Physico-chemical and technological aspects of the development of new class sitalls 211

Bondareva L.P., Chesnokov A.I., Zagorulko E.A. Separation of cations of heavy metalsfrom concentrated galvanic drains 223

Mastyukova T.V., Krivtsova A.I. Development of methods for controlling organic impurities in wastewater treatment 228

Mohamed Y.A., Kasif A.E.M.O., Alla E.A.A., Elmahadi M.M. Calculation of the formation process of clinker inside the rotary cement kiln 233

Nikulina A.V., Parygina T.I., Kuchmenko T.A. Application of enzymatic alkalimetric method for identification of cream and palm oils 240

Rumyantseva A.L., Popova S.B., Polukhin E.L., Tkachev A.V., Lynova A.S. Studies for methods to improve thermostability of the functionalized butadiene styrene rubbers 245

ПИЩЕВАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ

Долматова О.И., Зыгалова Е.И. Биотехнология творожного продукта с компонентами растительного происхождения 129

Черноусова О.В., Кривцова А.И., Кучменко Т.А. Определение антиоксидантной активности белого чая 133

Шаймерденова Д.А. Сравнительная характеристика классификаций зерна мягкой пшеницы Казахстана и основных зернопроизводящих стран 140

Беркетова Л.В., Перов В.И. Применение сенсорного анализа в работе предприятия по производству продуктов питания 146

Нилова Л.П., Икрамов Р.А., Малютенкова С.М., Веряскина А.С. Исследование минерального состава в процессе переработки дикорастущих ягод 151

Андреев В.В., Дмитриченко М.И., Матакаев А.С. Изменение качественных характеристик лука репчатого при товародвижении в розничной торговле 157

Соколан Н.И., Куранова Л.К., Воронько Н.Г., Гороховский В.А. Исследование возможности получения альгината натрия из продукта переработки фукусовых водорослей 161

Хасанов А.Р., Матвеева Н.А. Влияние процесса фильтрации на содержание минеральных веществ в функциональном напитке адаптогенного действия 168

Изтаев Б.А., Искакова Г.К., Умирзакова Г.А., Магомедов Г.О. Расширение ассортимента макаронных изделий за счет использования комбинированных систем сырья 173

Бородулин Д.М., Киселев Д.И., Невская Е.В., Невский А.А., Вагайцева Е.А. Применение центробежно-шнекового смесителя непрерывного действия для повышения качества мучных хлебопекарных смесей функционального назначения 181

Дроздецкая И.С., Березовикова И.П. Влияние жидкого ароматизатора коптильного на реологические характеристики рыбных фаршей 193

Волнин А.А., Мишуров А.В., Михина А.А., Коротаева А.А., Севко А.В. Исследование аминокислотного состава кормовой добавки методом ионообменной хроматографии 199

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Смирнова Н.Н. Интерполиэлектролитное комплексо-образование сульфонатсодержащего ароматического полиамида в водных растворах: влияние природы полиоснований на состав образующихся продуктов 206

Мананков А.В., Гасанова Э.Р., Быкова В.В. Физико-химические и технологические аспекты разработки ситаллов нового класса 211

Бондарева Л.П., Чесноков А.И., Загорулько Е.А. Разделения катионов тяжелых металлов из концентри-рованных гальванических стоков 223

Мастюкова Т.В., Кривцова А.И. Разработка способа контроля органических примесей при очистке сточных вод 228

Mohamed Y.A., Kasif A.E.M.O., Alla E.A.A., Elmahadi M.M. Calculation of the formation process of clinker inside the rotary cement kiln 233

Никулина А.В., Парыгина Т.И., Кучменко Т.А. Применение ферментативно-алкалиметрического способа для идентификации сливочного и пальмового масел 240

Румянцева А.Л., Попова С.Б., Полухин Е.Л., Ткачев А.В., Лынова А.С. Изучение способов повышения термостабильности функционализированных бутадиен-стирольных каучуков 245

ECONOMICS AND MANAGEMENT

Kruchinina V.M. Cooperatives as a tool of development organic agriculture in Russia 251

Khorev A.I., Bukharin S.V., Paraskevich V.V. Comparison of estimates of a financial condition of the enterprises by methods of Biver's indicators and scoring analysis 261

Zaporozhtseva L.A., Marysheva Yu.V., Tkacheva Yu.V. The formation of the economic mechanism of stabilization of enterprise's activity 267

Zhurkina T.A., Sabtova T.V. Improvement of the methods for company's fixed assets analysis 273

Armashova-Tel'nik G.S. Peculiarities of electricity acquisition management 283

Belousov F.A. Wavelet analysis of time series in the model of nomads and tillers 288

Belyaeva G.V., Ovchinnikova T.I., Kolesnikova E.Yu., Kolomytseva O.Yu. An indicative assessment of food security in the Voronezh Region 298

Glagoleva L.E., Kuksova I.V., Valushkina V.A., Vereikina E.S., Volodina E.G., Solomakhina E.A. Formation of a model of strategic management of industrial tourism development in the region 308

Kudryavtseva N.N., Pakhomova Yu.V., Duvanova Yu.N. Research of consumer crediting of «Metallinvestbank» for 2014-2016 314

Fedorova T.A., Oleinik M.A. Risks of commercial banks in credit innovation projects: analysis, assessment and accounting 322

Hasanshin I.I., Savatneev A.A., Narbaev T.R. Formation and bases of the analysis of the investment portfolio of the enterprise 331

Salikov Yu.A., Isaenko M.I. Conceptual approach to the development of an active process of import substitution 335

Sokolinskaya Yu.M. Measures to ensure economic safety of the system of state regulation of social and economic development by the example of the Voronezh region and AO concern "Constellation" 341

Cherkasova E.I., Mullakhmetova L.I., Khvorova E.V. The state tax regulation in the oil and gas industry 348

Orlovtseva O.A., Litvinova M.I., Litvinov E.V., Kostina D.K. Development and standardization of methods for promoting products on the example of bakery products 357

Serebryakova N.A., Grishchenko N.V., Ol'khovikov A.A. Trade as an indicator of social and economic development 364

Ovchinnikova T.I., Belyaeva G.V., Kolesnikova E.Yu., Kolomytseva O.Yu. Determinants of anti-corruption activities at the regional level 369

Kiseleva I.A., Simonovich N.E., Asmolova E.V., Shapovalov Yu.A. Features of risks assessment from the position of the behavioral economy 379

Kudryavtseva N.N., Kuksova I.V., Avdeev I.V., Zhil'nikov A.Yu. The order of calculation and payment of tax on profit of commercial banks in the innovation economy 385

Borlykov O.S., Dordzhieva A.D., Kurtushova E.A., Mandzhieva A.B., Oshlanov B.V. Development of a technique of an assessment of profitability and cost of assets 391

Bogomolova I.P., Krivenko E.I., Stryapchikh E.S., Shevaldova T.V. Innovative development as an effective strategy of organization 398

Galkin A.A., Salikov Yu.A., Slepchenko Yu.N. Strategic directions of social management of the Voronezh region economy 413

Ustyugova I.E. Methodical approach to estimation of efficiency of functioning of the integrated formations-participants of the local market of meat production 419

Kotarev A.V., Kotareva A.O., Lesnikov I.V. The experience of functioning of the dairy cluster of the Voronezh re-gion in the aspect of observing the criteria of economic efficiency 427

Serebrjakova N.A., Volkova T.A., Volkova S.A., Endovickaja A.V. Assessment and forecasting of the risk of reducing the financial soundness of an enterprise 432

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

Кручинина В.М. Кооперативы как инструмент развития органического сельского хозяйства России 251

Хорев А.И., Бухарин С.В., Параскевич В.В. Сравнение оценок финансового состояния предприятий методами показателей Бивера и скорингового анализа 261

Запорожцева Л.А., Марышева Ю.В., Ткачева Ю.В. Формирование экономического механизма стабилизации деятельности предприятия 267

Журкина Т.А., Сабетова Т.В. Совершенствование методики анализа основных средств предприятия 273

Армашова-Тельник Г.С. Особенности управления приобретением электроэнергии 283

Белоусов Ф.А. Вейвлет-анализ временных рядов в модели кочевников и землепашцев 288

Беляева Г.В., Овчинникова Т.И., Колесникова Е.Ю., Коломыцева О.Ю. Индикативная оценка продовольственной безопасности Воронежской области 298

Глаголева Л.Э., Куксова И.В., Валушкина В.А., Верейкина Е.С., Володина Е.Г., Соломахина Е.А. Формирование модели стратегического управления развитием промышленного туризма в регионе 308

Кудрявцева Н.Н., Пахомова Ю.В., Дуванова Ю.Н. Исследование потребительского кредитования ВПАО АКБ «Металлинвестбанк» за 2014-2016 гг 314

Федорова Т.А., Олейник М.А. Риски коммерческих банков при кредитовании инновационных проектов: анализ, оценка и учет 322

Хасаншин И.И., Саватнеев А.А., Нарбаев Т.Р. Формирование и основы анализа инвестиционного портфеля предприятия 331

Саликов Ю.А., Исаенко М.И. Концептуальный подход к развитию процесса активного импортозамещения 335

Соколинская Ю.М. Мероприятия по обеспечению экономической безопасности системы государственного регулирования социально-экономического развития на примере Воронежской области и АО концерн «Созвездие» 341

Черкасова Е.И., Муллахметова Л.И, Хворова Е.В. Государственное налоговое регулирование в нефтегазовом комплексе 348

Орловцева О.А., Литвинова М.И, Литвинов Е.В., Костина Д.К. Разработка и стандартизация методики продвижения продукции на примере хлебобулочных изделий 357

Серебрякова Н.А., Грищенко Н.В., Ольховиков А.А. Торговля как индикатор социального и экономического развития 364

Овчинникова Т.И., Беляева Г.В., Колесникова Е.Ю., Коломыцева О.Ю. Детерминанты антикоррупционной деятельности на региональном уровне 369

Киселева И.А., Симонович Н.Е., Асмолова Е.В., Шаповалов Ю.А. Особенности оценки рисков с позиции поведенческой экономики 379

Кудрявцева Н.Н., Куксова И.В., Авдеев И.В., Жильников А.Ю. Порядок исчисления и уплаты налога на прибыль коммерческих банков в инновационной экономике 385

Борлыков О.С., Дорджиева А.Д., Куртушова Е.А., Манджиева А.Б., Ошланов Б.В. Разработка методики оценки доходности и стоимости активов 391

Богомолова И.П., Кривенко Е.И., Стряпчих Е.С., Шевалдова Т.В. Инновационное развитие как эффективная стратегия организации 398

Галкин А.А., Саликов Ю.А., Слепченко Ю.Н. Стратегические направления социального управления экономикой Воронежской области 413

Устюгова И.Е. Методический подход к оценке эффективности функционирования интегрированных формирований-участников локального рынка мясной продукции 419

Котарев А.В., Котарева А.О., Лесников И.В. Опыт функционирования молочного кластера Воронежской области в аспекте соблюдения критериев экономической эффективности 427

Серебрякова Н.А, Волкова Т.А., Волкова С.А., Ендовицкая А.В. Оценка и прогнозирование риска снижения финансовой устойчивости организации 432

Процессы и аппараты пищевых производств

Оригинальная статья/Original article

УДК 664.123.6:001.57

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-11-19

Распределение полей температур и влагосодержаний в частице свекловичного жома прямоугольной формы при конвективной сушке

Александр Н. Остриков [1] ostrikov27@yandex.ru
Александр А. Шевцов [1] shevalol@rambler.ru
Алексей В. Дранников [1] drannikov@list.ru
Александр В. Квасов [1] alex-kvasov1994@yandex.ru

[1] Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Реферат. Приведена математическая модель, описывающая распределение полей температур и влагосодержаний в частице свекловичного жома прямоугольной формы при конвективной сушке. В качестве исходных уравнений были приняты дифференциальные уравнения материального и теплового балансов, в которой перенос теплоты и массы обусловлен фазовыми превращениями. Для решения математической модели разработан алгоритм численного решения нестационарной краевой задачи теплопроводности с переменными тепломассообменными коэффициентами высушиваемого продукта, граничными и начальными условиями, а также фазовым переходом с подвижной границей раздела фаз. При этом исходная система уравнений приведена к безразмерному виду. Для решения задачи нестационарной теплопроводности использован зональный метод расчета температурных полей при сушке свекловичного жома. Процесс сушки разбивался на некоторые временные интервалы. В пределах каждого интервала геометрическая форма частицы, ее плотность, теплофизические и массообменные характеристики; начальное распределение температуры и влагосодержания по объему частицы, а также плотность массового и теплового потока с испарившейся влагой постоянны. Зональный метод решения задачи нестационарного трехмерного уравнения теплопроводности для параллелепипеда с учетом внутренних источников теплоты был проверен по экспериментальным данным стационарной сушки свекловичного жома с использованием исходных данных. Для реализации зонального метода получены зависимости изменения линейного размера частицы свекловичного жома по пространственной координате *x* и ее влагосодержания в процессе сушки. При постоянных значениях влагосодержания и размеров стороны высушиваемой частицы на каждом шаге методом машинного эксперимента найдены текущие значения коэффициента фазового превращения при условии максимального сближения расчетных и экспериментальных данных. Предлагаемый метод расчета распределения температурных полей и полей влагосодержащий при конвективной сушке свекловичного жома в переменных режимах с использованием трехмерного уравнения теплопроводности показал соответствие расчетных и экспериментальных данных с погрешностью моделирования 8–10 %. Полученные результаты были использованы при разработке двухступенчатого способа сушки свекловичного жома. Предлагаемый метод расчета двухступенчатой сушки свекловичного жома позволил обеспечить максимальное кинетическое соответствие при практической реализации температурных режимов в области допустимых технологических свойств высушиваемого продукта.

Ключевые слова: математическая модель, сушка, свекловичный жом, зональный метод, способ сушки, температура, влажность

Distribution of temperature and moisture content fields in a rectangular beet pulp particle during convection drying

Aleksandr N. Ostrikov [1] ostrikov27@yandex.ru
Aleksander A. Shevtsov [1] shevalol@rambler.ru
Aleksei V. Drannikov [1] drannikov@list.ru
Aleksandr V. Kvasov [1] alex-kvasov1994@yandex.ru

[1] Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Summary. The mathematical model describing distribution of fields of temperatures and moisture contents in a particle of a squared beet press at convective drying is given. As the initial equations the differential equations of material and thermal balances in which transfer of warmth and weight is caused by phase transformations have been accepted. The algorithm of the numerical solution of a non-stationary regional problem of heat conductivity with variable heat and mass transfer coefficients of the dried-up product, boundary and entry conditions and also phase transition with mobile limit of the section of phases is developed for the solution of mathematical model. At the same time the initial system of the equations is given to a dimensionless look. For the solution of a problem of non-stationary heat conductivity the zone method of calculation of temperature fields when drying a beet press is used. Process of drying broke into some time intervals. Within each interval geometrical form of a particle, its density, heatphysical and mass-exchanged characteristics; initial distribution of temperature and moisture content on particle volume and also density of a mass and thermal stream with the evaporated moisture are constant. The zone method of the solution of a problem of the non-stationary three-dimensional equation of heat conductivity for a parallelepiped taking into account internal sources of warmth has been checked on experimental data of stationary drying of a beet press with use of basic data. For realization of a zone method dependences of change of the linear size of a particle of a beet press on spatial coordinate x and its moisture content in the course of drying are received. At constant values of moisture content and the sizes of

Для цитирования

Остриков А.Н., Шевцов А.А., Дранников А.В., Квасов А.В. Распределение полей температур и влагосодержаний в частице свекловичного жома прямоугольной формы при конвективной сушке // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 1. С. 11–19. doi:10.20914/2310-1202-2018-1-11-19

For citation

Ostrikov A.N., Shevtsov A.A., Drannikov A.V., Kvasov A.V. Distribution of temperature and moisture content fields in a rectangular beet pulp particle in convection drying. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 1. pp. 11–19. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-1-11-2

the party of the dried-up particle on each step the method of a machine experiment has found the current values of coefficient of phase transformation on condition of the maximum rapprochement of settlement and experimental data. The offered method of calculation of distribution of temperature fields and fields moisture containing at convective drying of a beet press in the variable modes with use of the three-dimensional equation of heat conductivity has shown compliance of settlement and experimental data with a margin error of modeling 8–10%. The received results have been used when developing a two-level way of drying of a beet press. The offered method of calculation of two-level drying of a beet press has allowed to provide the maximum kinetic compliance at implementation of temperature conditions in the field of admissible technological properties of the dried-up product.

Keywords: mathematical model, drying, beet pulp, zone method, way of drying, temperature, humidity

Введение

Процесс конвективной сушки дисперсного материала заключается в переводе влаги, находящейся в капиллярно-пористом теле, в парообразное состояние и удаления образующегося пара во внешнюю, окружающую среду. Наличие фазовых превращений, неоднородности и включений (капельки, пузырьки, твердые частицы) существенным образом осложняет математическое моделирование процесса сушки. Более того, технологические требования сушки подавляющего большинства продуктов растительного происхождения приводят к необходимости применения переменных (ступенчатых) режимов [1, 11–14]. Поэтому вопросы математического описания процессов сушки при различных технологических параметрах в условиях стационарного режима и их использования для моделирования процессов сушки в переменном режиме приобретают принципиальное значение в решении оптимизационных задач.

Весьма перспективным в этом направлении является представление непрерывного процесса в виде дискретных значений по времени, когда задается временной интервал дискретизации, в котором параметры сушильного агента и теплофизические характеристики продукта принимают фиксированные значения. В основе восстановления непрерывного процесса сушки по его временным интервалам использована теория аппроксимации, то есть приближение описания математического объекта сушки к исходному с допустимой погрешностью [1, 2, 9, 10].

Как правило, температурные режимы при сушке пищевого растительного сырья определяют интенсивность и продолжительность процесса, а значения температурных градиентов в продукте определяют его качество. Из-за сложности экспериментального определения полей температур в единичных частицах принципиально важным является разработка методов моделирования, обеспечивающих высокую точность и достоверность полученных результатов, что непосредственно связано с разработкой сушильной техники нового поколения.

Постановка задачи.

Частица жома представляется в форме параллелепипеда, в которой перенос теплоты и массы обусловлен фазовыми превращениями и описывается дифференциальными уравнениями материального и теплового балансов [2, 4, 7]:

$$\frac{\partial C}{\partial \tau} = \operatorname{div}\left[k\left(C, T\right) \cdot \left(\operatorname{grad} C + \delta_{\text{т}}\left(C, T\right) \operatorname{grad} T\right) \right] \qquad (1)$$

$$c\,\rho_o \frac{\partial T}{\partial \tau} = \operatorname{div}\left(\lambda\left(C, T\right) \cdot \operatorname{grad} T\right) + q\,\rho_o \frac{\partial C}{\partial \tau} \qquad (2)$$

где C– концентрация распределяемой влаги, кг/кг; Т– температура, К; τ– время, с; $q\rho_0\frac{\partial C}{\partial \tau}$ действующий в данной точке сток теплоты, Вт/м^3; q– удельная теплота фазового превращения $q = \varepsilon r_c$, (ε– критерий фазового превращения, $\varepsilon = D_1/(D_1 + D_2)$– соотношение потоков парообразной фазы (индекс 1) и жидкой фазы (индекс 2); r_c – удельная теплота парообразования, кДж/кг; c – удельная теплоемкость продукта, кДж /(кг·К); ρ_0– плотность высушиваемого продукта, кг/м^3; λ– коэффициент теплопроводности сухого продукта, Вт /(м·К); k– коэффициент массопроводности, м^2/с; $\delta_T = (\Delta u/\Delta t)q_m = 0$ – относительный коэффициент термодиффузии влажного материала, кг вл./(кг. сух. вещ.·К).

Для достижения кинетического соответствия между расчетными и экспериментальными данными в каждой точке частицы свекловичного жома в момент времени $\tau = 0$ задаются: координаты в трехмерном пространстве, $-l_1 \le x \le l_1$, $-l_2 \le y \le l_2$, $-l_3 \le z \le l_3$; начальная температура $t_н$, постоянная по всему объему частицы. Считается, что для любого τ на интервале времени $[0, \tau_к]$, где $\tau_к$– время сушки, известны скорость сушки продукта $\partial u(t)/\partial\tau$ и изменение линейных размеров частицы высушиваемого продукта от времени: $l_1 = l_1(\tau)$, $l_2 = l_2(\tau)$, $l_3 = l_2(\tau)$. На границах прямоугольной частицы происходит теплообмен со средой, имеющую температуру t_c, по закону Ньютона [3].

В соответствии с математической постановкой задачи моделирования (1)–(2) предлагается алгоритм численного решения нестационарной

краевой задачи теплопроводности с переменными тепломассообменными коэффициентами высушиваемого продукта, граничными и начальными условиями, а также фазовым переходом с подвижной границей раздела фаз [1, 6, 7].

Уравнение теплопроводности с подвижными границами, при условии, что тепломассообменные коэффициенты постоянные на интервале времени [0, $\tau_к$], $\tau_к \le \tau_к$ представлялось в виде уравнения теплопроводности с неподвижными границами

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = a\left(\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2}\right) + \frac{\varepsilon r_c}{c}\frac{\partial u}{\partial \tau} \qquad (3)$$

с начальным условием

$$t = t_н \text{ при } \tau = 0; \qquad (4)$$

и граничными условиями:

$$\frac{\partial t}{\partial x} - \alpha\left(t - t_c\right) = 0 \text{ при } x = -l;$$

$$\frac{\partial t}{\partial x} + k\left(t - t_c\right) = 0 \text{ при } x = l;$$

$$\frac{\partial t}{\partial y} - \alpha\left(t - t_c\right) = 0 \text{ при } y = -l; \qquad (5)$$

$$\frac{\partial t}{\partial y} + k\left(t - t_c\right) = 0 \text{ при } y = l;$$

$$\frac{\partial t}{\partial z} - \alpha\left(t - t_c\right) = 0 \text{ при } z = -l;$$

$$\frac{\partial t}{\partial z} - k\left(t - t_c\right) = 0 \text{ при } z = l,$$

где $a = \lambda / c\rho_0$– коэффициент температуропроводности, м^2/с;

Система уравнений (3)–(5) приведена к безразмерному виду:

$$\frac{\partial T}{\partial \mathrm{Fo}} = \Delta T - \varepsilon\ \mathrm{Ko}\frac{\partial U}{\partial \mathrm{Fo}} \qquad (6)$$

$$T\big|_{\mathrm{Fo}=0} = 0 \qquad (7)$$

$$\left.\frac{\partial T}{\partial X}\right|_{X=-1} + \mathrm{Bi}\left(1 - T\big|_{X=-1}\right) = 0$$

$$\left.\frac{\partial T}{\partial X}\right|_{X=1} - \mathrm{Bi}\left(1 - T\big|_{X=1}\right) = 0$$

$$\left.\frac{\partial T}{\partial Y}\right|_{Y=-1} + \mathrm{Bi}\left(1 - T\big|_{Y=-1}\right) = 0$$

$$\left.\frac{\partial T}{\partial Y}\right|_{Y=1} - \mathrm{Bi}\left(1 - T\big|_{Y=1}\right) = 0 \qquad (8)$$

$$\left.\frac{\partial T}{\partial Z}\right|_{Z=-1} + \mathrm{Bi}\left(1 - T\big|_{Z=-1}\right) = 0$$

$$\left.\frac{\partial T}{\partial Z}\right|_{Z=1} - \mathrm{Bi}\left(1 - T\big|_{Z=1}\right) = 0$$

где X =x/R, Y =y/R, Z =z/R– безразмерные координаты, R– половина стороны частицы; T $= \frac{t - t_н}{t_c - t_н}$– безразмерная температура; U = $\frac{u_н - u}{u_н - u_р}$– безразмерное влагосодержание; t_c, $u_р$– значения температуры среды и конечного влагосодержания; $\nabla^2 T = \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2}$ – оператор Лапласа; $\mathrm{Fo} = a\tau / R^2$ – критерий Фурье; $\mathrm{Bi} = \alpha R/\lambda$ – теплообменный критерий Био; $U = U(\tau)$ – заданная функция.

Для решения задачи нестационарной теплопроводности (3) – (8) использован зональный метод расчета температурных полей [2, 4] при сушке свекловичного жома. Процесс сушки разбивался на некоторые временные интервалы $\Delta\tau_j = \tau_j - \tau_{j-1}$ ($\tau_{j-1} < \tau_j$, $j = \overline{0,k}$), В пределах каждого интервала геометрическая форма частицы, ее плотность, теплофизические и массообменные характеристики; начальное распределение температуры и влагосодержания по объему частицы, а также плотность массового и теплового потока с испарившейся влагой постоянны.

Алгоритм решения

Решения задачи выполняется в следующей последовательности [2, 8]:

1. Предполагается, что на некоторой временной сетке $\tau_0, \tau_1, \ldots, \tau_J$, где $\tau_o = 0$, $\tau_J = \tau_к$ известны значения влагосодержания частицы высушиваемого жома U_j и размеры ее сторон $l_{1,j}$, $l_{2,j}$, $l_{3,j}$ для всех $j = \overline{0,J}$. Используя сплайн – функции [7] устанавливаются функциональные связи $U = U(\tau)$, $l_1 = l_1(\tau)$, $l_2 = l_2(\tau)$, $l_3 = l_3(\tau)$.

2. За начальные значения температуры и влагосодержания свекловичного жома принимаются их значения при загрузке в сушилку.

3. . Время сушки разбивается на k интервалов. Для каждого интервала линейные размеры частицы $l_{1,i}, l_{2,j}, l_{3,i}$ теплофизические параметры: удельная теплоемкость, коэффициент теплопроводности, а также коэффициент теплообмена с окружающей средой, коэффициент фазового превращения принимаются постоянными.

4. Выполняется расчет изменения поля температуры на интервале $\Delta\tau_j = \tau_{j+1} - \tau_j$ и находится среднее значение температуры частицы высушиваемого жома.

Если $U > U_к$, то расчет проводится для следующего участка, а в качестве начальных условий принимают: для температуры – среднее значение температуры высушиваемого продукта на предыдущем временном интервале $T_н = T_{н,j} = T_{ср}\left(\tau_{j+1}\right)$, а для влагосодержания – значение, рассчитанное по формуле $U_н = U_{н,j} = U\left(\tau_{j+1}\right)$. Рассмотрено нестационарное трехмерное уравнение теплопроводности для параллелепипеда

$$c\rho\frac{\partial T}{\partial\tau} = \lambda\left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2}\right) + q_v \qquad (9)$$

$$\left[\pm\lambda\frac{\partial T}{\partial n} + \alpha_{0n,\ln} T\right]_{n=0,\ln} = q_{0\,n,\ln},\ n = x, y, z \qquad (10)$$

$$T(x,y,z)\big|_{\tau=0} = T_0 \qquad (11)$$

здесь $q_v = \frac{\varepsilon r_c}{c}\frac{\partial u}{\partial\tau}$

При численном решении по локально-одномерной схеме вводилась сеточная функция $u^j_{n,m,k}$, соответствующая температуре $T\left(x_n, y_m, z_k, \tau_j\right)$;

$$x_n = (n-1)h_x,\ \ y_m = (m-1)h_y,\ \ z_k = (k-1)h_z \qquad (12)$$

где $n = \overline{1,N}$, $m = \overline{1,M}$, $k = \overline{1,K}$.

При построении конечно – разностной схемы применялись следующие сеточные аппроксимации для производных $\frac{\partial u}{\partial\tau}, \frac{\partial u}{\partial x}, \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$ (здесь $u = (x,\tau)$ – некоторая функция пространственной координаты x и времени τ):

$$\frac{\partial u}{\partial\tau} = \frac{u(x,\tau) - u(x,\tau-\Delta\tau)}{\Delta\tau} \qquad (13)$$

– разностное отношение назад;

$$\frac{\partial u}{\partial x} = \frac{u(x+h,\tau) - u(x-h,\tau)}{2h} \qquad (14)$$

– центрально–разностное отношение

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = \frac{u(x+h,\tau) - 2u(x,\tau) + u(x-h,\tau)}{h^2} \qquad (15)$$

– симметричное разностное отношение второго порядка.

Локально-однородная схема при пространственной сетке равномерной по каждой из координат x, y, z имеет вид:

уравнения для первой промежуточной сеточной функции $V^j_{n,m,k}$

$$V^j_{n,m,k} - \left(1 + \frac{\alpha_{0x}h_x}{\lambda} + \frac{c\rho h_x^2}{2\lambda\Delta\tau}\right)V^j_{1,m,k} + \frac{q_{0x}h_x}{\lambda} + \frac{h_x^2}{2\lambda}\left(\frac{q_v}{3} + \frac{c\rho}{\Delta\tau}u^{j-1}_{1,m,k}\right) = 0 \qquad (16)$$

$$V^j_{n+1,m,k} - \left(2 + \frac{c\rho h_x^2}{\lambda\,\Delta\tau}\right)V^j_{n,m,k} + V^j_{n-1,m,k} + \frac{h_x^2}{\lambda}\left(\frac{q_v}{3} + \frac{c\rho}{\Delta\tau}u^{j-1}_{n,m,k}\right) = 0 \qquad (17)$$

$$n = 2,\ldots,N-1$$

$$-\left(1 + \frac{\alpha_{lx}h_x}{\lambda} + \frac{c\rho h_x^2}{2\lambda\Delta\tau}\right)V^j_{N,m,k} + V^j_{N-1,m,k} + \frac{q_{lx}h_x}{\lambda} + \frac{h_x^2}{2\lambda}\left(\frac{q_v}{3} + \frac{c\rho}{\Delta\tau}u^{j-1}_{N,m,k}\right) = 0 \qquad (18)$$

уравнения для второй промежуточной сеточной функции $W^j_{n,m,k}$

$$W^j_{n,2,k} - \left(1 + \frac{\alpha_{0y}h_y}{\lambda} + \frac{c\rho h_y^2}{2\lambda\Delta\tau}\right)W^j_{n,1,k} + \frac{q_{0y}h_y}{\lambda} + \frac{h_y^2}{2\lambda}\left(\frac{q_v}{3} + \frac{c\rho}{\Delta\tau}V^{j-1}_{n,1,k}\right) = 0 \qquad (19)$$

$$W^j_{n,m+1,k} - \left(2 + \frac{c\rho h_y^2}{\lambda\,\Delta\tau}\right)W^j_{n,m,k} + W^j_{n,m-1,k} + \frac{h_y^2}{\lambda}\left(\frac{q_v}{3} + \frac{c\rho}{\Delta\tau}V^{j-1}_{n,m,k}\right) = 0 \qquad (20)$$

$$m = 2,\ldots,M-1$$

$$-\left(1 + \frac{\alpha_{ly}h_y}{\lambda} + \frac{c\rho h_y^2}{2\lambda\Delta\tau}\right)W^j_{n,M,k} + W^j_{n,M-1,k} + \frac{q_{ly}h_y}{\lambda} + \frac{h_y^2}{2\lambda}\left(\frac{q_v}{3} + \frac{c\rho}{\Delta\tau}V^{j-1}_{n,M,k}\right) = 0 \qquad (21)$$

уравнения для искомой сеточной функции $u^j_{n,m,k}$

$$u^j_{n,m,2}\left(1+\frac{\alpha_{0z}h_z}{\lambda}+\frac{c\rho h_z^2}{2\lambda\Delta\tau}\right)u^j_{n,m,1}+ \\ +\frac{q_{0z}h_z}{\lambda}+\frac{h_z^2}{2\lambda}\left(\frac{q_v}{3}+\frac{c\rho}{\Delta\tau}W^{j-1}_{n,m,1}\right)=0 \quad (22)$$

$$u^j_{n,m,k+1}-\left(2+\frac{c\rho h_z^2}{\lambda\,\Delta\tau}\right)u^j_{n,m,k}+ \\ +u^j_{n,m,k-1}+\frac{h_z^2}{\lambda}\left(\frac{q_v}{3}+\frac{c\rho}{\Delta\tau}W^{j-1}_{n,m,k}\right)=0 \quad (23)$$

$$k=2,...,K-1$$

$$-\left(1+\frac{\alpha_{lz}h_z}{\lambda}+\frac{c\rho h_z^2}{2\lambda\Delta\tau}\right)u^j_{n,m,K}+u^j_{n,m,K-1}+ \\ +\frac{q_{lz}h_z}{\lambda}+\frac{h_z^2}{2\lambda}\left(\frac{q_v}{3}+\frac{c\rho}{\Delta\tau}W^{j-1}_{n,m,K}\right)=0 \quad (24)$$

На каждом интервале времени для расчета разностного решения $u^j_{n,m,k}$ сначала «прогонками по направлениям, параллельным оси x», определялась первая промежуточная функция $V^j_{n,m,k}$, затем «прогонками по направлениям, параллельным оси y», определялась вторая промежуточная функция $W^j_{n,m,k}$ и, наконец, «прогонками по направлениям, параллельным оси z», находилось искомое решение $u^j_{n,m,k}$. При этом сеточная функция $V^j_{n,m,k}$ записывалась на место функции $u^{j-1}_{n,m,k}$, функция $W^j_{n,m,k}$ – на место $V^j_{n,m,k}$, а функция $u^j_{n,m,k}$ – на место $W^j_{n,m,k}$. Поэтому для хранения сеточной функции температур использовался лишь один трехмерный массив Uразмерами $N\times M\times K$.

Определение температуры, влагосодержания и линейного размера частицы на каждом временном интервале осуществлялось по сеточным функциям $V^j_{n,m,k}$, $W^j_{n,m,k}$, $u^j_{n,m,k}$. Внутри каждой из них проводились прогонки по какому-либо одному направлению [7]. Поскольку при этом для каждого направления (x, y или z) перебирались все параллельные ему «стержни», то внутри каждой из частей были организованы циклы по номерам точек разбиения в плоскости, перпендикулярной направлению прогонки. Например, при расчете $V^j_{n,m,k}$ прогонками по x ($n=1,2,...,N$) в циклах перебирались все номера m и k в сечении yOz. Наконец, внутри этих циклов действовали циклы для формирования коэффициентов d_n разностных уравнений канонического вида. В результате решения трех диагональной системы разностных уравнений методом прогонки получался трехмерный массив U, который выводился на печать.

Зональный метод решения задачи нестационарного трехмерного уравнения теплопроводности для параллелепипеда с учетом внутренних источников теплоты [5] был проверен по экспериментальным данным стационарной сушки свекловичного жома с использованием исходных данных (таблица 1). Для реализации зонального метода получены зависимости изменения линейного размера частицы свекловичного жома по пространственной координате *x* и ее влагосодержания в процессе сушки (рисунок 1 и 2).

При постоянных значениях влагосодержания и размеров стороны высушиваемой частицы на каждом шаге методом машинного эксперимента найдены текущие значения коэффициента фазового превращения при условии максимального сближения расчетных и экспериментальных данных.

Зависимость изменения коэффициента фазового превращения от времени сушки соответствует данным, полученным А.С. Гинзбургом [6], где отмечается, что коэффициент фазового превращения в общем виде является функцией влагосодержания и температуры $\varepsilon=\varepsilon(u,T)$. При увеличении влажности ε резко увеличивается, при значительной влажности $\varepsilon\approx 0$, то есть влага перемещается в материале, в основном, в виде жидкости.

Предлагаемый метод расчета распределения температурных полей и полей влагосодержащий при конвективной сушке свекловичного жома в переменных режимах с использованием трехмерного уравнения теплопроводности показал соответствие расчетных и экспериментальных данных с погрешностью моделирования 8–10 %.

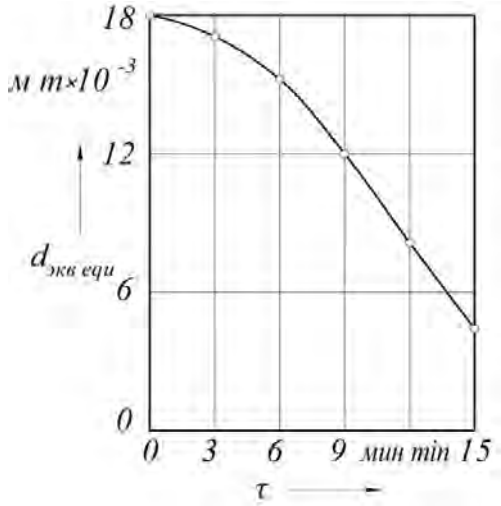


Рисунок 1. Изменение линейного размера частицы
Figure 1. The change in the linear dimension of the particle

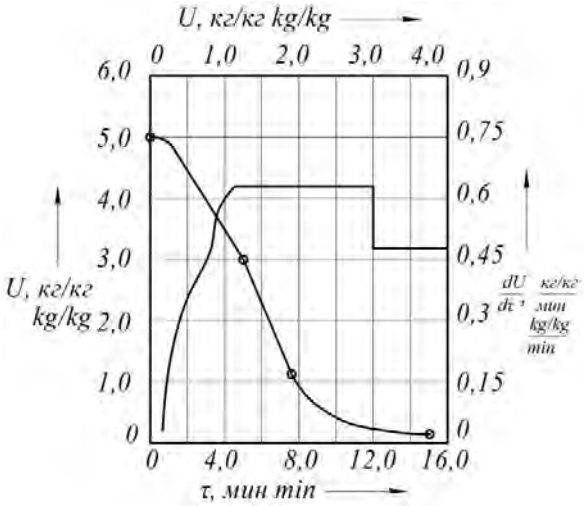


Рисунок 2. Кривые сушки и скорости сушки
Figure 2. Drying curves and drying rates

Таблица 1.

Экспериментальные данные стационарной сушки свекловичного жома

Table 1.

Experimental data of stationary drying of beet pulp

Наименование параметра Parameter name	Обозначение Notation	Единица измерения Unit of measurement	Значение, интервал Value, Interval	
			НС	ВС
Время сушки| Drying time	$\tau_к$	мин | min	6,0	9,0
Начальное влагосодержание жома Initial moisture content of pulp	$U_н$	кг/кг | kg/kg	5,0	3,0
Начальная температура жома The initial temperature of pulp	$T_н$	°C	40	70
Удельная теплоемкость жома Specific heat of pulp	c	Дж/(кг·К) | J/(kg·K)	3100	2400
Плотность продукта | Product density	ρ_o	кг/м^3 | kg/m^3	1050	1280
Коэффициент теплопроводности сухого жома Coefficient of thermal conductivity of dry pulp	λ	Вт/(м·К) | W/(m·K)	0,45	0,55
Температура теплоносителя Coolant temperature	T_c	°C	80	140
Коэффициент теплообмена с теплоносителем Heattransfer coefficient with coolant	α	Вт/(м^2·К) | W/(m^2·K)	16,3	46,6
Удельная теплота парообразования Specific heat of vaporization	r_c	кДж/кг | kJ/kg	2300	
Коэффициент фазового превращения Coefficient of phase transformation	ε	–	0–1	

Полученные результаты были использованы при разработке двухступенчатого способа сушки свекловичного жома (рисунок 3)

В низкотемпературную сушилку *2* поступает влажный свекловичный жом, где осуществляется его предварительная сушка воздухом, подаваемым из теплообменника-утилизатора *6*.

Затем подсушенный жом направляется в высокотемпературную сушилку *1*, в которой происходит окончательная сушка материала перегретым паром.

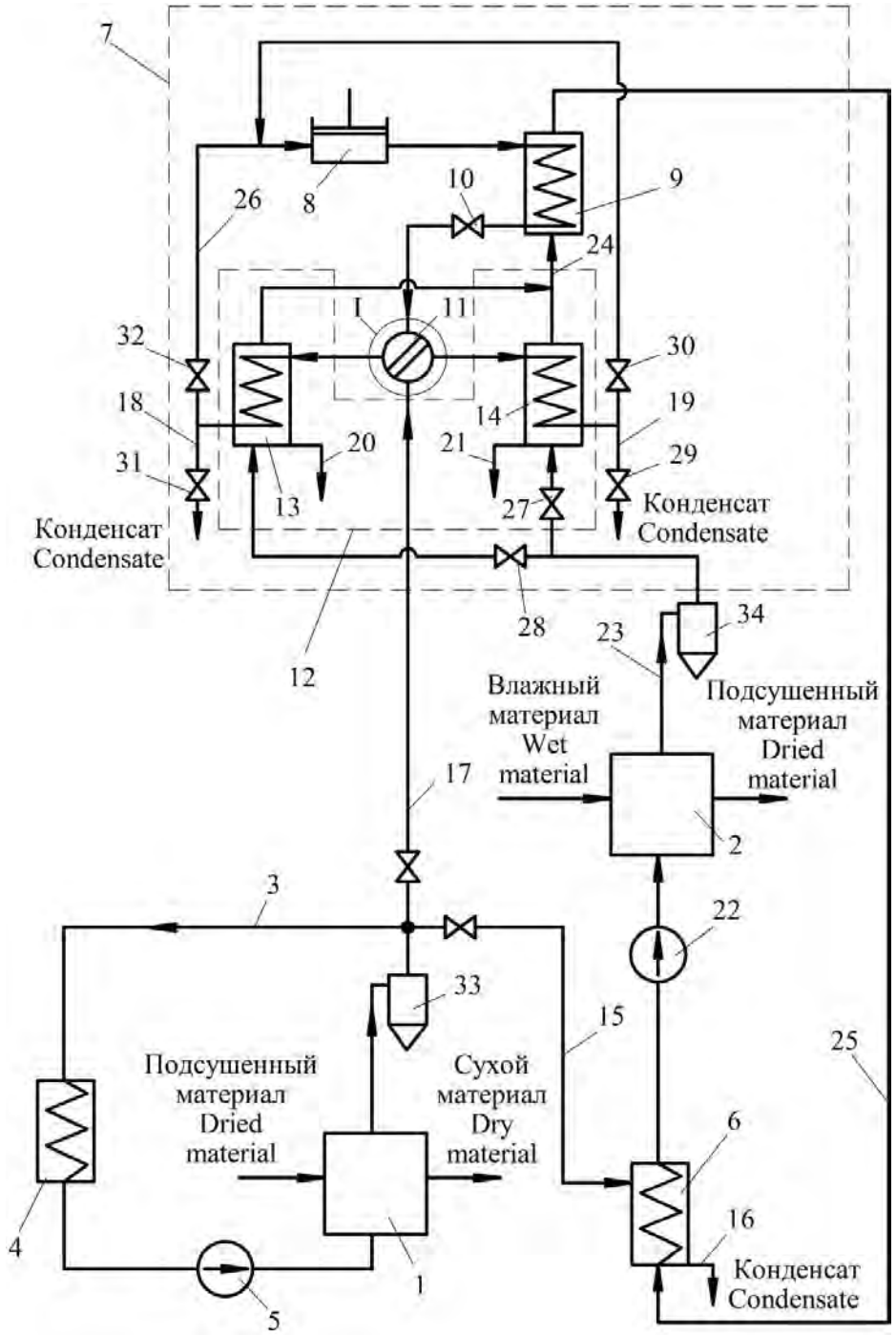


Рисунок 3. Структурная схема двухступенчатого способа сушки свекловичного жома: 1 –высокотемпературная сушилка (ВС); 2 –низкотемпературная сушилка (НС); 4 –пароперегреватель; 5,22 –вентилятор; 6 –теплообменник-утилизатор; 7 –теплонасосная установка; 8 –компрессор; 9 –конденсатор; 10 – терморегулирующий вентиль; 11 – двухпозиционный переключатель; 12 –испаритель; 13 –рабочая секция испарителя; 14 –резервная секция испарителя; 18,19 –линии отвода конденсата; 20,21 –линии отвода воды; 26 –контур циркуляции хладагента; 27 –32 –запорно-регулирующая арматура; 33,34 –циклон; *линии подачи отработанного перегретого пара:* 3 – в пароперегреватель;15 – в теплообменник-утилизатор; 17 – в резервную секцию испарителя; *линия подачи воздуха:* 23 – циклон; 24 – в конденсатор; 25 – в теплообменник-утилизатор

Figure 3. Structural diagram of a two-stage method for drying beet pulp: 1 –high-temperature dryer(BC); 2 –low-temperature dryer (HC); 4 –superheater; 5,22 –the fan; 6 –heatex changer-utilizer; 7 –heat pump plant; 8 – the compressor; 9 – the condenser; 10 – thermostatic valve; 11 –two-positions witch; 12 –evaporator;1 3 –working section of the evaporator; 14 –spare evaporate or section; 18,19 –condensate discharge lines; 20,21 –water discharge lines; 26 –refrigerant circuit; 27 –32 –shut –of fand control valves; 33,34 –cyclone; hot superheated steam supply lines: 3 –super heater; 15 –inheat exchanger-utilizer; 17 –to the evaporator backup section; air supply line: 23 –cyclone; 24 –in the condenser; 25 –to heatex changer-heatex changer

Выходящий из высокотемпературной сушилки отработанный перегретый пар проходит через циклон *33*, и далее одна его часть по линии *3* подается в пароперегреватель *4*, где осуществляется его перегрев. Вентилятором *5* перегретый пар нагнетается в сушилку *1*. Другая часть отработанного перегретого пара в количестве, равном испаренной влаге из материала в высокотемпературной сушилке, делится на два потока.

Отработанный воздух из низкотемпературной сушилки *2* по линии *23* направляется для очистки в циклон *34*, а затем в рабочую секцию *13* испарителя *12*, где происходит его осушение и охлаждение. После этого воздух по линии *24* подают для нагрева сначала в конденсатор *9* теплонасосной установки *7*, а затем в теплообменник-утилизатор *6* по линии *25*. Нагретый и осушенный воздух вентилятором *22* возвращается в низкотемпературную сушилку *2* с образованием замкнутого контура.

Заключение

Двухступенчатая сушка свекловичного жома позволяет увеличить степень использования и рекуперации теплоты отработанных теплоносителей и, тем самым, создать условия энергосберегающей технологии сушки влажного материала, а предлагаемый метод расчета позволил обеспечить максимальное кинетическое соответствие при практической реализации температурных режимов в области допустимых технологических свойств высушиваемого продукта.

ЛИТЕРАТУРА

1 Шевцов С.А., Остриков А.Н. Техника и технология сушки пищевого растительного сырья. Воронеж: ВГУИТ, 2014. 289 с.

2 Шевцов А.А., Дранников А.В., Лыткина Л.И., Шенцова Е.С. и др. Научно-практические основы энерго- и ресурсосберегающих процессов для получения кормовых добавок из растительного сырья. Воронеж: ВГУИТ, 2015. 268 с.

3 Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике. М.: Наука, 1986. 544 с.

4 Малахов Н.Н., Горбачев Н.Б., Меркушев С.И., Галаган Т. В. Математическая модель конвективной сушки овощей // Известия вузов. Пищевая технология. 2002. № 5–6. С. 81–81.

5 Алексанян И.Ю. Развитие научных основ процессов высокоинтенсивной сушки продуктов животного и растительного происхождения: дисс. докт. техн. наук: 05.18.12. Астрахань, 2001. 266 с.

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

7 Лыков А.В. Тепломассообмен. М.: Энергия, 1978. 479 с.

8 Шевцов А. А., Дранников А. В., Ткач В. В., Сердюкова Н. А. Резервы энергоэффективности конвективной сушки дисперсных материалов при переменных режимах // Вестник ВГУИТ. 2017. № 2. С. 17 – 23.

9 Дранников А. В., Костина Е. В., Деркаосова А. А., Бородовицын А. М. Управление процессом сушки высоковлажных дисперсных материалов при пониженном давлении сушильного агента // Автоматизация. Современные технологии. 2017. № 6. С. 248 – 253.

10 Дранников А. В., Костина Е. В., Бородовицын А. М., Полухин М. В. и др. Кинетика влагоудаления и определение продолжительности процесса сушки высоковлажных дисперсных материалов // Известия вузов. Пищевая технология. 2017. № 2-3. С. 78 – 82.

11 Shevtsov A.A., Drannikov A.V., Derkanosova A.A., Borodovicyn A.M. et al. Preparation and application of fodder vitamin additive choline chloride B4 on the basis of dried beet pulp in premix composition // International Journal of Pharmaceutical Research & Allied Sciences. 2017. № 6(1). P. 217-226.

12 Shevtsov A., Drannikov A., Derkanosova A., Korotaeva A. et al. Study of the basic modes of drying of high-moisture disperse materials of vegetable origin // The 1st International Academic Conference «Science and Education in Australia, America and Eurasuia: Fundamental and Applied Science». Australia, Melbourne. 2014. P. 173-176.

13 Zhu A., Shen X. The model and mass transfer characteristics of convection drying of peach slices // International Journal of Heat and Mass Transfer. 2014. V. 72. P. 345-351.

14 Nachaisin M., Jamradloedluk J., Niamnuy C. Application of Combined Far- Infrared Radiation and Air Convection for Drying of Instant Germinated Brown Rice // Journal of Food Process Engineering. 2016. V. 39. №. 3. P. 306-318.

REFERENCES

1 Shevtsov S.A., Ostrikov A.N . Tekhnika I tekhnologiya sushki pishhevogo rastitel'nogo syr'ya[Technique and technology of drying food plant raw materials] Voronezh, VGUIT, 2014. 289 p. (in Russian)

2 Shevtsov A.A., Drannikov A.V., Lytkina L.I., Shentsova E.S. et al. Nauchno-prakticheskoe obosnovanie energo- I resursosberegayushchikh protsessov [Scientific and practical foundations of energy and resource-saving processes for obtaining feed additives from plant raw materials] Voronezh, VGUIT, 2015. 268 p. (in Russian)

3 Bronshtein I.N., Semendyaev K.A. Spravochnik po matematike [Handbook of Mathematics] Moscow, Nauka, 1986. 544 p. (in Russian)

4 Malakhov N.N., Gorbachev N.B., Merkushev S.I., Galagan T. V. Mathematical model of convective drying of vegetables. *Izvestiya vuzov* [News of higher education institutions. Food technology] 2002. no. 5–6. pp. 81–81. (in Russian)

5 Aleksanyan I.U. Razvitie nauchnih osnov processov vysokointensivnoy sushki productov givotnogo i rastitelnogo proishojdeniya [Development of scientific bases of high-intensity drying processes of animal and vegetable products] Astrakhan, 2001. 266 p. (in Russian)

6 Ginzburg A.S., Gromov M.A., Krasovskaya G.I. Teplofizicheskie kherakteristiki [Thermophysical characteristics of food products] Moscow, Agropromizdat, 1990. 287 p. (in Russian)

7 Lykov A.V. Teplomassoobmen [Heat and masstransfer] Moscow, Energia, 1978. 479 p. (in Russian)

8 Shevtsov A. A., Drannikov A. V., Tkach V. V., Serdyukova N.A. Reserves of efficiency of the convective drying of dispersed materials under variable regimes. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET] 2017. no. 2. pp. 17 – 23. (in Russian)

9 Drannikov A.V., Kostina E.V., Derkanosova A.A., Bordovitsyn A. M. Managing the process of moisture drying of dispersed materials under reduced pressure, drying agent. *Avtomatizatsiya. Sovremennye tekhnologii* [Automation. Modern technology] 2017. no. 6. pp. 248 – 253. (in Russian)

10 Drannikov A.V., Kostina E. V., Bordovitsyn A. M., Polukhin M. V. et al. Kinetics of dehumidification and define the duration of the drying process moisture disperstion materials *Izvestiya vuzov* [News of higher education institutions. Food technology] 2017. no. 2-3. pp. 78 – 82. (in Russian)

11 . Shevtsov A.A., Drannikov A.V., Derkanosova A.A., Borodovicyn A.M. et al. Preparation and application of fodder vitamin additive choline chloride B4 on the basis of dried beet pulp in premix composition. International Journal of Pharmaceutical Research & Allied Sciences. 2017. no. 6(1). pp. 217-226.

12 . Shevtsov A., Drannikov A., Derkanosova A., Korotaeva A. et al. Study of the basic modes of drying of high-moisture disperse materials of vegetable origin // The 1st International Academic Conference «Science and Education in Australia, America and Eurasuia: Fundamental and Applied Science». Australia, Melbourne. 2014. pp. 173-176

13 Zhu A., Shen X. The model and mass transfer characteristics of convection drying of peach slices. International Journal of Heat and Mass Transfer. 2014. vol. 72. pp. 345-351.

14 Nachaisin M., Jamradloedluk J., Niamnuy C. Application of Combined Far-Infrared Radiation and Air Convection for Drying of Instant Germinated Brown Rice. Journal of Food Process Engineering. 2016. vol. 39. no. 3. pp. 306-318.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Александр Н. Остриков д.т.н., профессор, кафедра технологии жиров, процессов и аппаратов пищевых и химических производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, ostrikov27@yandex.ru

Александр А. Шевцов д.т.н., профессор, кафедра технологии жиров, процессов и аппаратов пищевых и химических производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, shevalol@rambler.ru

Алексей В. Дранников д.т.н. профессор, кафедра машин и аппаратов пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, drannikov@list.ru

Александр В. Квасов магистр, кафедра биохимии и биотехнологии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, alex-kvasov1994@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Александр Н. Остриков предложил методику проведения эксперимента

Александр А. Шевцов обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провёл эксперимент, выполнил расчёты

Алексей В. Дранников консультация в ходе исследования

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

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 25.01.2018
ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 19.02.2018

INFORMATIONABOUTAUTHORS

Aleksandr N. Ostrikov Dr. Sci. (Engin.), professor, technology fats, process and apparatus of chemistry and food technology department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, ostrikov27@yandex.ru

Aleksandr A. Shevtsov Dr. Sci. (Engin.), professor, technology fats, process and apparatus of chemistry and food technology department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, shevalol@rambler.ru

Aleksei V. Drannikov Dr. Sci. (Engin.), professor, machinery and food production machines department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, drannikov@list.ru

Alexander V. Kvasov master student, biochemistry and biotechnology department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, alex-kvasov1994@yandex.ru

CONTRIBUTION

Aleksandr N. Ostrikov proposed a scheme of the experiment and organized production trials

Aleksandr A. Shevtsov review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

Aleksei V. Drannikov consultation during the study

Aleksandr V. Kvasov 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 1.25.2018
ACCEPTED 2.19.2018

Оригинальная статья/Original article

УДК 664.3033.08

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-20-24

Двумерная модель течения материала в канале шнека с неподвижной крышкой

Евгений П. Кошевой [1] Ep-koshevoi@mail.ru

Александр В. Гукасян [1] Aleksandr_Gukasyan@mail.ru

Вячеслав С. Косачев [1] Vkosachev@nm.ru

[1] Кубанский государственный технологический университет, ул. Московская, 2, Краснодар, 350072, Россия

Реферат. Рассмотрены особенности течения вязко-пластичного материала по каналу шнека.Перспективным направлением в этом случае являются модели переноса, определяемые гидродинамикой фазового перехода. В работе анализируется влияние габаритов на режим течения вязко-пластичного материала.Материал, находящийся в канале вращающегося шнека и ограниченный неподвижным корпусом, начнет двигаться поступательно по каналу вследствие возникающей в нем деформации сдвига – появляется вынужденный (прямой) поток. Основными параметрами, определяющими величину объемного расхода, являются глубина, и ширина канала, диаметр шнека и частота его вращения. Необходимым условием существования этого потока является сохранение в материале напряжений сдвига, что возможно только в том случае, если материал имеет определенную вязкость. Условием возникновения обратного потока является избыточное давление, создаваемое сопротивлением головки. Представим себе в этих условиях, что шнек не движется. Тогда под действием давления со стороны головки материал потечет от нее вдоль шнекового канала – в обратном направлении. Величина объемного расхода противотока также зависит от глубины канала, диаметра и длинны шнека, вязкости материала и величины давления в головке. На практике, однако, в канале шнека никогда не возникает противоток, а давление в головке оказывает своеобразное ограничение прямому потоку, которое рассматривается теоретически как противоток, а производительность шнекового нагнетателя – как суммарный расход двух потоков. Для учета геометрии канала разрабатывалась математическая модель скоростного напора в прямоугольном канале. Полученное уравнение позволяет определить напряжение сдвига по скорости сдвига материала. Учитывая симметричность и линейность распределения скорости в канале относительно его середины, получено уравнение распределение скорости сдвига по высоте. Найденная в результате аналитического решения двумерного уравнения Пуассона зависимость позволяет значительно упростить расчет расходно-напорных характеристик экструдерной части шнековых прессов для отжима растительных масел относительно требуемой скорости вращения шнека.

Ключевые слова: габариты канала, течение вязкопластичного материала, скорость сдвига

Two-dimensional model of material flow in a screw channel with a fixed cover

Evgenii P. Koshevoi [1] Ep-koshevoi@mail.ru

Aleksandr V. Gukasyan [1] Aleksandr_Gukasyan@mail.ru

Vyacheslav S. Kosachev [1] Vkosachev@nm.ru

[1] Kuban state technological university, Moskovskaya str., 2, Krasnodar, 350072, Russia

Summary.Features of the viscous-plastic material flow through the screw channel are studied. A promising direction in this case is the transport models determined by the hydrodynamics of the phase transition. The author also analyzed the effect of dimensions on the flow rate of a viscous-plastic material. The material situated in the channel of the rotating auger and bounded by the fixed body will start to move in a translational motion along the channel due to the shear deformation that appears in it, this is where a forced flow appears. The main parameters that determine the volume flow rate are the depth and width of the channel, the diameter of the screw and the frequency of its rotation. A necessary condition for the existence of this flow is the persistence of shear stress in the material, which is possible only if the material has a certain viscosity. The condition of the return flow is the excessive pressure created by the resistance of the head. We assume the case when in these conditions the auger does not move. Then, under the action of pressure from the side of the head, the material will flow from it along the screw channel – in the opposite direction. The volume flow rate of the counter-flow also depends on the depth of the channel, on the diameter and length of the screw, on the viscosity of the material and on the pressure in the head. In practice, however, there is never a countercurrent in the auger channel, and the head pressure exerts a kind of limitation on the direct flow, which is theoretically viewed as a countercurrent, and the productivity of the screw supercharger is the total flow of the two flows. To account for the geometry of the channel, the author developed a mathematical model of the velocity head in a rectangular channel. The resulting equation makes it possible to determine the shear stress in terms of the shear rate of the material. Taking into account the symmetry and linearity of the velocity distribution in the channel with respect to its midpoint, an equation is obtained for the distribution of the shear rate along the height. The dependence, obtained as a result of the analytical solution of the two-dimensional Poisson equation, makes it possible to simplify considerably the calculation of the discharge-pressure characteristics of the extruder part of the screw presses for pressing vegetable oils with respect to the required screw rotation speed.

Keywords:channel dimensions, viscoplastic material flow, shear rate

Для цитирования

Кошевой Е.П., Гукасян А.В., Косачев В.С. Двумерная модель течения материала в канале шнека с неподвижной крышкой // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 1. С. 20–24. doi:10.20914/2310-1202-2018-1-20-24

For citation

Koshevoi E.P., Gukasyan A.V., Kosachev V.S. Two-dimensional model of material flow in a screw channel with a fixed cover. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 1. pp. 20–24. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-1-20-24

Введение

Разработка современных технологий в пищевой промышленности базируется на использовании высокоинтенсивных воздействий на микроуровне. При этом анализ факторов производственного процессавыявляет наиболее эффективные технологические приемы, использование которых позволяет обосновать эффективное совершенствование процессов извлечения ценных компонентов. Развитие технологических инноваций в пищевой промышленности основано на моделировании процессов гидродинамики в рабочей зоне установок при значительных изменениях внешних воздействий. Габариты питающего витка шнекового пресса оказывают существенное влияние на его расходно-напорные характеристики. Методы математического моделирования потоков учитывают эти характеристики. Выбор параметров модели в равновесных условиях оказывают существенное влияние на последующую оптимизацию технологии. Перспективным направлением в этом случае являются модели переноса, определяемые гидродинамикой фазового перехода.В работе анализируется влияние габаритов на режим течения вязко-пластичного материала [1–14].

Основная часть

Материал, находящийся в канале вращающегося шнека и ограниченный неподвижным корпусом, начнет двигаться поступательно по каналу вследствие возникающей в нем деформации сдвига – появляется вынужденный (прямой) поток. Основными параметрами, определяющими величину объемного расхода, являются глубина, и ширина канала, диаметр шнека и частота его вращения. Необходимым условием существования этого потока является сохранение в материале напряжений сдвига, что возможно только в том случае, если материал имеет определенную вязкость. Условием возникновения обратного потока является избыточное давление, создаваемое сопротивлением головки. Представим себе в этих условиях, что шнек не движется. Тогда под действием давления со стороны головки материал потечет от нее вдоль шнекового канала –в обратном направлении. Величина объемного расхода противотока также зависит от глубиныканала, диаметра и длинны шнека, вязкости материала и величины давления в головке. На практике, однако, в канале шнека никогда не возникает противоток, а давление в головке оказывает своеобразное ограничение прямому потоку, которое рассматривается теоретически как противоток, а производительность шнекового нагнетателя – как суммарный расход двух потоков. Для учета геометрии канала разрабатывалась математическая модель скоростного напора в прямоугольном канале.

Для описания распределения скоростей использовалась двумерная задача Пуассона с граничными условиями первого рода. Задача сводится к решению уравнения Пуассона $u_{xx}+u_{yy}=0$ внутри прямоугольника при краевых условиях: $u(0,y)=V$, $u(a,y)=V$, $u(x,0)=0$ $u(x,b)=V$. Будем искать вначале нетривиальные частные решения уравнения Пуассона, удовлетворяющие граничным условиям $u(x,0)=0$, $u(x,b)=V$ в виде $u(x,y)=X(x)\cdot Y(y)$. Подставляя это выражение в уравнение Пуассона, получим $X''(x)\times Y(y)+X(x)\cdot Y(y)''=0$, откуда делением на $X(x)\times Y(y)$ найдем соотношение между производными и их функциями:

$$\frac{X''}{X(x)}=-\frac{Y''}{Y(y)}=\lambda^2, \qquad (1)$$

Левая часть равенства (2) может зависеть только от x, или быть постоянным числом, не зависящим от координат. Аналогично и правая часть не зависит от координаты y. Следовательно, эти соотношения выполняются при их равенстве постоянной величине λ^2. Допуская, что $Y(0)=Y(b)=0$, получим задачу Штурма–Лиувилля:

$$\begin{cases} Y''+\lambda^2\cdot Y(y)=0 \\ Y(0)=Y(b)=0 \end{cases}, 0<y<b, \qquad (2)$$

Для решения уравнения (2) используем операционный метод, основанный на интегральном преобразовании Лапласа, позволяющий преобразовать дифференциальное уравнение (оригинал) к её алгебраическому аналогу (изображению). В этом случае решение алгебраического уравнения будет соответствовать решению дифференциального. Используя прямое преобразование Лапласа, преобразуем уравнение (2) к виду:

$$\lambda^2\cdot L(s)-dy_0-s^2\cdot L(s)-s\cdot y_0=0 \qquad (3)$$

Разрешая полученное уравнение (3) относительно изображения искомой функции $L(s)$ находим полученную зависимость, считая s простой переменной:

$$L(s)=\frac{dy_0+s\cdot y_0}{\lambda^2+s^2} \qquad (4)$$

Используя обратное преобразование Лапласа, преобразуем уравнение (4) к виду:

$$Y(y)=\frac{dy_0\cdot\sin(\lambda\cdot y)+y_0\cdot\cos(\lambda\cdot y)\cdot\lambda}{\lambda} \qquad (5)$$

Используя (5) с учетом(2) получаем собственные значения и собственные функции двумерной задачи Пуассона на прямоугольнике:

$$\lambda_n=\frac{n\cdot\pi}{b},\ Y_n(y)=\sin\left(\frac{n\cdot\pi}{b}\cdot y\right),\ n=1,2,\ldots,\infty \qquad (6)$$

Соответствующие функции $X_n(x)$ являются решениями уравнения $X''(x)-\lambda^2\cdot X(x)=0$, откуда используя прямое преобразование Лапласа, преобразуем это уравнение к виду:

$$s^2\cdot L(s)-\lambda^2\cdot L(s)-dx_0-s\cdot x_0=0 \qquad (7)$$

Разрешая полученное уравнение(7) относительно изображения искомой функции $L(s)$ находим полученную зависимость, считая s простой переменной:

$$L(s)=-\frac{dx_0+s\cdot x_0}{\lambda^2-s^2} \qquad (8)$$

Используя обратное преобразование Лапласа, преобразуем уравнение (4) к виду:

$$X(x)=x_0\cdot ch(\lambda\cdot x)+\frac{dx_0\cdot sh(\lambda\cdot x)}{\lambda} \qquad (9)$$

Используя (9) с учетом граничных условий получаем собственные функции двумерной задачи Пуассона на прямоугольнике по координатех:

$$X_n(x)=a_n\cdot ch\left(\frac{n\cdot\pi}{b}\cdot x\right)+b_n\cdot sh\left(\frac{n\cdot\pi}{b}\cdot x\right) \qquad (10)$$

где a_n и b_n – произвольные постоянные. Соответствующие функции решения уравнения Пуассона на прямоугольнике будут иметь вид:

$$u_n(x,y)=\left[a_n\cdot ch\left(\frac{n\cdot\pi}{b}\cdot x\right)+b_n\cdot sh\left(\frac{n\cdot\pi}{b}\cdot x\right)\right]\cdot\sin\left(\frac{n\cdot\pi}{b}\cdot y\right) \qquad (11)$$

В качестве решения исходной задачи возьмем ряд:

$$u(x,y)=\sum_{n=1}^{\infty}\left\{\left[a_n\cdot ch\left(\frac{n\cdot\pi}{b}\cdot x\right)+b_n\cdot sh\left(\frac{n\cdot\pi}{b}\cdot x\right)\right]\cdot\sin\left(\frac{n\cdot\pi}{b}\cdot y\right)\right\} \qquad (12)$$

Подставляя $x=a$ в уравнение(12) находим постоянные из следующего соотношения:

$$a_n\cdot ch\left(\frac{n\cdot\pi}{b}\cdot a\right)+b_n\cdot sh\left(\frac{n\cdot\pi}{b}\cdot a\right)=0 \qquad (13)$$

В тоже время при $x=a$ в уравнение(12) с учетом(13) имеем:

$$V=\sum_{n=1}^{\infty}\left[a_n\cdot\sin\left(\frac{n\cdot\pi}{b}\cdot y\right)\right] \qquad (14)$$

Интегрируя ряд (14) получаем следующие соотношения для a_n:

$$a_n=\frac{2}{b}\cdot\int_0^b V\cdot\sin\left(\frac{n\cdot\pi}{b}\cdot y\right)dy,\ a_n=\begin{cases}0,\ n\ \text{четное}\\ \dfrac{4\cdot V}{n\cdot\pi},\ n\ \text{нечетное}\end{cases} \qquad (15)$$

Таким образом, решение задачи на прямоугольнике имеет вид:

$$u(x,y)=\frac{4\cdot V}{\pi}\cdot\sum_{n=1}^{\infty}\left\{\frac{sh\left[\frac{(2\cdot k+1)\cdot(a-x)\cdot\pi}{b}\right]\cdot\sin\left[\frac{(2\cdot k+1)\cdot\pi\cdot y}{b}\right]}{(2\cdot k+1)\cdot sh\left[\frac{(2\cdot k+1)\cdot a\cdot\pi}{b}\right]}\right\} \qquad (16)$$

Полученное решение (16) соответствует краевой задаче $u(0,y)=V$, $u(a,y)=0$, $u(x,0)=0$ и $u(x,b)=0$. Проведя замену переменных в (16) после очевидных алгебраических преобразований получаем решение исходной задачи с граничными условиями $u(0,y)=V$, $u(a,y)=V$, $u(x,0)=0$ и $u(x,b)=V$:

$$u(x,y)=V-\frac{4\cdot V}{\pi}\cdot\sum_{n=1}^{\infty}\left\{\frac{sh\left[\frac{(2\cdot k+1)\cdot(b-y)\cdot\pi}{a}\right]\cdot\sin\left[\frac{(2\cdot k+1)\cdot\pi\cdot x}{a}\right]}{(2\cdot k+1)\cdot sh\left[\frac{(2\cdot k+1)\cdot b\cdot\pi}{a}\right]}\right\} \qquad (17)$$

где a, b – габариты канала (a > b), м; x, y – декартова система координат, (0 < x < a) и (0 < y < b); V – скорость движения стенок канала (1 м/сек). Задача (17) формулируется как двумерная с неподвижной крышкой и движущимися стенками. В этом случае скорость сдвига в канале при скорости его стенок V м/сек и неподвижной крышке пропорциональна градиенту, модуль которого определяет скорость сдвига в прямоугольном канале. Интегрируя модуль градиента, определяем среднюю скорость сдвига в канале:

$$\bar{\gamma}(V,a,b)=\frac{4\cdot|V|\cdot\int_0^b\int_0^a\sqrt{\sum_{n=1}^{\infty}\left|\frac{ch\left(\frac{2\cdot\pi\cdot b-2\cdot\pi\cdot y+4\cdot\pi\cdot b\cdot k-4\cdot\pi\cdot y\cdot k}{a}\right)-\cos\left(\frac{2\cdot\pi\cdot x+4\cdot\pi\cdot k\cdot x}{a}\right)}{a^2\cdot sh\left[\frac{(2\cdot k+1)\cdot b\cdot\pi}{a}\right]^2}\right|}\cdot dxdy}{a\cdot b}. \qquad (18)$$

Для Ньютоновской реологии важна средняя скорость сдвига, которая в случае одномерной задачи Куэтта равна скорости сдвига на движущейся крышке канала. Это связано с линейным характером изменения скорости по высоте канала. Изменение скорости в каналес неподвижной крышкой и движущимися стенками носит нелинейный характер, определяемый уравнением (17). Поэтому среднее значение градиента по площади сечения прямоугольного канала $\bar{\gamma}(V,a,b)$ определяет среднюю скорость сдвига в этом канале. При изменении габаритов канала

будет меняться и средняя скорость сдвига $\bar{\gamma}(V,a,b)$ в канале, средняя скорость сдвига, как усредненный по площади профиля модуль градиента скорости материала аппроксимируется регрессионной зависимостью полученной для скорости движущейся крышки *v* относительно габаритов канала шнека:

$$\gamma(v,b,h)=\left(v\,{}^{c}\!/_{м}\right)\cdot\left\{\frac{a_0}{\left({}^{h}\!/_{м}\right)^{a_1}}+\left({}^{b}\!/_{м}\right)^{\left[a_2\cdot\left(\frac{h}{м}\right)-a_3\right]}\cdot\left\{a_4+a_5\cdot\exp\left[a_6\cdot\left({}^{h}\!/_{м}\right)\right]\right\}-a_7\right\}\cdot Гц \qquad (19)$$

где *v* – скорость крышки канала; *b* – ширина канала; *h* – высота канала.

Таблица 1.

Значения коэффициентов регрессионной зависимости

Table1.

Values of regression dependence coefficients

Коэффициенты Coefficients	a_0	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7
Значения Value	1,751	0,949	7,932	0,712	4,426	1,372	29,037	13,736

Уравнение (2) позволяет определить напряжение сдвига $\tau($; по скорости сдвига материала $\gamma(v,b,h)$. Учитывая симметричность и линейность распределения скорости в канале относительно его середины, получаем распределение скорости сдвига по высоте: ; $\cdot\gamma(v,b,h)\cdot y$, где *y* – текущая высота канала, $0<y<h$.

Заключение

Найденная в результате аналитического решения двумерного уравнения Пуассона ависимость позволяет значительно упростить расчет расходно-напорных характеристик экструдерной части шнековых прессов для отжима растительных масел относительно требуемой скорости вращения шнека.

ЛИТЕРАТУРА

1 Blyagoz Kh. R., Skhalyakhov A.A., Zaslavets A.A., Koshevoi E.P. et al. Modeling of membrane process of nano- and miniemulsies formation. // Новые технологии. 2011. № 2. С. 15–17.

2 Гукасян А.В. Анализ факторов процесса отжима растительного масла в шнековом прессе // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2017. № 4 (358). С. 64–68.

3 Гукасян А.В. Совершенствование и обоснование эффективного мембранного массообменника для экстракционного разделения жидких смесей: автореф. дис. … канд. техн. наук. . – Краснодар: Кубанский государственный технологический университет, 2004. 18 с.

4 Гукасян А.В. Технологические инновации в пищевой промышленности: состояние и проблемы // Вопросы экономики и управления в современном обществе. Сборник научных статей по итогам Международной научно-практической конференции. 2011. С. 69–72.

5 Гукасян А.В., Косачев В.С. Аналитика скорости сдвига в прямоугольном канале с неподвижной крышкой // Образование и наука в современных реалиях Сборник материалов III Международной научно-практической конференции. 2017. С. 146–148.

6 Гукасян А.В., Кошевой Е.П., Косачев В.С. Установка для CO_2 экстракции твердо- и жидкофазных смесей // Пищевая промышленность: интеграция науки, образования и производства. Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 2005. С. 164–165.

7 Гукасян А.В., Кошевой Е.П., Косачев В.С., Тарбин А.Н. Течение масличного материала в выпускном устройстве пресса // Явления переноса в процессах и аппаратах химических и пищевых производств. Материалы II Международной научно-практической конференции. 2016. С. 146–150.

8 Косачев В.С., Гукасян А.В. Реологическая модель течения масличного материала в экструдере // Актуальные направления научных исследований: перспективы развития Сборник материалов IV Международной научно-практической конференции. 2017. С. 193–195.

9 Косачев В.С., Гукасян А.В. Численное моделирование напорного движения вязкой жидкости в прямоугольном канале // Актуальные направления научных исследований: перспективы развития Сборник материалов IV Международной научно-практической конференции. 2017. С. 278–280.

10 Подгорный С.А., Косачев В.С., Кошевой Е.П. Определение параметров математической модели равновесных свойств зерна в гигроскопической области нелинейной оптимизацией // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2010. № 5–6. С. 85–87.

11 Подгорный С.А., Кошевой Е.П., Косачев В.С. Математическое моделирование процессов сушки и кондиционирования зерна. Потенциалы массопереноса. Saarbrücken: Изд-во LAP LAMBERT, 2012. 136 с.

12 Подгорный С.А., Кошевой Е.П., Косачев В.С., Схаляхов А.А. Постановка задачи описания переноса тепла, массы и давления при сушке // Новые технологии. 2014. № 3. С. 20–27.

13 Схаляхов А.А., Верещагин А.Г., Косачев В.С., Кошевой Е.П. Разработка модели конденсации парогазовых смесей с полимерными половолоконными мембранами // Новые технологии. 2009. № 1. С. 39–43.

14 Колодежнов В.Н. Математическая модель реологического поведения вязкопластической жидкости, которая демонстрирует проявление эффекта “отвердевания” // Вестник ВГУИТ. 2014. № 2. С. 55–58.

REFERENCES

1 Blyagoz Kh R., Skhalyakhov A. A., Zaslavets A. A., Koshevoi E. P. et al. Modeling of membrane process of nano- and miniemulsies formation. *Novye tekhnologii* [New technologies] 2011. no. 2. pp. 15–17. (in Russian)

2 Gukasyan A.V. Analysis of factors of the process of pressing vegetable oil in a screw press. *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii* [News of universities. Food technology] 2017. no. 4 (358). pp. 64-68. (in Russian)

3 Gukasyan A.V. Sovershenstvovanie I obosnovanie effektivnogo membrannogo [Perfection and substantiation of an effective membrane mass exchanger for extraction separation of liquid mixtures] Krasnodar, KubGU, 2004. 18 p. (in Russian)

4 Gukasyan A.V. Technological Innovations in the Food Industry: State and Problems. Voprosy ekonomiki I uprevleniya v sovremennom obshchestve [Issues of Economics and Management in Modern Society. Collection of scientific articles on the results of the International Scientific and Practical Conference] 2011. pp. 69-72. (in Russian)

5 Gukasyan A.V., Kosachev V.S. Analysis of shear rate in a rectangular canal with a fixed lid. Obrazovanie I nauka v sovremennykh realiyakh [Education and Science in Modern Realities Collected materials of the III International Scientific and Practical Conference] 2017. pp. 146-148. (I Russian)

6 Gukasyan A.V., Koshevoi E.P., Kosachev V.S. Installation for CO2 extraction of solid- and liquid-phase mixtures. Pishchevaya promyshlennost' [Food industry: integration of science, education and production. Materials of the All-Russian scientific-practical conference with international participation] 2005. pp. 164-165. (in Russian)

7 Gukasyan A.V., Koshevoi E.P., Kosachev V.S., Tarbin A.N. The flow of oil-bearing material in the press release device. Yavleniya perenosa v protsessakh I apparatakh [Transport phenomena in processes and apparatuses of chemical and food industries. Materials of the II International Scientific and Practical Conference] 2016. pp. 146-150. (in Russian)

8 Kosachev V.S., Gukasyan A.V. Rheological model of the oil-bearing material flow in the extruder. Aktual'nye napravleniya nauchnykh issledovanii [Actual directions of scientific research: development prospects. Proceedings of the IV International Scientific and Practical Conference] 2017. pp. 193-195. (in Russian)

9 Kosachev V.S., Gukasyan A.V. Numerical modeling of the pressure motion of a viscous fluid in a rectangular channel. Aktual'nye napravleniya nauchnykh issledovanii [Actual directions of scientific research: development prospects. Proceedings of the IV International Scientific and Practical Conference] 2017. pp. 278-280. (In Russian)

10 Podgorny S.A., Kosachev V.S., Koshevoi E.P. Determination of the parameters of the mathematical model of the equilibrium properties of grain in the hygroscopic region by nonlinear optimization. *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii* [News of universities. Food technology] 2010. no. 5-6. pp. 85-87. (in Russian)

11 Podgorny S.A., Koshevoi E.P., Kosachev V.S. Matematicheskoe modelirovanie protsessov sushki [Mathematical modeling of processes of drying and conditioning of grain. Potentials of mass transfer] Saarbrücken, LAMBERT, 2012. 136 p. (in Russian)

12 Podgorny S.A., Koshevoi E.P., Kosachev V.S., Shalyakhov A.A. Statement of the task of describing heat transfer, mass and pressure during drying. *Novye tekhnologii* [New technologies] 2014. no. 3. pp. 20-27. (I Russian)

13 Shalyakhov A.A., Vereshchagin A.G., Kosachev V.S., Koshevoi E.P. Development of a condensation model for vaporgas mixtures with polymeric hollow fiber membranes. *Novye tekhnologii* [New technologies] 2009. no. 1. pp. 39-43. (in Russian)

14 Kolodezhnov V.V. Mathematical model of the rheological behavior of viscoplastic fluid, which demonstrates the manifestation of the effect of "solidification". *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET] 2014. no. 2. pp. 55-58. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Евгений П. Кошевой д.т.н., профессор, кафедра технологического оборудования и систем жизнеобеспечения, Кубанский государственный технологический университет, ул. Московская, 2, Краснодар, 350072, Россия,Ep-koshevoi@mail.ru

Александр В. Гукасян к.т.н., зав. кафедрой, кафедра технологического оборудования и систем жизнеобеспечения, Кубанский государственный технологический университет, ул. Московская, 2, Краснодар, 350072, Россия,Aleksandr_Gukasyan@mail.ru

Вячеслав С. Косачев д.т.н., профессор, кафедра технологического оборудования и систем жизнеобеспечения, Кубанский государственный технологический университет, ул. Московская, 2, Краснодар, 350072, Россия,Vkosachev@nm.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Evgenii P. Koshevoi Dr. Sci. (Engin.), professor, Technological Equipment and Life Support Systems Department, Kuban state technological university, Krasnodar, Moskovskaya str., 2, 350072, Russia,Ep-koshevoi@mail.ru

Aleksandr V. Gukasyan Cand. Sci. (Engin.), associate professor, Technological Equipment and Life Support Systems Department, Kuban state technological university, Krasnodar, Moskovskaya 2, 350072, Russia,Aleksandr_Gukasyan@mail.ru

Vyacheslav S. Kosachev Dr. Si. (Engin.), professor, Department of Technological Equipment and Life Support Sys-tems, Kuban state technological university, Krasnodar, Moskovskaya str., 2, 350072, Russia,Vkosachev@nm.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Евгений П. Кошевой консультация в ходе исследования
Александр В. Гукасян обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провёл эксперимент, выполнил расчёты
Вячеслав С. Косачев консультация в ходе исследования

CONTRIBUTION

Evgenii P. Koshevoi consultation during the study
Aleksandr V. Gukasyan review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations
Vyacheslav S. Kosachev consultation during the study

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 05.12.2017
ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 08.02.2018

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 12.5.2017
ACCEPTED 2.8.2018

Оригинальная статья/Original article

УДК 664

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-25-29

Влияние наложения низкочастотных механических колебаний на эффективность экстрагирования

Юлиан И. Шишацкий [1]
Александр В. Буданов [1]
Сергей А. Никель [1] ser-gei.nickel@yandex.ru
Юрий Н. Власов [1]

[1] Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Реферат. Показано, что эффективный перенос целевого компонента из сырья происходит в условиях турбулентного режима, обеспечиваемого наложением механических колебаний на двухфазную систему: твердое тело - жидкость. За счет такой гидродинамической обстановки в экстракторе интенсифицируются не только внешняя, но и внутренняя диффузия. Изучен способ интенсификации процесса экстрагирования с помощью низкочастотных механических колебаний в случае, когда колебательное движение совершает аппарат с подсырной сывороткой, содержащей взвешенные пористые частицы. Опыты проводились на лабораторных установках с подводом к двухфазной системе энергии извне, источником которой в первом случае являлся электромагнит, во втором – механический привод с эксцентриковым устройством. Представлены схемы установок. Режимные параметры изменялись в диапазонах: температура от 40 до 60 ºС, частота колебаний от 30 до 40 кол/с, амплитуда от 1 до 6,5 мм. В процессе экстрагирования текущая концентрация экстрактивных веществ находилась из уравнения материального баланса. Приведены экстракционные кривые, полученные по экспериментальным данным. Наблюдалось нарастание извлечения экстрактивных веществ во времени, причем оно было интенсивнее с увеличением частоты колебаний. Установлено, что рост амплитуды не оказывает столь существенного влияния на изменение указанных показателей. Интенсивность колебаний составляла до 260 мм/с. При этом выход экстрактивных веществ в частности из люпина в форме крупки равнялся 25 %, а продолжительность процесса 18 мин. Эксперименты показали, что применение выбранного способа экстрагирования приводит к значительному ускорению процесса (до 2,5 раз) по сравнению с экстрагированием в плотном слое. Сделан вывод, что вследствие наложения на систему механических колебаний на поверхности и в порах твердой фазы возникают колебания давления, относительных скоростей, а также концентраций целевых компонентов двухфазной системы. В итоге создаются максимально возможные для исследованного процесса градиенты этих параметров.

Ключевые слова: экстрагирование, кинетические закономерности, люпин, подсырная сыворотка, механические колебания, интенсификация выхода компонентов

Effect of the imposition of low-frequency mechanical oscillations on the extraction efficiency

Julian I. Shitshatskij [1]
Aleksandr V. Budanov [1]
Sergey A. Nikel' [1] ser-gei.nickel@yandex.ru
Yuri N. Vlasov [1]

[1] Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Summary. It was shown that the effective transfer of the target component from the raw material occurs under a turbulent regime conditions provided by applying mechanical oscillations to a two-phase system: solid-liquid. Due to this hydrodynamic situation, not only external but also internal diffusion is intensified in the extractor. The method for intensifying the extraction process using low-frequency mechanical oscillations in the case when the vibrational motion is performed by a device with a cheese whey containing suspended porous particles was studied in the work. The experiments were carried out on the laboratory equipment with a supply to a two-phase energy system from the outside, the source of which in the first case was an electromagnet, in the second - a mechanical drive with an eccentric device. Schemes of equipment were also presented in the work. The regime parameters varied in the following ranges: temperature - 40-60 ºC, oscillation frequency - 30 - 40 osc / s, amplitude - 1 - 6.5 mm. In the extraction process, the current concentration of extractive substances was obtained from the material balance equation. Extraction curves obtained from experimental data were presented. Increasing extraction of extractive substances in time was observed, it being more intense with the increasing frequency of oscillations. It was found that the growth of the amplitude does not have a significant influence on the change of these indices. The intensity of oscillations was up to 260 mm / s. At the same time, the yield of extractive substances in particular from lupine in the form of grits was 25%, and the duration of the process was 18 min. The experiments showed that the application of the chosen extraction method results into a significant acceleration of the process (up to 2.5 times) as compared to extraction in a dense layer. It is concluded that due to the imposition of mechanical oscillations on the surface and in the pores of the solid phase, there arise oscillations of pressure, relative velocities, as well as the concentrations of the target components of the two-phase system. As a result, the gradients of these parameters that are maximally possible for the investigated process were created.

Keywords: extraction, kinetic patterns, lupine, cheese whey, mechanical vibrations, intensification of components

Для цитирования
Шашацкий Ю.И., Буданов А.В., Никель С.А., Власов Ю.Н. Влияние наложения низкочастотных механических колебаний на эффективность экстрагирования // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 1. С. 25–29. doi:10.20914/2310-1202-2018-1-25-29

For citation
Shitshatskij Ju.I., Budanov A.V., Nikel' S.A., Vlasov Yu.N. Effect of the imposition of low-frequency mechanical oscillations on the extraction efficiency. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 1. pp. 25–29. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-1-25-29

Введение

Экстрагирование наложением поля механических колебаний протекает в условиях турбулентного движения сплошной фазы. Перенос целевого компонента реализуется за счет хаотического перемещения элементарных вихрей совместно с макроскопическими объемами жидкой среды [3,5]. При этом уменьшаются или полностью устраняются застойные зоны в аппарате, а также увеличивается коэффициент массообмена, зависящий от относительной скорости движения твердых частиц и жидкости и в значительной степени от активной поверхности [1].

Энергия колебательного движения, как правило пропорциональна произведению амплитуды колебаний А на их частоту n. Согласно закону сохранения энергии $An = \text{const}$. Очевидно, что частота колебаний обратно пропорциональна их масштабу [2]. При наложении механических колебаний в упругой среде развиваются пульсации различных масштабов, при этом крупномасштабные переходят в мелкомасштабные, то есть возникает иерархия колебаний. Чем меньше масштаб колебаний, тем большую турбулизацию потока вызывают они в устье капилляров. За счет такой гидродинамической обстановки в большей степени интенсифицируются не только внешняя, но и внутренняя диффузия.

Материалы и методы

Нами изучен способ интенсификации процесса экстрагирования с помощью низкочастотных механических колебаний в случае, когда колебательное движение совершает аппарат с подсырной сывороткой, содержащей взвешенные твердые частицы люпина. Сложность такой ситуации определяется сочетанием двух режимов: инерционного режима вследствие колебаний подсырной сыворотки и взвешенного состояния частиц.

Опыты проводились на лабораторных установках с подводом к двухфазной среде энергии извне в виде низкочастотных механических колебаний, источником которых являлся электромагнитный (рисунок 1) и механический привод с эксцентриковым устройством (рисунок 2).

Экстрактор состоит из станины *1*, на которой закреплялся электромагнит *2* и плоские пружины *3*. К пружинам *3* крепилась цилиндрическая подвижная платформа *4* с резиновым ковриком *5* на ее днище, а также фиксирующий диск *6* с отверстиями, расположенными по окружности для установки в них стаканов *7* с пробками. В фиксирующем диске *6* концентрично устанавливался нагревательный элемент *10*.

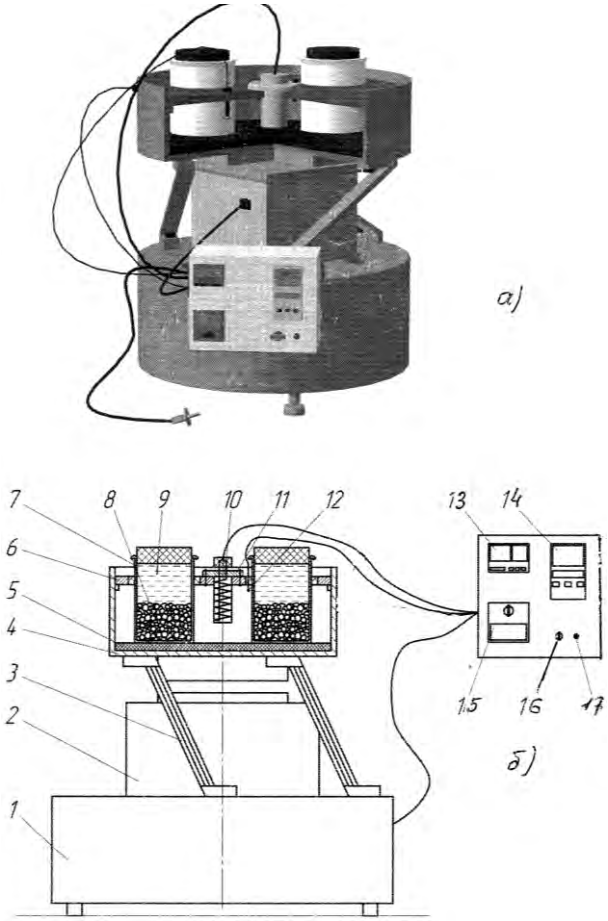


Рисунок 1. Общий вид (а) и схема экспериментальной установки (б): 1 – станина; 2 – электромагнит; 3 – плоские пружины; 4 – подвижная платформа; 5 – резиновый коврик; 6 – фиксирующий диск; 7 – стеклянный стакан с пробкой; 8 – сырье; 9 – экстрагент; 10 – нагревательный элемент; 11 – крепление нагревательного элемента; 12 – термопара; 13 – универсальный измеритель ОВЕН 2ТРМ; 14 – частотный преобразователь; 15 – автотрансформатор; 16 – тумблер включения установки; 17 – сигнальная лампа включения

Figure 1. Main view (a) and experimental setup (b): 1 – frame; 2 – solenoid; 3 – flat spring; 4 – movable platform; 5 – the rubber Mat; 6 – locking disc; 7 – glass beaker with a stopper; 8 – raw material; 9 – extractant; 10 heater; 11 – fastening of the heating element; 12 – thermocouples; 13 – meter universal ARIES 2TPM; 14 – frequency Converter; 15 – autotransformer; 16 – switch setting; 17 – signal lamp turn

Опыты проводились следующим образом. В подвижную платформу *4* заливалась вода. Измельченный люпин и экстрагент (подсырная сыворотка) загружались в стаканы *7*, которые закрывались пробками. После этого включались в работу нагревательный элемент *10*, затем электромагнит *2*. Заданная температура воды в подвижной платформе поддерживалась постоянной в процессе экстрагирования. Она измерялась термопарой и контролировалась измеритель-регулятором ОВЕН 2ТРМ1.

Частота вибрации задавалась частотным преобразователем и рядом фиксированных значений амплитуд. Соотношение твердой и жидкой фаз в экстракторе составляло 1:5–1:6. Опыты проводились при температуре 40–60 °С, частоте колебаний от 30 до 40 кол/с, амплитуде от 1 до 6,5 мм.

Частицам люпина предварительно придавалась форма крупки. Пробы экстракта отбирались через интервалы времени от 1 до 5 мин специальным шприцем. В отобранных пробах определялась массовая доля сухих веществ.

Ряд опытов проводились на установке (рисунок 2), отличающейся тем, что колебания обеспечивались приводом от электродвигателя *18*. Привод включал в себя, кроме электродвигателя, клиноременную передачу *19*, регулируемое эксцентриковое устройство *20*, шатун *21*, микрометрический измеритель *22*. Эксцентриковое устройство вместе с шатуном сообщало возвратно-поступательное движение в вертикальном направлении платформе *4* (рисунок 1, b).

Частота колебаний изменялась в заданном диапазоне с помощью электродвигателя переменного тока *18* и реостата. Для замера амплитуды колебаний использовалось микрометрическое устройство *22*.

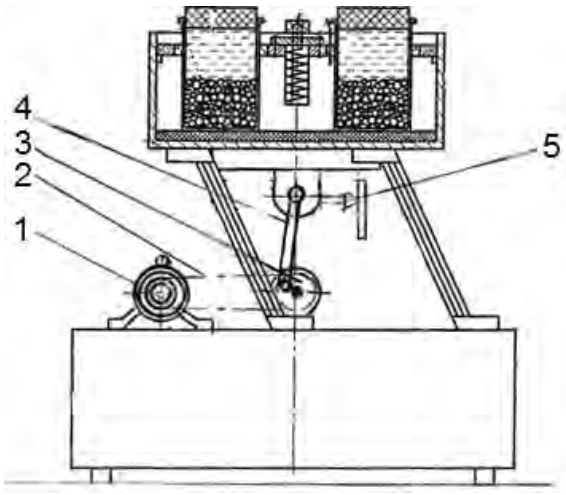


Рисунок 2. Экстрактор с механическим приводом: 1 – электродвигатель; 2 – клиноременная передача; 3 – регулируемое эксцентриковое устройство; 21 – шатун; 4 – микрометрическое устройство

Figure 2. Extractor with mechanical operation: 1 – motor; 2 – belt transmission; 3 – adjustable eccentric device; 21 – connecting rod; 4 – a micrometric device

Идентичность приведенных ниже результатов исследований, выполненных на обеих установках, дают основание считать эти результаты достоверными.

В процессе исследования текущая концентрация экстрактивных веществ C_1 находилась из уравнения материального баланса [4].

$$C_1 = C_н + \beta \cdot (C_0 - C); \quad (1)$$

$$\beta = Mm_n / \rho W, \quad (2)$$

где $C_н$ – начальная концентрация целевых компонентов в экстрагенте; C_1 – текущая концентраций целевых компонентов в экстрагенте; C_0 – начальная концентрация целевых компонентов в порах частиц; C – осредненная концентрация целевых компонентов в порах частиц в каждый момент времени; M – масса твердой частицы; m_n – объемная доля пор; ρ – плотность частиц материала до загрузки в аппарат; W – объема экстрагента; β – коэффициент массоотдачи.

Результаты и обсуждение

Наблюдалось нарастание концентрации экстрактивных вещество во времени, причем оно было интенсивнее с увеличением частоты колебаний (рисунок 3–5). Использование турбулентной пульсации при экстрагировании из люпина позволило увеличить выход целевых компонентов за счет создания активных гидродинамических явлений вблизи отверстия капилляра. Наложение механических коллебаний на систему приводит к снятию диффузионного барьера с поверхности твердой фазы и выравниванию концентраций веществ в подсырной сыворотке.

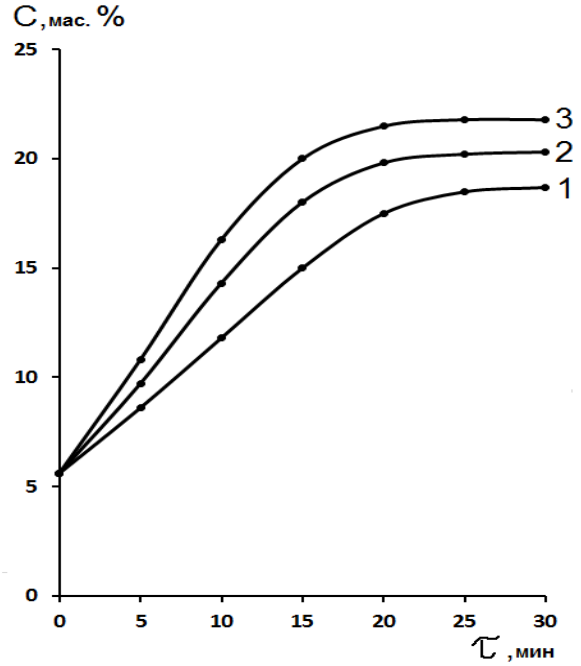


Рисунок 3. Кинетические кривые извлечения экстрактивных веществ из люпина при механических колебаниях n, кол/с: 1 – 3; 2 – 6; 3 – 10; А = 5,5 мм; t = 50 °С; форма тела – крупка

Figure 3. Kinetic curves of extraction of extractives from lupine in mechanical oscillations n, number/s: 1 – 3; 2 – 6; 3 – 10; A = 5.5 mm; t = 50 °C; body shape – crumb

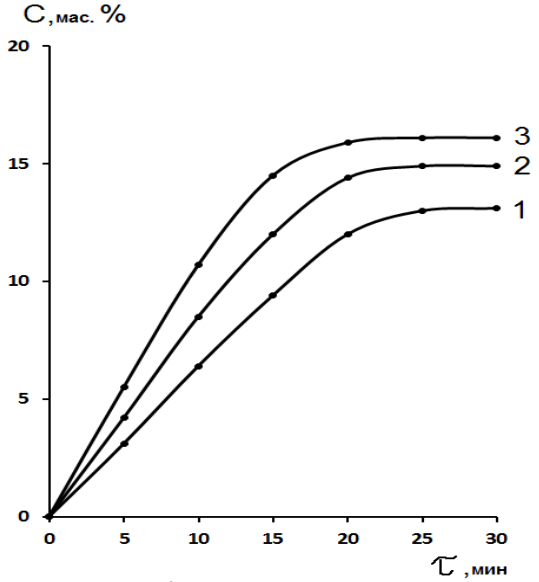


Рисунок 4. Кинетические кривые извлечения экстрактивных веществ из люпина при механических колебаний (без учета содержания СВ в подсырной сыворотке), n, кол/с: 1 – 3; 2 – 6: 3 – 10; A = 5,5 мм; t = 50 °C; форма тела – крупка

Figure 4. Kinetic curves of extraction of extractives from lupine when mechanical vibrations (excluding the DM content in cheese whey), n, number/s: 1 – 3; 2 – 6: 3 – 10; A = 5.5 mm; t = 50 °C; body shape – crumb

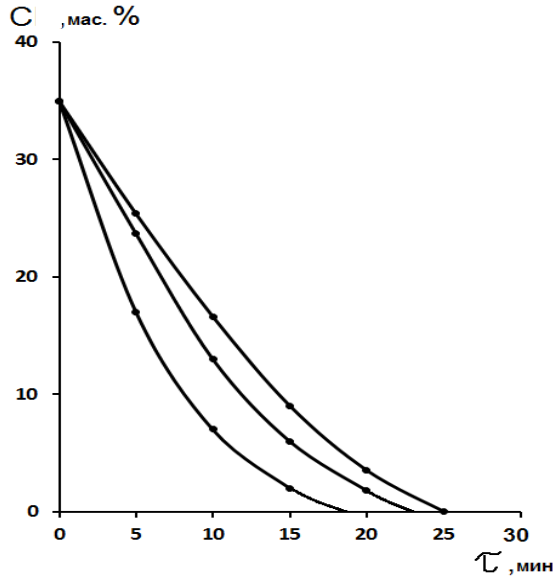


Рисунок 5. Кинетические кривые изменения концентрации экстрактивных веществ в люпине (истощающее экстрагирование) при механических колебаниях механических) n, кол/с: 1 – 3; 2 – 6; 3 – 10; A = 5,5 мм; форма тела – крупка

Figure 5. Kinetic curves of changes in the concentration of extractives in lupine (exhaustive extraction) in mechanical vibrations mechanical) n, number/s: 1 – 3; 2 – 6; 3 – 10; A = 5.5 mm; body shape – crumb

Применение выбранного метода интенсификации приводит к ускорению процесса (до 2,5 раз). Общая закономерность, которая была установлена в результате экспериментального исследования, следующая. С увеличением частоты колебаний продолжительность процесса сокращается и выход экстрактивных веществ существенно увеличивается. Влияние роста амплитуды не оказывает столь значительного влияния на изменение указанных показателей. Интенсивность колебаний составляла от 3 до 260 мм/с. В последнем случае выход экстрактивных веществ для частиц в виде крупки равнялся 25 %, а продолжительность процесса 18 мин.

Вследствие наложения механических колебаний на поверхности и в порах твердой фазы возникают колебания давления, относительных скоростей, а также концентраций. В итоге создаются максимально возможные для исследованного процесса градиенты этих параметров.

Хаотическое движение совокупности частиц твердой фазы в экстракторе подтверждалось поведением меченых частиц люпина. В результате рассмотрения интенсивности хаотического движения сплошной и диспергированной фаз Протодьяконовым с соавторами получено соотношение [3]:

$$\frac{I_{fi}^2}{I_{pi}^2}=\left[1+\left(\gamma+\frac{1}{2}\right)^2\frac{\lambda_i d^2}{27\nu}\right]\left(1+\frac{\lambda_i d^2}{12\nu}\right)^{-1}, \qquad (3)$$

где I_{fi} и I_{pi} – интенсивности хаотического движения сплошной (жидкой) и диспергированной (твёрдой) фаз; γ – отношение плотностей твердой и жидкой фаз; λ_i – некоторые постоянные; d – размер дисперсной частицы; ν – вязкость жидкости.

Отмечается, что коэффициент турбулентной диффузии каждой из фаз пропорционален интенсивности хаотического движения соответствующей фазы. Поэтому формула (3) позволяет оценить отношение коэффициентов турбулентной диффузии жидкой и диспергированной фаз в аппарате.

В нашем случае отношение плотностей $\gamma = \rho_т/\rho_ж > 1$. Физический смысл заключается в том, что если плотности твердой и жидкой фаз разнятся, то следует ожидать некоторого увеличения относительной скорости их движения, что приведет к увеличению коэффициента массопередачи. Интенсивность хаотического движения фаз не будет одинаковой, равно как и коэффициенты турбулентной диффузии.

Заключение

Таким образом, применение предлагаемого процесса экстрагирования позволяет обеспечить максимальное извлечение целевых компонентов из сырья растительного происхождения, интенсифицировать процесс экстрагирования, причем степень интенсификации в поле низкочастотных колебаний определяется скоростью пульсирующих потоков при развитой турбулентности. При этом увеличивается поверхность контакта фаз твердое тело – жидкость. Происходит снятие диффузионного барьера за счет увеличения относительных скоростей движения в двух-фазной системе и активизируется поверхность массопередачи.

ЛИТЕРАТУРА

1 Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. М. : Альянс, 2014. 752 с.

2 Остриков А.Н., Абрамов О.В., Логинов А.В. и др. Процессы и аппараты пищевых производств. СПб.: ГИОРД, 2012. 616 с.

3 Вобликова Т.В., Шлыков С.Н., Пермяков А.В. Процессы и аппараты пищевых производств: учебное пособие. Ставрополь: АГРУС Ставропольского гос. аграрного ун-та, 2013. 212с.

4 Шишацкий Ю.И., Иванов С.С., Плюха С.Ю. Кинетика извлечения экстрактивных веществ из люпина с различной геометрической формой // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2014. № 1. С. 36–39.

5 Zayas J. F. Functionality of proteins in food // Springer Science & Business Media. 2012.

6 Ackaah-Gyasi N. A. et al. Improving and Tailoring Enzymes for Food Quality and Functionality // McGill University (Macdonald Campus), Montreal, QC, Canada. 2015. P. 103.

7 Clark S., Jung S., Lamsal B. et al. Food processing: principles and applications. John Wiley & Sons, 2014.

8 Taheri F. Applications of Nanoparticles in AdhesivesCurrent Status // Handbook of Adhesive Technology. 2017.

9 Шевцов А.А., Дерканосова А.А., Коротаева А.А., Дятлова С.А. Кинетические закономерности и оптимизация процесса сушки жома красного клевера // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2013. № 4 (58). С. 41-46.

10 Jeltema M. A., Beckley J. B., Vahalik J. Importance of Understanding Mouth Behavior when Optimizing Product Texture now and in the future // Food texture design and optimization. 2014. P. 423-442.

11 Дмитриев Е. А. Явления переноса массы в примерах и задачах: учебное пособие. М.: Директ – Медиа, 2015. 104 с.

12 Гришин Н. С., Поникаров И.И., Поникаров С.И., Гришин Д.Н. Экстракция в поле переменных сил. Гидродинамика, массопередача, аппараты. Казань: Издательство Казан. нац. исслед. технол. ун-т, 2012. 468 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Юлиан И. Шишацкий д.т.н., профессор, кафедра физики, теплотехники и теплоэнергетики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Александр В. Буданов д.т.н., профессор, кафедра физики, теплотехники и теплоэнергетики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия ser-gei.nickel@yandex.ru

Сергей А. Никель к.т.н., доцент, кафедра физики, теплотехники и теплоэнергетики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Юрий Н. Власов к.ф-м.н., доцент, кафедра физики, теплотехники и теплоэнергетики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 28.01.2018

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 16.02.2018

REFERENCES

1 Kasatkin A.G. Osnovnye protsessy I apparaty [Basic processes and apparatuses of chemical technology] Moscow, Al'yans, 2014. 752 p. (in Russian)

2 Ostrikov A.N., Abramov O.V., Loginov A.V. et al. Protsessy I apparaty pishchevykh [Processes and devices of food production] Saint-Petersburg, GIORD, 2012. 616 p. (in Russian)

3 Voblikova T.V., Shlykov S.N., Permyakov A.V. Protsessy I apparaty [Processes and Apparatuses of Food Production] Stavropol, AGRUS, 2013. 212 p. (in Russian)

4 Shishatsky Yu.I., Ivanov S.S., Plyukh S.Yu. Kinetics of extraction of extractive substances from lupine with different geometric shapes. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of Voronezh State University of Engineering Technologies] 2014. no. 1. pp. 36-39. (in Russian)

5 Zayas J. F. Functionality of proteins in food. Springer Science & Business Media. 2012.

6 Ackaah-Gyasi N. A. et al. Improving and Tailoring Enzymes for Food Quality and Functionality. McGill University (Macdonald Campus), Montreal, QC, Canada. 2015. pp. 103.

7 Clark S., Jung S., Lamsal B. et al. Food processing: principles and applications. John Wiley & Sons, 2014.

8 Taheri F. Applications of Nanoparticles in Adhesives Current Status. Handbook of Adhesive Technology. 2017.

9 Shevtsov A.A., Derkanosova A.A., Korotaeva A.A., Dyatlova S.A. Kinetic regularities and optimization of drying process of red clover pulp. . *Vestnik VGUIT* [Proceedings of Voronezh State University of Engineering Technologies] 2013. no. 4 (58). pp. 41-46. (in Russian)

10 Jeltema M. A., Beckley J. B., Vahalik J. Importance of Understanding Mouth Behavior when Optimizing Product Texture now and in the future. Food texture design and optimization. 2014. pp. 423-442.

11 Dmitriev E.A. Yavleniya perenosa massy [Phenomenon of mass transfer in examples and tasks] Moscow, Direct - Media, 2015. 104 p. (in Russian)

12 Grishin N.S., Ponikarov I.I., Ponikarov S.I, Grishin D.N. Ekstraktsiya v pole peremennykh sil [Extraction in the field of variable forces. Hydrodynamics, mass transfer, apparatuses] Kazan, KNITU, 2012. 468 p. (in Russian)

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Julian I. Shitshatskij Dr. Sci. (Engin.), professor, physics, heat engineering and heat power engineering department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Aleksandr V. Budanov Dr. Sci. (Engin.), professor, physics, heat engineering and heat power engineering department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia ser-gei.nickel@yandex.ru

Sergey A. Nikel' Cand. Sci. (Engin.), associate professor, physics, heat engineering and heat power engineering department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Yuti N. Vlasov Cand. Sci. (Phys.+-math.), associate professor, physics, heat engineering and heat power engineering department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia ser-gei.nickel@yandex.ru

CONTRIBUTION

All authors equally participated in writing the manuscript and responsible for the plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 1.28.2018

ACCEPTED 2.16.2018

Оригинальная статья/Original article
УДК 536.654:637.146.23
DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-30-36

К вопросу сублимационной сушки национального кисломолочного напитка «Кумыс» многократного омоложения

Анипа А. Усупкожоева [1] anipka_76@mail.ru

[1] Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова, проспект Ч. Айтматова 66, г. Бишкек, 720044, Кыргызстан

Реферат. В данной работе представлены результаты исследований сублимационной сушки национального кисломолочного напитка кумыс, который был получен из кобыльего молока, в результате молочнокислого брожения. Из всех видов молочного сырья, наибольший интерес в Кыргызстане представляет кисломолочный напиток кумыс из кобыльего молока. Кумыс, имеющий беловатый цвет, кисловато-сладкий вкус, получают в результате молочнокислого и спиртового брожения. Данный кисломолочный напиток широко распространен в быту у жителей Кыргызстана, Казахстана, Монголии, а также тюркских и монгольских регионов Российской Федерации, именно поэтому кумыс был выбран в качестве объекта исследования. В ходе исследований была разработана новая технология получения молочнокислого напитка, подобраны режимы сублимационной сушки. Кроме того, изучено влияние различных параметров на качество высушиваемого продукта. В результате проведенных исследований был получен порошкообразный молочнокислый национальный напиток кумыс. Исследование качественных показателей порошкообразного продукта показало, что размеры частиц (более 80%) составили 115–125 мкм, индекс растворимости составил 0,15 мл нерастворимого осадка в 50 мл восстановленного кумыса, влага в сухом кисломолочном напитке составила 4,8%. Результаты анализов химического состава сухого кумыса показали, что полученные результаты сухого кисломолочного напитка незначительно отличаются от исходного (натурального) и самое главное, в конечных продуктах почти полностью сохранились их лечебные (витаминные) составляющие. Таким образом, в ходе исследований установлено, что разработанная технология получения кумыса позволила повысить физико-химические показатели кумыса, а примененный способ вакуумной сублимационной сушки позволил получить продукт высокого качества. Поставленная цель была достигнута решением важных научных задач, которые были изложены в работе.

Ключевые слова: кисломолочный напиток, кумыс, сублимационная сушка

To the issue of lyophilized national sour-milk beverage “koumiss” of single rejuvenation

Anipa A. Usupkozhoeva [1] anipka_76@mail.ru

[1] Kyrgyz State Technical University named after I. Razzakov, Ch. Aytmatov Avenue 66, Bishkek 720044, Kyrgyzstan

Summary. This paper presents the study’s results of lyophilized national sour-milk beverage “koumiss” which was obtained from mare's milk because of lactic acid fermentation. Of all types of dairy raw materials, the most interesting in Kyrgyzstan is the fermented milk koumiss from mare's milk. Koumiss, having a whitish color, sourish-sweet taste, is obtained as a result of lactic acid and alcoholic fermentation. This sour-milk drink is widely distributed in everyday life among the inhabitants of Kyrgyzstan, Kazakhstan, Mongolia, as well as the Turkic and Mongolian regions of the Russian Federation, which is why koumiss was chosen as an object of research. The study also developed a new technology obtaining sour milk beverage, selected modes of lyophilization. In addition, the influence of various parameters on quality of the dried product has been studied. The research resulted in the obtaining of powdered sour milk national beverage koumiss. The study of the quality parameters of the powdery product showed that the particle size (more than 80%) was 115-125 μm, the solubility index was 0.15 ml, and moisture in the dry sour milk beverage was 4.8%. Analyzes’ results of the chemical composition of dry koumiss showed that the results of dry sour milk beverage differ slightly from the original (natural). Most importantly, almost their medicinal (vitamin) components are completely preserved in the final products. Thus, during the research it was established that the developed technology of koumiss production allowed to increase the physicochemical parameters of koumiss, and the vacuum freeze drying method used made it possible to obtain a high-quality product. The goal was achieved by solving important scientific problems, which were set out in the work.

Keywords: Sour milk beverage, koumiss, lyophilization (freeze drying)

Введение

Известно, что неполноценное питание человека приводит к метаболическим нарушениям, которые являются угрозой для здоровья человека. В связи с этим, на сегодняшний день актуальными вопросами во всем мире являются вопросы, связанные с улучшением качества питания.

Наибольшей биологической ценностью и хорошей усвояемостью, благодаря наличию полноценных белков, минеральных веществ, витаминов, микроэлементов обладают молоко и молочные продукты, которые относятся к продуктам животного происхождения. Из всех видов молочного сырья, наибольший интерес в Кыргызстане представляет кисломолочный напиток кумыс из кобыльего молока. Кумыс, имеющий беловатый цвет, кисловато-сладкий вкус, получают в результате молочнокислого и спиртового брожения. Данный кисломолочный напиток широко распространен в быту у жителей Кыргызстана, Казахстана, Монголии, а также тюркских и монгольских регионов Российской Федерации [1].

Для цитирования
Усупкожоева А.А. К вопросу сублимационной сушки национального кисломолочного напитка «Кумыс» многократного омоложения // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 1. С. 30–36. doi:10.20914/2310-1202-2018-1-30-36

For citation
Usupkozhoeva A.A. To the issue of lyophilized national sour-milk beverage “koumiss” of single rejuvenation. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 1. pp. 30–36. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-1-30-36

Кумыс обычно получают с повышенным содержанием спирта в зависимости от применяемой закваски, длительности и условий проведения процесса брожения, который придает выраженную антимикробную активность в связи с наличием в нём антибиотических веществ, выработанных при брожении. Эти вещества повышают сопротивляемость организма к инфекции. Благоприятная для организма микрофлора кишечника создается молочнокислыми бактериями, которые подавляют гнилостные процессы, приводящие к самоотравлению человеческого организма. Питательная ценность кумыса стимулирует биологические процессы в организме человека.

Наиболее широко для лечения и профилактики заболеваний желудочно-кишечного тракта и многих других болезней применяется кумысолечение, которое значительно улучшает аппетит, секрецию желудочного сока, повышает усвояемость жиров и белков.

Молочные продукты являются скоропортящимися, так как представляют собой благоприятную среду для микроорганизмов. Для продления сроков хранения молочных продуктов и для обеспечения ими районов, не получающих натуральное молоко по разным причинам, промышленность производит широкий ассортимент молочных консервов. В свою очередь консервирование молочной продукции дает возможность избавиться от микроорганизмов, которые приводят к порче продукта. По этой причине наибольший интерес представляет получение консервированного кисломолочного напитка кумыс, с целью употребления его круглый год для разных целей.

Известны разные способы сушки молочных продуктов, которые зависят от способа подачи энергии при обезвоживании [2, 3]. В настоящее время известен метод сублимационной сушки, позволяющий интенсифицировать процесс и получать сушеную продукцию высокого качества.

Сублимационная сушка представляет собой процесс обезвоживания продукта путем испарения влаги из твердого состояния, минуя жидкую фазу. Высушенный материал сублимационной сушкой отличается высокой пористостью, в результате чего первоначальные свойства сырья быстро восстанавливаются при обводнении [4].

В настоящее время наибольшее применение получила вакуумная сублимационная сушка, которая используется для обезвоживания продуктов широкого употребления. По информации организации «Green Peace» сублимационная сушка является лидером по экологичности среди традиционных способов обезвоживания, так как в этом процессе используют наиболее безопасные для окружающей среды источники тепла (инфракрасные лампы, токи высокой частоты и т. д.) и энергии (электрический ток).

Учитывая вышеизложенное, в качестве способа сушки кисломолочного напитка кумыс, нами была выбрана вакуумная сублимационная сушка ввиду ее положительных свойств.

Таким образом, целью данной работы являлась разработка новой технологии получения кумыса и дальнейшее консервирование методом вакуумной сублимационной сушки. Для достижения данной цели были решены соответствующие задачи, которые будут изложены далее.

Материалы и методы

Научные исследования проводились в лаборатории Берлинского технического института им. Бойта.

Основным материалом исследования являлось кобылье молоко, пищевая ценность которой на 100 г. продукта составляла: вода – 89,30 г.; белки – 2,80 г., лактоза – 5,80 г., жир – 1,60 г., а также 0,50 г. микроэлементов и витаминов. Содержание основных витаминов в кобыльем молоке на 100 г. продукта: ретинол (А) – 0,01 мг; тиамин (В1) – 0,03 мг; рибофлавин (В2) – 0,04 мг; витамин Е – 0,05 мг; аскорбиновая кислота (С) – 14,00 мг.

В процессе подготовки кобыльего молока были применены сливки следующей пищевой ценности в расчете на 100 г. продукта: вода – 82,10 г.; белки – 3,00 г., лактоза – 4,20 г., жир -10,00 г., а также 0,70 г. микроэлементов и витаминов. Содержание основных витаминов в сливках на 100 г. продукта: ретинол (А) – 0,02 мг; тиамин (В1) – 0,04 мг; рибофлавин (В2) – 0,12 мг; витамин Е – 0,25 мг; аскорбиновая кислота (С) – 0,50 мг.

В качестве вспомогательного материала использовались: дистиллированная вода, этанол, фильтровальная бумага.

Для приготовления кумыса использовалось кобылье молоко из Нарынской области Кыргызской Республики. Для повышения питательной ценности были добавлены сливки 10% жирности (10%). Кроме того, для приготовления кумыса необходимо было иметь активную закваску кислотностью 106–120 °Т.

Существуют разные способы получения кумыса, которые позволяют получать продукт разного качества. В данной работе было использовано длительное созревание кумысной смеси при многократном омоложении. Усовершенствованная технологическая схема приготовления кумыса при длительном созревании представлена на рисунке 1.

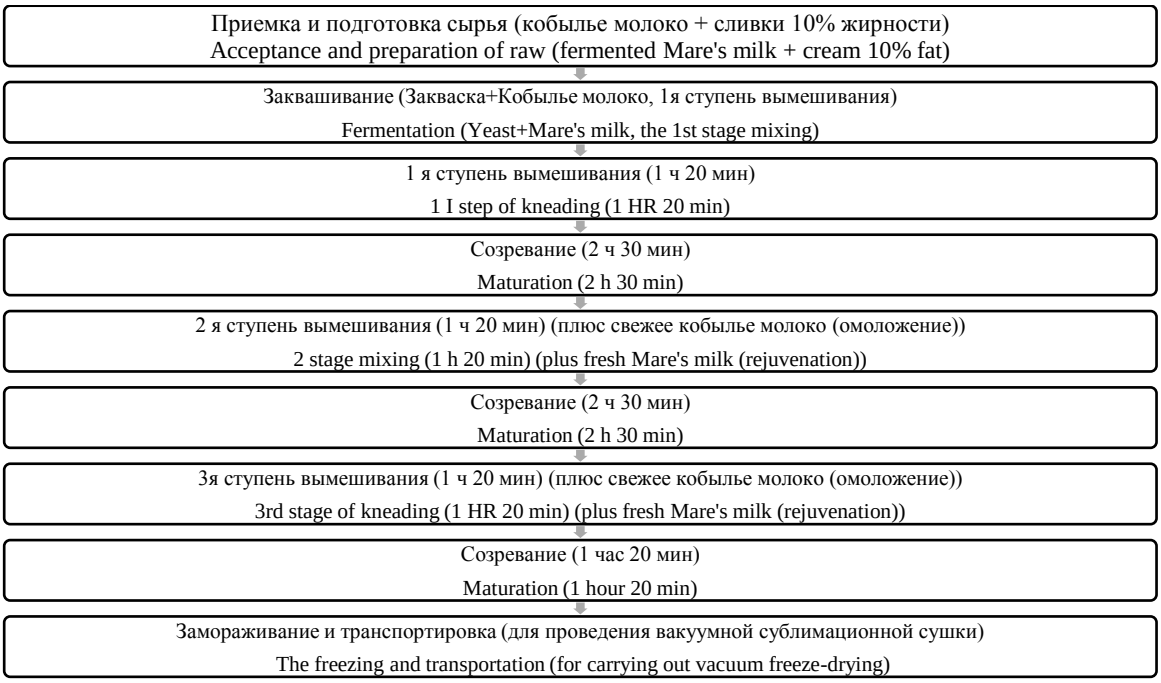


Рисунок 1. Технологическая схема приготовления кумыса при длительном созревании
Figure 1. Flow chart of the preparation koumiss with prolonged maturation

При длительном созревании кумысную закваску вносили в таком количестве, чтобы кислотность смеси составила 42–47°Т.

Количество вносимой закваски определялась как:

$$G_З = G_М \times \left(K_С - K_М\right) : (K_З - K_С) \qquad (1)$$

где $G_З$ – количество необходимой закваски, мл; $G_М$ – количество кобыльего молока, мл; $K_С$ – кислотность смеси, °Т; $K_З$ – кислотность закваски, °Т; $K_М$ – кислотность молока, °Т.

Таким образом, количество вносимой закваски по расчетам составляло 52 %.

При длительном созревании кумысную смесь вымешивали в течение 1 часа 20 минут и оставляли для созревания. Через 2 ч 30 минут кумысная смесь омолаживалась молоком следующего удоя и после повторного вымешивания в течение 1 часа 20 минут и покоя кумысное брожение активизировалась, выделялся углекислый газ, поверхность смеси покрывалось равномерным слоем мельчайшей пены. Количество омоложений проводили два раза, в данном случае в зависимости от количества доек, который составлял два раза. С каждым последующим добавлением молока кумыс сильнее сбраживался, а качество его улучшалось. Для улучшения вкусовых качеств кумыса были добавлены свежие сливки 10% жирности при вымешивании.

В результате усовершенствованной технологии был получен кумыс следующего состава (на 100 г. продукта): вода – 88,58 г.; белки – 2,82 г., лактоза – 5,64 г., жир – 2,44 г., а также 0,52 г. микроэлементов и витаминов. Содержание основных витаминов в сливках на 100 г. продукта: ретинол (А) – 0,01 мг; тиамин (В1) – 0,03 мг; рибофлавин (В2) – 0,05 мг; витамин Е – 0,07 мг; аскорбиновая кислота (С) – 12,65 мг.

При кумысном брожении белок был превращен в легкоперевариваемые вещества, а молочный сахар – в молочную кислоту, этиловый спирт, углекислоту и целый ряд ароматических веществ. Все это дало возможность создать высокую питательность кумыса, лёгкую усваиваемость, приятный вкус и аромат [5].

Определение содержания этилового спирта в кумысе показал значение 0,9%.

Кумыс, приготовленный по этой технологии отличался лучшим вкусом, большим содержанием ароматических веществ, он был более устойчив к перекисанию при хранении. Далее кумыс подвергали сушке двумя способами: распылительной и сублимационной.

Перед осуществлением процесса вакуумной сублимационной сушки была проведена предварительная подготовка кумыса к сушке.

Кумыс заливался в специальные емкости глубиной 8–15 мм, которые затем помещались в холодильную камеру, где замораживались при температуре -14 °С. Замороженные напитки глубиной 8–15 мм в тех же емкостях помещались в сублимационную камеру [6].

Вакуумная сублимационная сушка проводилась на приборе Vakuumgefriertrockner GT 2. Установка GT-2 фирмы «Leybold» (Германия) с объемом загрузки до 2 л состояло из сушильной камеры (сублиматора), конденсатора и вакуум насосной системы. С помощью приборов в установке контролировались температура и разрежение. Окончание процесса сублимации оценивалось по остаточному давлению в сушильной камере с помощью вакуумметра.

Определение основных компонентов, витаминов кобыльего молока, сливок, кумыса осуществлялось на приборах: HRLC – LC-240 (Perkin-Elmer, Ueberlingen, Германия), жидкостном хромотографе LC-10 фирмы «Shimadzu» (Япония) с градиентным насосом, термостатируемой ячейкой, спектрофотометрическим детектором, колонкой Nucleosil C18 150 x 4,6 мм (Macherey-Nagel, США).

Замораживание проб проводилось в холодильном шкафу фирмы «Bomann KG 177.1» при температурах от -10 до -16 °С в специальных емкостях для замораживания размером 15 x 10 мм.

Пробы взвешивались весами WA EMB 2200–0 (Германия). Влагосодержание в продуктах определялся прибором Feuchtmesser Sartorius MA-30 (Германия).

Определение размеров частиц порошкообразного кисломолочного напитка осуществлялось на приборе Laserpartikelmesser LA 950 (Horiba Ltd, Япония).

Результаты и обсуждение

Технологический процесс вакуумной сублимационной сушки кумыса прошел три периода: замораживание до температуры сублимации, сублимация, окончательная досушка (рисунок 2).

Условия замораживания влияли на качественные показатели высушенных продуктов и продолжительность процесса сушки. Степень изменения материала при замораживании зависело от исходных свойств, глубины и скорости замораживания. Установлено, что оптимальной глубиной замораживания являлась глубина не более 15 мм. При глубине замораживания более чем 20 мм время проведения сушильного процесса удлинялся на более чем 25% (рисунок 2).

Известно, что основным требованием, предъявляемым к сухим молочным напиткам, заключается в том, что после восстановления они должны обладать качественными свойствами, присущими им до сушки. Качество сухого кумыса определялось пищевой ценностью, органолептическими показателями и безопасностью пищевых продуктов.

Результаты анализов приведены в таблице 1 Как видно из таблицы, полученный продукт переработки – сухой кумыс – с точки зрения химического состава незначительно отличается от исходного (натурального) и самое главное, в конечных продуктах почти полностью сохранились их лечебные (витаминные) составляющие.

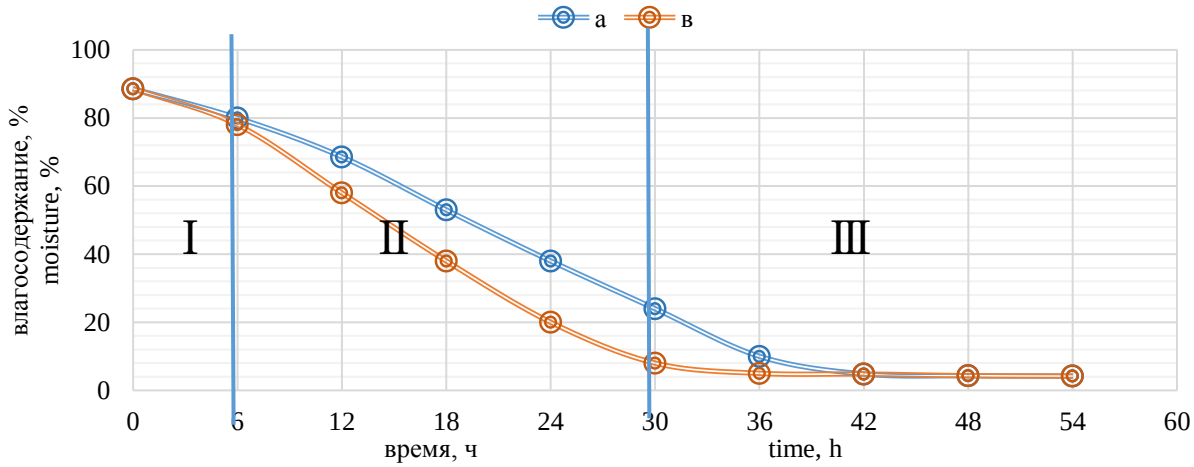


Рисунок 2. Зависимость влагосодержания продукта при глубине замораживания: а – 15 мм, b-8 мм от продолжительности вакуумной сублимационной сушки в разных периодах. I период замораживания; II период сублимации; III период досушки

Figure 2. Relationship between moisture content (at a depth of freezing a-15mm, b-8mm) from the duration of vacuum freeze drying (lyophilization) in different periods: I period of freezing, II period of sublimation, III period of drying

Параллельно для сравнительного анализа проводили распылительную сушку кумыса на приборе Mobile Minor (Fa. Niro, Германия). Кумыс подавался в распылительное устройство сушилки, которое с помощью форсунок и дисков, вращающихся с большой скоростью, распылял продукт и превращал его в мельчайшие капельки. Распыление происходило внутри большой сушильной камеры, в которую подавался горячий воздух. Частицы продукта встречались с потоком нагретого до 140–160 °С воздуха и обезвоживались. Сухой участок в виде порошка осаждался в нижней части камеры. В результате был получен сухой порошкообразный кисломолочный напиток.

Таблица 1.

Сравнительный анализ состава кисломолочного напитка кумыс: натурального, сухого, восстановленного

Table 1.

Comparative analysis of the composition of a koumiss sour milk beverage: natural, dry, renovated

Показатели | Index	Натуральный Natural	Сухой Dry	Восстановленный Restored	Разница (в%) Difference, %
Вода, % | Water, %	88,58	4,80	88,40	0,2
Белок, % | Protein, %	2,82	30,94	2,74	2,8
Жир, % | Fat, %	2,44	30,17	2,40	1,6
Витамины, мг/100г Vitamin, mg/100 g				
A	0,012	0,180	0,011	8,3
B1	0,030	0,480	0,029	3,3
B2	0,050	0,768	0,048	4,0
E	0,070	2,050	0,068	2,8
C	12,650	80,660	12,422	1,8

Известно, что наибольшее влияние на качество готового продукта оказывает температурный режим. При нагревании пищевая и биологическая ценность продукта снижается. Ферменты разрушаются полностью даже при нагревании до 85–95 °С. Результаты исследований при проведении распылительной сушки кумыса показали, что во время распылительной сушки витамин С разрушился на 25%, а витамины В1 и В2 на 30 и 38% соответственно (таблица 2, рисунок 3). Остальные же витамины изменились незначительно.

Действительно, сравнительный анализ разных способов сушки, примененных нами, показывает, что сублимационная сушка позволило сохранить витаминные составляющие сухого кисломолочного продукта по сравнению с распылительной сушкой.

В ходе исследований определяли также растворимость, которая влияет на продолжительность и качество восстановления.

В свою очередь на растворимость кисломолочного напитка смачиваемость оказывало существенное влияние. Так, частицы молока размером 115–125 мкм лучше смачивались. Как известно смачиваемость зависит от наличия свободного жира (то есть частиц жира, не покрытых оболочкой). А наличие свободного жира, в свою очередь зависит от влаги в сухом продукте, которая должна быть до 5%. Содержание влаги кисломолочного напитка составлял 4,8%, что положительно влияло на растворимость кисломолочного напитка. Было установлено, что в сухом кумысе с влагой более 7% молочный сахар кристаллизовался, кроме того повышенное содержание влаги приводило к ухудшению органолептических показателей.

Индекс растворимости составил 0,15 мл нерастворимого осадка в 50 мл восстановленного кумыса. Сухие продукты при восстановлении быстро растворялись, приобретая консистенцию и аромат, не отличающийся от свежего натурального продукта.

Как правило, для потребителя в первую очередь важным является органолептические характеристики пищевых продуктов: внешний вид, цвет и запах [7–10]. Сублимированный кисломолочный продукт кумыс представлял собой сухой порошок с кремовым оттенком с органолептическими показателями качества, отвечающим требованиям стандарта (таблица 3).

Таблица 2.

Сравнительный анализ витаминного состава кисломолочного напитка кумыс: натурального, восстановленного сублимационной и распылительной сушкой

Table 2.

Comparative analysis of vitamin composition of the koumiss sour-milk beverage: natural, reconstituted by freeze-drying and spray drying

Витамин Vitamin	Натуральный, в мг Natural, mg	Восстановленный, полученный сублимационной сушкой Restored, freeze drying		Восстановленный, полученный распылительной сушкой Restored, spray dry	
		данные, мг	разница, %	данные, мг	разница, %
A	0,012	0,011	8,3	0,011	8,3
B1	0,030	0,029	3,3	0,021	30,0
B2	0,050	0,048	4,0	0,031	38,0
E	0,070	0,068	2,8	0,066	5,7
C	12,650	12,422	1,8	9,487	25,0

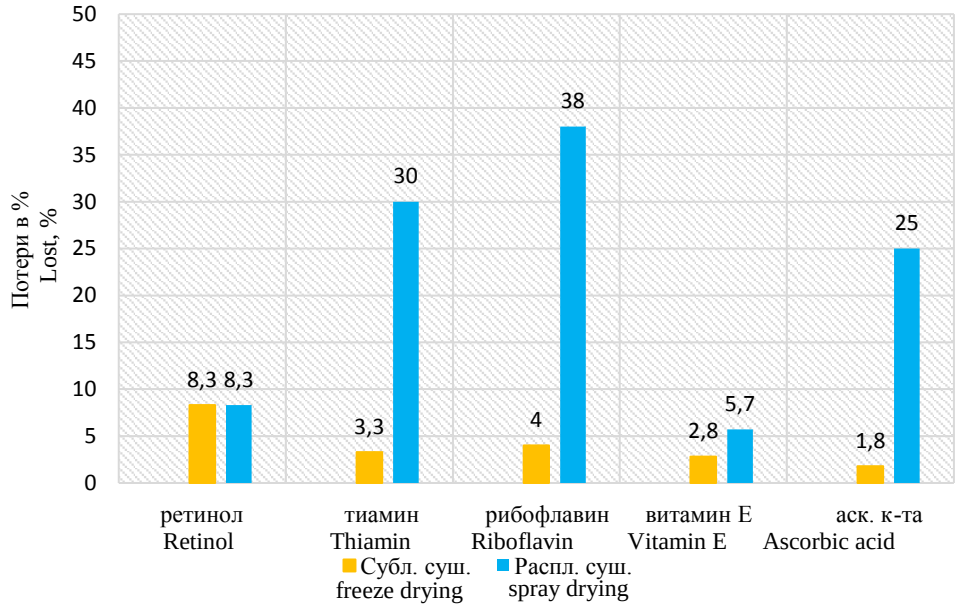


Рисунок 3. Сравнительные данные потери витаминов при вакуумной сублимационной сушке, распылительной сушке: 1-ретинол (А); 2-тиамин (В1); 3-рибофлавин (В3); 4-витамин Е; 5-аскорбиновая кислота (С)

Figure 3. Comparative data of vitamin loss during vacuum freeze-drying, spray drying 1-Retinol (A), 2-Thiamine (B1), 3-Riboflavin (B3), 4-Vitamin E, 5-Ascorbic acid (C)

Таблица 3.

Органолептические показатели сухого кумыса, полученного вакуумной сублимационной сушкой

Table 3.

Vacuum freeze-drying produced organoleptic characteristics of dry koumiss

Показатель Index	Характеристика Characteristic
Внешний вид и консистенция Appearance	Порошок, состоящий из единичных, агломерированных частиц сухого кисломолочного напитка кумыс. Имеется незначительное количество комочков, рассыпающихся при легком механическом воздействии Powder consisting of a single, agglomerated particles of dry fermented milk drink kumys. There is a small amount of lumps, crumbling with a light mechanical impact
Цвет Colour	Белый со светло-кремовым оттенком | White with light cream tint
Вкус и запах Taste flavor	Свойственные кисломолочному напитку без посторонних привкусов и запахов. Имеется привкус и запах кумыса Tend to drink milk without foreign tastes and odors. Have a taste and smell of the Mare

Заключение

Резюмируя вышеизложенное следует отметить, что проведенные исследования дали возможность сделать ряд существенных выводов. Установлено, что разработанная технология получения кумыса позволила повысить физико-химические показатели кумыса, а примененный способ вакуумной сублимационной сушки позволил получить продукт высокого качества. Поставленная цель была достигнута решением важных научных задач, которые были изложены в работе.

ЛИТЕРАТУРА

1 Тимурбекова А.К. и др. Совершенствование технологии сушки национальных молочных напитков – кумыса и шубата // «Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки»: материалы X студенческой международной заочной научно-практической конференции. Новосибирск: Изд. «СибАК», 2013. 138 с.

2 Усупкожоева А.А. Применение пневмоцентробежного способа распыления для получения сухого молока 25% жирности // Вестник БГСХА. 2016. Т.45. № 4. С. 101–108.

3 Semenov G.V., Bulkin M.S., Budantsev E.V. Resource-efficient processes of vacuum dehydration of multicomponent thermolabile materials in applied biotechnology // Workshop of scientists of Russia and members of ASEAN «Application of modern biotechnologies in food industry». 2010. P. 145–155.

4 Тимурбекова А.К. Влияние магнитной обработки молочных напитков – шубата и кумыса – на продолжительность их замораживания // Вестник сельскохозяйственных наук Казахстана. 2005. № 10. С. 57–58.

5 Шингисов А.У. Сушка кисломолочных продуктов методов сублимации // Новости науки Казахстана. 2006. № 4. С. 187–191.

6 Крумликов В.Ю., Остроумов Л.А., Сухих С.А., Кригер О.В. Подбор параметров стабилизации (замораживание и сушка) симбиотического консорциума с целью получения закваски прямого внесения // Техника и технология пищевых производств. 2016. Т. 42. № 3. С. 25–30.

7 Guo C. F. et al. Comparison of lactobacilli isolated from Chinese suantsai and koumiss for their probiotic and functional properties // Journal of Functional Foods. 2015. V. 12. P. 294-302.

8 Bakir B. et al. Immunohistochemical examination of effects of kefir, koumiss and commercial probiotic capsules on platelet derived growth factor-c and platelet derived growth factor receptor-alpha expression in mouse liver and kidney // Biotechnic & Histochemistry. 2015. V. 90. №. 3. P. 190-196.

9 Singh P. K., Shah N. P. Other Fermented Dairy Products: Kefir and Koumiss // Yogurt in Health and Disease Prevention. 2017. P. 87-106.

10 Yao G. et al. A perspective study of koumiss microbiome by metagenomics analysis based on single-cell amplification technique // Frontiers in microbiology. 2017. V. 8.

REFERENCES

1 Timurbekova A.K. et al. Technology improvements of drying national milk drinks – kumys and shubat. Nauchnoe soobshchestvo studentov XXI stoletiya. Tekhnicheskie nauki ["Scientific students' community of the XXI century. Technical sciences": Proceedings of the X International Student correspondence scientific-practical conference] Novosibirsk, "SibAK", 2013. 138 p. (in Russian)

2 Usupkozhoeva A.A. Implementation of a pneumatic centrifugal spraying method to produce a dry milk of 25% fat content. *Vestnik BSAA* [Proceedings of BSAA] 2016. vol.45. no. 4. pp.101–108. (in Russian)

3 Semenov G.V., Bulkin M.S., Budantsev E.V. Resource-efficient processes of vacuum dehydration of multicomponent thermolabile materials in applied biotechnology. Workshop of scientists of Russia and members of ASEAN «Application of modern biotechnologies in food industry». 2010. pp. 145–155.

4 Timurbekova A.K. Effect of magnetic treatment of milk drinks – shubat and kumys-on the duration of their freezing. *Vestnik sel'skokhozyaistvennykh nauk* [Proceedings of Agricultural Science of Kazakhstan] 2005. no.10. pp. 57–58. (in Russian)

5 Shingisov A.U. Drying of fermented milk products sublimation method. *Novosti nauki Kazakhstana* [News of Kazakhstan science] 2006. no. 4. pp. 187–191. (in Russian)

6 Krumlikov V. Yu., Ostroumov L.A., Sukhikh S.A., Krieger O.V. Selection of stabilization benchmarks (freezing and drying) of the symbiotic consortium with the purpose of producing the starter of direct application. *Tekhnika I tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Engineering and technology of food production] 2016. vol. 42. no. 3. pp. 25–30. (in Russian)

7 Guo C. F. et al. Comparison of lactobacilli isolated from Chinese suantsai and koumiss for their probiotic and functional properties. Journal of Functional Foods. 2015. vol. 12. pp. 294-302.

8 Bakir B. et al. Immunohistochemical examination of effects of kefir, koumiss and commercial probiotic capsules on platelet derived growth factor-c and platelet derived growth factor receptor-alpha expression in mouse liver and kidney. Biotechnic & Histochemistry. 2015. vol. 90. no. 3. pp. 190-196.

9 Singh P. K., Shah N. P. Other Fermented Dairy Products: Kefir and Koumiss. Yogurt in Health and Disease Prevention. 2017. pp. 87-106.

10 Yao G. et al. A perspective study of koumiss microbiome by metagenomics analysis based on single-cell amplification technique. Frontiers in microbiology. 2017. vol. 8.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Анипа А. Усупкожоева к.т.н., доцент, Кыргызско-Германский технический институт, Кыргызский Государственный технический университет им. И.Раззакова, пр-т Ч. Айтматова, 66, г. Бишкек, 720044, Кыргызстан, anipka_76@mail.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Anipa A. Usupkozhoeva Cand. Sci. (Engin.), associate professor, Kyrgyz-German Technical Institute, Kyrgyz State Technical University named after I. Razzakov, Ch. Aytmatov Avenue 66, Bishkek 720044, Kyrgyzstan, anipka_76@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

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

CONTRIBUTION

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

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST

The author declare no conflict of interest.

ПОСТУПИЛА 01.12.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 07.02.2018

RECEIVED 12.1.2017

ACCEPTED 2.7.2018

Оригинальная статья/Original article

УДК 637.12

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-37-42

Приближенный инженерный расчет кристаллизаторов-охладителей для молочного сахара в изогидрических условиях

Константин К. Полянский [1] tovar201@list.ru
Геннадий В. Калашников [2]
Александр С. Муравьев [2] hntrun@mail.ru

[1] Воронежский филиал Российского экономического ун-та им. Г. В. Плеханова, ул. Карла Маркса, 67А, г. Воронеж, 394036, Россия
[2] Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Реферат. Ранее была предпринята попытка создания математической модели непрерывной кристаллизации лактозы в водных растворах при различных пересыщениях. Расчетный способ базировался на основе нового критерия метастабильности пересыщенных растворов. Критерий метастабильности раствора в данном случае представляет собой безразмерную величину от 0 до 1 и отражает роль зародышеобразования в любой момент времени. Другими словами, эта безразмерная величина, показывающая соотношение скоростей зародышеобразования и роста кристаллов. Нами эта величина определена путем математического моделирования с использованием модифицированной модели Гюнтера–Маца. Практическая значимость критерия заключается в установлении области кристаллизации (смешанная, нуклеации и роста) с учетом поверхности внесенной кристаллической фазы. Установлено, что при малой поверхности процесс кристаллизации протекает преимущественно в смешанной области, при отсутствии затравки (F=0), при превышении границы метастабильности идет в бласт нуклеации (P_g=0,1), при больших поверхностях кристаллов F. процесс протекает в области роста даже при высоких пересыщениях (P_g=0,9), т.е. он позволяет быстро определить необходимое количество затравки с целью интенсификации процесса кристаллизации. Он может быть применен для любого кристаллизуемого вещества, если имеются кинетические параметры процесса (константы скорости и кинетические порядки зародышеобразования и роста, растворимость и д.р.). Однако присутствие несахаров и соответствующей приборной базы вызывают большие осложнения по нахождению вышеуказанных параметров процесса рабочих растворов, поэтому остановились на упрощенном инженерном методе расчета.

Ключевые слова: кристаллизатор-охладитель, молочный сахар, материальный и тепловой баланс, коэффициент пересыщения, доброкачественность сиропа

Approximate engineering calculation of chill molds for milk sugar in isohydric conditions

Konstantin K. Polyanskii [1] tovar201@list.ru
Gennadii V. Kalashnikov [2]
Aleksandr S. Murav'ev [2] hntrun@mail.ru

[1] Voronezh Branch of the Russian Economic University. GV Plekhanov, Karl Marx str., 67A Voronezh, 394036, Russia
[2] Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Summary.Earlier, an attempt was made to create a mathematical model for the continuous crystallization of lactose in aqueous solutions at various supersaturations. The calculation method was based on a new criterion for the metastability of supersaturated solutions. The metastability criterion of the solution in this case is a dimensionless quantity from 0 to 1 and reflects the role of nucleation at any time. In other words, this dimensionless quantity, showing the ratio of the rates of nucleation and growth of crystals. We determined this value by mathematical modeling using the modified Gunther–Mat model. The practical significance of the criterion is the establishment of a crystallization region (mixed, nucleation and growth), taking into account the surface of the introduced crystalline phase. It is established that for a small surface, the crystallization process proceeds predominantly in the mixed region, in the absence of a seed (F = 0), when the metastability limit is exceeded, goes into the blast nucleation (Pg = 0.1), with large surfaces of the crystals F. The process proceeds in the growth region even at high supersaturations (Pg = 0.9), i.e. it allows you to quickly determine the required amount of seed to intensify the crystallization process. It can be used for any crystallizable substance if kinetic parameters of the process are available (rate constants and kinetic orders of nucleation and growth, solubility, etc.). However, the presence of nonsugars and the corresponding instrument base cause great errors in finding the above parameters of the process of working solutions, therefore, we decided on a simplified engineering calculation method.

Keywords:crystallizer-cooler, milk sugar, material and heat balance, supersaturation coefficient, syrup purity

Введение

Известно широкое применение в производстве молочного сахара открытых кристаллизаторов с перемешивающими и охлаждающими устройствами [1, 2, 4–6, 10–13].

При расчетах таких кристаллизаторов используют: уравнение материального баланса; уравнение теплового баланса процесса кристаллизации молочного сахара [3].

Указанные расчеты необходимы для определения таких показателей, как доброкачественность сиропа сыворотки, коэффициент пересыщения, количество кристаллов молочного сахара (в массовом выражении), количество охлаждающей воды.

В реальных условиях, как правило, известны температура кристаллизуемого сиропа, его количество, процентное содержание молочного сахара и сухих веществ в нем, Конечная температура и содержание молочного сахара в конечном растворе задаются [4–7].

Для цитирования
Полянский К.К., Калашников Г.В., Муравьев А.С. Приближенный инженерный расчет кристаллизаторов-охладителей для молочного сахара в изогидрических условиях //Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 1. С. 37–42. doi:10.20914/2310-1202-2018-1-37-42

For citation
Polyansky K.K., Kalashnikov G.V., Korotaeva A.A., Muravev A.S. Approximate engineering calculation of chill molds for milk sugar in isohydric conditions. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 1. pp. 37–42. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-1-37-42

Материальный и тепловой баланс, определение расхода воды на кристаллизатор-охладитель

В кристаллизаторе периодического действия с водяной рубашкой и вибрационными дисками охлаждается V =2 м^3 насыщенного раствора лактозы $C_{12}H_{22}O_{11}$ от температуры $t_{1н}$ = 75 °С до температуры $t_{1к}$ = 20 °С. Начальная температура охлаждающей воды $t_{2н}$ = 5 °С. Требуется определить расход охлаждающей воды G и время кристаллизации τ, если коэффициент теплопередачи K = 250 Вт/(м^2 °С).

По кривой растворимости лактозы [5] определяем концентрацию насыщенного раствора $C_{12}H_{22}O_{11}$ (массовая доля) при 75 °С, a_1 = 0,49 и при 20 С a_2 =0,161. Так как теплоемкость кристаллов $C_{кр}$ = 1,202 кДж/(кг °С), то по правилу аддитивности определим теплоемкость исходного раствора C_1:

$$C_1 = a_1 C_{кр} + (1-a_1)C_в = 0,49\times 1,202 + \\ +(1-0,49)\times 4,19 = 2,72 \text{ кДж/(кг°С)} \quad (1)$$

где $C_в$ – теплоемкость воды, $C_в$ = 4,19 кДж/(кг°С).

Теплота кристаллизации q = 25,6 кДж/кг, плотность исходного раствора (наибольшая) ρ_1 = 1545,3 кг/м^3.

Из уравнения теплового баланса определяем количество теплоты Q, которое необходимо отводить из раствора при его кристаллизации [8–10]:

$$Q = Vr_1c_1(t_{1н} - t_{1к}) + G_{кр}q, \quad (2)$$

Количество образуемых кристаллов $G_{кр}$, выпадаемых в растворе, можно определить из уравнения материального баланса по сухим веществам:

$$G_{кр} = \frac{a_1 - a_2}{1-a_2}\cdot V\rho_1 = \\ \frac{0,49-0,161}{1-0,161}\cdot 2\cdot 1545,3 = 1211,9 \text{ кг} \quad (3)$$

Следовательно:

$$Q = 2\times 1545,3\times 2,72\times(75-20)+ \\ + 1211,9\times 25,6 = 493378,3 \text{ кДж}, \quad (4)$$

Определяем поверхность теплопередачи. Так как объем кристаллизуемого раствора задан, а тип оборудования известен, что конструктивно, определяем, например, для вертикального оборудования размеры.

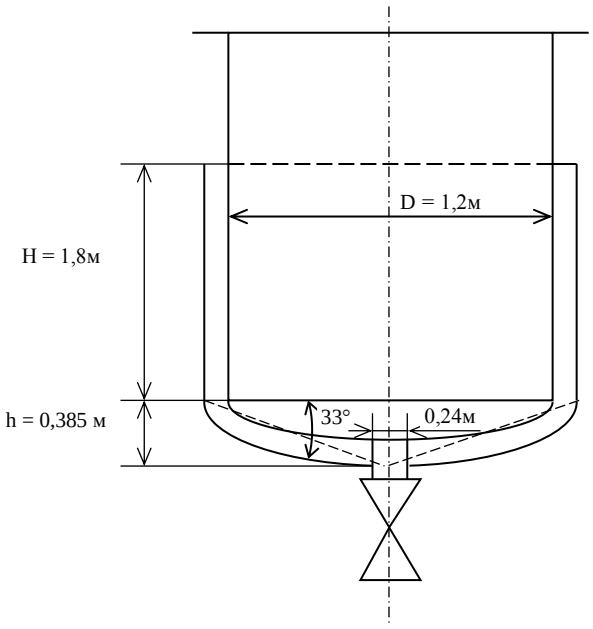


Рисунок 1. Определение размеров кристаллизатора-охладителя

Figure 1. Determination of the sizes of the crystallizer-cooler

При выбранных размерах полезный объем кристаллизатора:

$$V\text{кр.} = \frac{\pi D^2}{4}\cdot H + \frac{\pi D^2}{4}\cdot\frac{h}{3} = \\ = \frac{3,14\cdot 1,2^2}{4}\cdot 1,8 + \frac{3,14\cdot 1,2^2}{4}\cdot\frac{0,385}{3} = 2,1798 \text{ м}^3, \quad (5)$$

при этом теплопередающая поверхность оборудования:

$$F = \pi DH + \frac{\pi D}{2}\cdot\frac{D\sqrt{2}}{2} = \\ = 3,14\cdot 1,2\cdot 1,8 + 3,14\cdot\frac{1,2}{2}\cdot\frac{1,2\cdot\sqrt{2}}{2} = 8,37\text{м}^2 \quad (6)$$

Приняв температуру воды, выходящей из рубашки в окончательный момент охлаждения $t_{2к}$ = 15 °С, определяем:

$$A = \frac{t - t_{2н}}{t - t_{2л}} = \frac{20 - 5}{20 - 15} = 3 \text{ и } \lg A = 0{,}4771 \quad (7)$$

Отсюда вычисляем среднюю разность температур:

$$\Delta\overline{t'_{ср}} = \frac{t_{1н} - t_{1к}}{2{,}3\lg\frac{t_{1н} - t_{2н}}{t_{1к} - t_{2н}}} \cdot \frac{A-1}{2{,}3A\lg A} = \frac{75 - 20}{2{,}3 \cdot \lg\frac{75-5}{20-5}} \cdot \frac{3-1}{2{,}3 \cdot 3 \cdot \lg 3} = 16{,}7173\,°C \quad (8)$$

По найденным значениям F, A и $\Delta\overline{t'}$ определим время кристаллизации:

$$t = \frac{Q}{kF\Delta\overline{t'}} = \frac{493378{,}3 \cdot 10^3}{250 \cdot 8{,}37 \cdot 16{,}7173} = 14860{,}79c \approx 4{,}12ч \quad (9)$$

Данное время обусловлено интенсификацией процесса изогидрической кристаллизации кристаллов лактозы при использовании низкочастотных гармонических колебаний [7, 12]

Находим расход воды:

$$G = \frac{kF}{c_2 \cdot \ln A} = \frac{250 \cdot 8{,}37}{4190 \cdot 2{,}3 \cdot \lg 3} = 0{,}4551\,кг/с = 1638{,}39\,кг/г, \quad (10)$$

где теплоемкость воды c_2 = 4190 Дж/(кг·°С)

Общий объем воды за время кристаллизации:

$$G_{общ} = G \times t = 0{,}4551 \times 14860{,}79 = 6835{,}9\ кг \quad (11)$$

Справедливость составления материального и теплового баланса и определения расхода охлаждающей воды проверяется следующим расчетом.

На кристаллизацию при температуре 75 °С направляется 2600кг сиропа, содержащего 50% молочного сахара, 64% сухих веществ. В процессе кристаллизации температура сиропа снижается до 20 °С.Содержание молочного сахара в конечном растворе 12%. Составим материальный и тепловой баланс кристаллизации, определим коэффициент пересыщения молочного сахара в сиропе. Вычислим доброкачественность сиропа или раствора.

В соответствии с формулой определяем доброкачественность сиропа или раствора:

$$Др = \frac{K_и}{K_{с.в.}} \cdot 100, \quad (12)$$

где $K_и$ – концентрация молочного сахара в исходном растворе, %;$K_{с.в.}$ – общая концентрация сухих веществ в растворе лактозы, %.

Доброкачественность сиропа или раствора:

$$Др = \frac{50}{64} \cdot 100 = 78{,}12\%. \quad (13)$$

Коэффициент пересыщения раствора вычисляем по формуле:

$$Ки = \frac{K_ф}{K_н}, \quad (14)$$

где $K_ф$ – количество молочного сахара в его растворе при данной температуре, %;$K_н$ – количество молочного сахара в насыщенном растворе, %

Концентрация насыщеного раствора молочного сахара при 20 °С составляет 16,1%:

$$Ки = \frac{20}{16{,}1} = 1{,}24. \quad (15)$$

Составляем материальный баланс кристаллизации. Для этого используем уравнение кристаллизации:

$$S_и K_и = 100 M_к + S_м K_{м.} \quad (16)$$

При составлении материального баланса принимаем, что в процессе кристаллизации объемное количество сиропа остается постоянным. С учетом содержания несахаров содержание сухих веществ в периоде окончания кристаллизации составит 26%.

Масса 1 л сиропа, содержащего 26% сухих веществ, равна 1,12 кг, а масса исходного сиропа – 1,3 кг.

Следовательно, объем исходного сиропа составляет $2600/1{,}3 = 2000$ л. В свою очередь масса мелассы равна 2000·1,12 = 2240 кг. Определим количество кристаллов молочного сахара:

$$M_к = \frac{2600 \cdot 50 - 2240 \cdot 12}{100} = 1031{,}2кг. \quad (17)$$

Тепловой баланс процесса кристаллизации составляем по отдельным его показателям.

Тепловой баланс процесса кристаллизации для молочного сахара можно представить следующим уравнением:

$$S_и c_и t_и + M_к g = S_м c_м t_м + M_c c_c t_c + Q + Q_{п.}, \quad (18)$$

Определим количество теплоты, приходящее с сиропом, по уравнению теплового баланса лактозы:

$$Q_и = 2600 \times 2{,}72 \times 75 = 530400\ кДж \quad (19)$$

Количество теплоты, выделяемое за счет теплоты кристаллизации незначительно, поэтому в расчетах его можно не учитывать.

Количество теплоты, отводимое с конечным раствором, $Q_м$ определим по формуле:

$$Q_м = 2240 \times 3{,}705 \times 20 = 165984\ кДж, \quad (20)$$

где $c_м$ = 0,161·1,202 + (1 – 0,161)×4,19 = 3,705 кДж/(кг·°С).

Количество теплоты, отводимое с кристаллами молочного сахара:

$$Q_к = 1031,2 \times 1,202 \times 20 = 24748,8 \text{ кДж}, \quad (21)$$

где $c_{кр}$ – теплоемкость молочного сахара, $c_{кр}$ = 1,202 кДж /(кг·°С).

В расчете принимаем, что потери теплоты в окружающую среду составляют 10% от количества поступающей теплоты:

$$Q_п = 0,1 \times 530400 = 53040 \text{ кДж} \quad (22)$$

Следовательно, количество теплоты, отводимое без учета количества теплоты, направляемого с хладагентом, составляет:

$$165984 + 24748,8 + 53040 = 243772,8 \text{ кДж}. \quad (23)$$

Таким образом, с хладагентом должно отводится определенное количество теплоты:

$$Q = 530400 - 243772,8 = 286627,2 \text{ кДж}.$$

Количество теплоты Q отводимое хладагентом можно вычислить по формуле:

$$Q = S_x \times (t_k - t_н) \times C_x, \quad (24)$$

где S_k – количество хладагента, кг;t_k, $t_н$ – соответственно, конечная и начальная температура хладагента, °С; C_x – удельная теплоемкость хладагента, Дж /(кг·°С).

Определим количество охлаждающей воды, приняв $t_k = 15^0$ С, а $t_н = 5$°С, при этом теплоемкость воды принимаем равной 4,19 кДж /(кг·°С):

$$S_x = \frac{286627,2}{(15-5) \cdot 4,19} = 6840,73 \text{ кг}. \quad (25)$$

1. Доброкачественность сиропа (раствора) $Д_р$, % характеризуется наличием примесей (сухих веществ) в сывороточном сиропе, которые снижают скорость кристаллизации и затрудняют получение кристаллов однородных по размерам и форме:

$$Др = \frac{K_н}{K_{с.в.}} \cdot 100, \quad (26)$$

где $K_н$ – количество молочного сахара в насыщенном растворе, %; $K_{с.в.}$ – концентрация сухих веществ в растворе, %.

2. Степень пересыщения лактозы в сиропе $K_п$ (коэффициент пересыщения) определяется следующим образом:

$$K_п = \frac{K_ф}{K_н}, \quad (27)$$

где $K_ф$ – количество молочного сахара в его растворе при данной температуре, %; $K_н$ – количество молочного сахара в насыщенном растворе, %.

3. Уравнение материального баланса кристаллизации молочного сахара имеет вид:

$$S_и \times K_и = 100 \times M_k + S_м \times K_м, \quad (28)$$

где $S_и$ – количество исходного раствора, кг; $S_м$ – количество конечного маточного раствора, кг; $K_и$ – концентрация молочного сахара в исходном растворе, %;$K_м$ – концентрация молочного сахара в конечном растворе, %;M_k – количество кристаллов молочного сахара, кг.

Из приведенного уравнения можно определить количество кристаллов молочного сахара $M_к$, кг:

$$M_к = \frac{S_и \cdot K_и - S_т \cdot K_т}{100}, \quad (29)$$

При этом принимается, что в процессе кристаллизации объемное количество сиропа остается постоянным.

4. Уравнение теплового баланса процесса кристаллизации может быть представлено в виде:

$$\begin{aligned} &S_и \times c_и \times t_и + M_к \times g_к = S_м \times C_м \times t_м + \\ &+ M_с \times c_м \times t_м + M_с \times c_с \times tc + Q + Q_н, \end{aligned} \quad (30)$$

где $C_м$ – удельная теплоемкость удельного раствора, Дж/(кг°С); $t_н$ – температура исходного раствора, °С;$g_к$ – удельная теплота кристалла; $C_м$ – удельная теплота конечного раствора, Дж/(кг °С);$t_м$ – температура конечного раствора, С;$t_с$ – температура кристаллов молочного сахара,°С; Q – количество теплоты, отводимое хладагентом, Дж; $Q_н$ – количества тепла, теряемого в среду, Дж.

В практических целях необходимо знать количество хладагента (охлаждающей воды) S_x кг для ведения процесса кристаллизации, величина которой определяется из следующей зависимости:

$$Sx = \frac{Q}{(t_k - t_п) \cdot C_x}, \quad (31)$$

где t_k,$t_п$ – конечная и начальная температура хладагента (воды),°С;C_x–удельная теплоемкость хладагента, Дж/(кг °С); (Для воды C_x =4,1864 кДж/(кг°С)).

Неизвестная величина Q, Дж для указанного выражения определяется в следующей последовательности исходя из уравнения теплового баланса:

а) Количество теплоты, приносимое с сиропом $Q_и$, кДж:

$$Q_и = S_и \times c_и \times t_и, \quad (32)$$

где $c_и$ – теплоемкость исходного сиропа лактозы, ее принимают равной удельной теплоемкости сахарозы с, которая определяется по формуле:

$$c = 4,2 - 0,0239 \times K_{с.в.}, кДж/(кг \times^0 С), \quad (33)$$

$K_{с.в.}$ – концентрация сухих веществ, %.

Исходя из этого:

$$Q_u = S_u \times \left(4,2 - 0,0239 \times K_{с.в}\right) \times t_u \ , \quad (34)$$

б) Количество теплоты, отводимое с конечным раствором Qм, кДж определяется следующим образом:

$$Q_м = S_м \times c \times t_м = \\ = S_м \times \left(4,2 - 0,0239 \times K_{с.в}\right) \times t_м, \quad (35)$$

в) Количество теплоты, отводимое с кристаллами молочного сахара:

$$Q_k = M_к \times c_c \times t_c = M_к \times 1,2 t_c, \quad (36)$$

где c_c = 1,2 – теплоемкость молочного сахара, кДж/(кг°С).

г) Потери теплоты в окружающую среду Qп, кДж принимают равным 10% от $Q_п$:

$$Q_п = 0,1 S_u \times \left(4,2 - 0,0239 \times K_{с.в}\right) \times t_u, \quad (37)$$

д) Количество теплоты, отводимое без учета количества теплоты, уходящего с хладоносителем составит:

$$Q_м + Q_k + Q_п = S_м \left(4,2 - 0,0239 \times K_{с.в}\right) \times t_м + \\ + M_к \times 1,2 t_c + 0,1 S_u \left(4,2 - 0,0239 \times K_{с.в}\right) \times t_u = \\ = \left(4,2 - 0,0239 \times K_{с.в}\right)\left(S_м \times t_м + 0,1 \times S_u \times t_u\right) + \\ + M_к \times t_c \times 1,2, \text{ кДж} \quad (38)$$

е) Таким образом, с хладагентом должно быть отведено количество теплоты Q, кДж.

$$Q = Q_u - \left(Q_м + Q_k + Q_п\right) = \\ = S_u \left(4,2 - 0,0239 K_{с.в}\right) t_u - \left(4,2 - 0,0239 K_{с.в}\right) \times \\ \times \left(S_м t_м + 0,1 S_u t_u\right) + M_к t_c 1,2 = \\ = \left(4,2 - 0,0239 K_{с.в}\right)\left(S_u t_u - S_м t_м - 0,1 S_u t_u\right) + \\ + M_к t_c 1,2 = = \left(4,2 - 0,0239 K_{с.в}\right) S_u \times \\ \times t_u \left(1 - S_м t_м - 0,1\right) + M_к t_c 1,2 \quad (39)$$

С учетом формул 36, 37, 38, 39 это выражение может быть записано следующим образом:

$$Q = \left(4,2 - 0,0239 \times K_{с.в.}\right) \times \\ \times S_u t_u \left(0,9 - S_м t_м\right) + M_к t_c \times 1,2 \quad (40)$$

С учетом формулы (32) определяют реальное количество хладагента (охлаждающей воды):

$$S_x = \frac{\left(4,2 - 0,0239 K_{с.в.}\right) S_u t_u \left(0,9 - S_м t_м\right) + M_к t_c 1,2}{\left(t_к - t_м\right) : C_в} \quad (41)$$

где $C_в$ – теплоемкость, принимаемая равной 4,1864 кДж/(кг·°С)

ЛИТЕРАТУРА

1 Полянский К.К. Кристаллизация лактозы. Производство молочного сахара // Переработка молока. 2017. № 6. С. 32–38.

2 Полянский К. К., Калашников Г. В. Тепловой расчет кристаллизатора-охладителя для молочного сахара // Деп. ВЦНИИТЭИ мясомолпрома. 1984. № 1. С. 96.

3 Липатов Н.Н. Руководство к лабораторным и практическим занятиям по курсу оборудования предприятий молочной промышленности. М.: Пищевая промышленность, 1978. 287 с.

4 Zhang L. et al. Development of an inverse heat conduction model and its application to determination of heat transfer coefficient during casting solidification // Heat and Mass Transfer. 2014. V. 50. №. 7. P. 945-955.

5 Полянский К.К. Кристаллизация лактозы в производстве молочных продуктов. Воронеж: ВТИ, 1981. 328 с.

6 Гаврилов Г.Б., Кравченко Э.Ф., Куренков А.С. Технологические аспекты кристаллизации лактозы // Молочная промышленность. 2017. № 5. С. 44–45

7 Power G. et al. Design and optimization of a multistage continuous cooling mixed suspension, mixed product removal crystallizer // Chemical Engineering Science. 2015. V. 133. P. 125-139.

8 Бредихин А.С., Червецов В.В. Гидродинамика процесса охлаждения молочной сыворотки при поточной кристаллизации лактозы // Вестник ВГУИТ. 2013. № 3. С. 36-40.

9 Fialkova E.A. et al. Analysis of the cyclic operation effect of the air cooling and heating crystallizer on crystal growth rate // Dairy Farming Journal. 2015.

10 Slavorosova E.V. et al. Experimental studies of the milk whey nano-filtrate curdling process with the accompanying lactose crystallization // Dairy Farming Journal. 2016.

11 Rjabova A.E., Kirsanov V.V., Strizhko M.N., Bredikhin A.S. et al. Lactose crystallization: current issues and promising Engineering solutions // Foods and Raw materials. 2013. V. 1. №. 1.

12 Храмцов А.Г., Нестеренко П.Г., Евдокимов И.А., Рябцева С.А. и др. Альтернативные варианты промышленной переработки молочной сыворотки // Молочная промышленность. 2014. №. 11. С. 44-48.

13 Santos C.A., Quaresma J.M.V., Garcia A. Determination of transient interfacial heat transfer coefficients in chill mold castings // Journal of Alloys and Compounds. 2001. V. 319. №. 1-2. P. 174-186.

REFERENCES

1 Polyanskii K.K. Crystallization of lactose. Manufacture of milk sugar. *Pererabotka moloka* [Processing of milk] 2017. no. 6. pp. 32–38. (in Russian).

2 Polyanskii K.K., Kalashnikov G.V. The thermal design of the crystallizer-cooler for milk sugar. *VTsNİİTEİ myasomolproma* [Central Research Institute of Information and Technical and Economic Research] 1984. no. 1. pp. 96. (in Russian).

3 Lipatov N.N. Rukovodstvo k laboratornym i prakticheskim zanyatiyam po kursu oborudovaniya predpriyatii molochnoi promyshlennosti [Guide to laboratory and practical exercises for the course of equipment of enterprises of dairy industry]. Moscow. Pishchevaya promyshlennost', 1978. 287 p. (in Russian).

4 Zhang L., Reilly C., Li L., Cockcroft S. et al. Development of an inverse heat conduction model and its application to determination of heat transfer coefficient during casting solidification. Heat and Mass Transfer. 2014. vol. 50. no. 7.pp. 945-955.

5 Polyanskii K. K. Kristallizatsiya laktozy v proizvodstve molochnykh produktov [Crystallization of lactose in dairy products] Voronezh, 1981. 328 p. (in Russian).

6 Gavrilov G.B., Kravchenko E.F., Kurenkov A.S. Technological aspects of lactose crystallization. *Molochnaya promyshlennost'* [The dairy industry]. 2017. no. 5. pp. 44–45. (in Russian).

7 Power G., Hou, G., Kamaraju V.K., Morris G. et al. Design and optimization of a multistage continuous cooling mixed suspension, mixed product removal crystallizer. Chemical Engineering Science. 2015. no. 133. pp. 125-139.

8 Bredihin A.S., Chervetsov V.V. Hydrodynamics of cooling wheyat flow lactose crystallization. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies]. 2013. no. 3. pp. 36-40. (in Russian)

9 Fialkova E.A., Kulenko V.G., Schevchuk V.B., Slavorosova E.V. Analysis of the cyclic operation effect of the air cooling and heating crystallizer on crystal growth rate. Dairy Farming Journal. 2015.

10 Slavorosova E.V., Kulenko V.G., Shevchuk V.B., Fialkova E.A. Experimental studies of the milk whey nano-filtrate curdling process with the accompanying lactose crystallization. Dairy Farming Journal. 2016.

11 Rjabova A.E., Kirsanov V.V., Strizhko M.N., Bredikhin A.S. et al. Lactose crystallization: current issues and promising Engineering solutions. Foods and Raw materials. 2013. vol. 1. no. 1.

12 Khramtsov A. G., Nesterenko P. G., Evdokimov I. A., Ryabtseva S. A. et al. Alternative options for the industrial processing of whey. *Molochnaya promyshlennost'*[The dairy industry]. 2014. no. 11. pp. 44-48. (in Russian).

13 Santos C.A., Quaresma J.M.V., Garcia A. Determination of transient interfacial heat transfer coefficients in chill mold castings. Journal of Alloys and Compounds. 2011. vol. 319. no. 1-2. pp. 174-186.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Константин К. Полянский д.т.н., профессор, кафедра коммерции и товароведения, Воронежский филиал Российского экономического университета им. Г. В. Плеханова, ул. Карла Маркса, 67А, г. Воронеж, 394036, Россия, tovar201@list.ru

Геннадий В. Калашников д.т.н., профессор, кафедра машин и аппаратов пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Александр С. Муравьевк.т.н., инженер, отдел стандартизации и метрологии,Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 22.01.2018
ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 19.02.2018

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Konstantin K. Polyanskii Dr. Sci. (Engin.), Professor, Department of Commerce and Commodity Studies, Voronezh Branch of the Russian Economic University. GV Plekhanov, ul. Karl Marx, 67A Voronezh, 394036, Russiatovar201@list.ru

Gennadii V. Kalashnikov Dr. Sci. (Engin.), Professor, Machines and Apparatuses of Food Production Department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Aleksandr S. Murav'ev Cand. Sci. (Engin.), engineer, department of standardization and metrology, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

CONTRIBUTION

All authors equally took part in writing the manuscript and are responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 1.22.2018
ACCEPTED 2.19.2018

Оригинальная статья/Original article

УДК 637.02

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-43-49

Исследование СВЧ установки с тороидальными резонаторами для отделения волосяного покрова от шкуры кроликов в непрерывном режиме

Евгений А. Шамин [1] evg.shamin4@gmail.com
Галина В. Новикова [1] NovikovaGalinaV@yandex.ru
Марьяна В. Белова [1] maryana_belova_803@mail.ru
Ольга В. Михайлова [1] ds17823@yandex.ru

[1] Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, ул. Октябрьская, д. 22, г. Княгинино, 606340, Россия

Реферат. В криководческих хозяйствах сбор волосяного покрова со шкур кроликов породы «Белый Великан», является актуальной проблемой. Поэтому технической задачей является разработка установки, обеспечивающей ослабление силы удерживаемости волосяного покрова в дерме увлажненных рассолом шкур кроликов за счет многократного воздействия электромагнитного поля сверхвысокой частоты (ЭМПСВЧ) и пневмотранспортирование пуха. Разработана научная идея, предусматривающая тепловую обработку шкуры кроликов многократным воздействием ЭМПСВЧ в тороидальных перфорированных резонаторах в непрерывном режиме. Предложен нетрадиционный подход к конструкционному исполнению резонаторных камер СВЧ установок с маломощными магнетронами, обеспечивающих многократное воздействие ЭМПСВЧ на сырье для снижения его микробиологической обсемененности. Доказана перспективность предложенных технических решений и способов воздействия ЭМПСВЧ на шкуры кроликов в непрерывном режиме, основываясь на обоснованные параметры электродинамической системы СВЧ-установок с тороидальными резонаторами, имеющими рациональные конструкционно-технологические параметры и режимы работы. Разработанная сверхвысокочастотная установка с тороидальным резонатором обеспечивает получение новых результатов в достижении непрерывности технологического процесса отделения волосяного покрова от кожи шкур кроликов в процессе распыления рассола, высокой напряженности электрического поля и собственной добротности резонатора, равномерности нагрева сырья в резонаторе; вариации производительности установки. Основными узлами являются направляющая труба, тросо-шайбовый транспортер, тороидальные резонаторы и пневмотранспортер. Магнетроны установлены в центральные части резонаторов, а в тороидальной части, средний периметр которой равен кратной половине длины волны, имеется перфорация. Представлены предложения по дальнейшему совершенствованию СВЧ установок для отделения волосяного покрова от шкур кроликов в непрерывном режиме с использованием системы автоматизированного управления и контроля технологическим процессом.

Ключевые слова: сверхвысокочастотные генераторы, тороидальные резонаторы, тросо-шайбовый транспортер, ослабление силы удерживаемости волосяного покрова, шкуры кроликов, рассол

Study of microwave device with toroidal resonators for the removal of hair cover from rabbit skin in a continuous mode

Evgene A. Shamin [1] evg.shamin4@gmail.com
Galina V. Novikova [1] NovikovaGalinaV@yandex.ru
Mariana V. Belova [1] maryana_belova_803@mail.ru
Olga V. Mikhailova [1] ds17823@yandex.ru

[1] Nizhny Novgorod state engineering-economic University", Oktyabrskaya, 22, Knyaginino, Nizhny Novgorod region, 606340, Russia

Summary.In rabbit breeding farms, collecting hair from the skins of "White Giant" breed rabbits is an actual problem. Therefore, the technical task is to develop a device providing a weakening of the hair cover retention in the dermis of brine-moistened rabbit skins by the multiple exposure of the electromagnetic field of the ultrahigh frequency (EMFUHF) and pneumatic conveying of the fluff. The scientific idea involving the heat treatment of rabbit skin by repeated exposure to EMFUHF in toroidal perforated resonators in continuous mode was developed. A non-conventional approach to the design of resonator chambers of microwave devices with low-power magnetrons, providing for the repeated exposure of EMFUHF to raw materials to reduce its microbiological contamination was proposed. The prospective nature of the proposed technical solutions and methods for the impact of EMFUHF on rabbit skins in continuous mode, based on sound parameters of the electrodynamic system of microwave devices with toroidal resonators, having rational design and technological parameters and operating modes was proved. The developed ultrahigh-frequency device with the toroidal resonator provides for new results in achieving the continuity of the technological process of removing the hair cover from the rabbit skins during the brine spraying on the skins, high electric field strength and the resonator's own Q-factor, the uniformity of the raw material heating in the resonator; variations in the device capacity. The main components are a guide tube, a cable-washer conveyor, toroidal resonators and a pneumatic conveyor. Magnetrons were installed in the central parts of the resonators, and in the toroidal part, whose average perimeter is equal to a multiple of half the wavelength, there is a perforation. Proposals for the further improvement of microwave equipment for the removal of hair from rabbit skins in a continuous mode using the system of automated control and process control were submitted

Keywords:microwave generators, toroidal resonators, conveyor, skinning rabbits, brine

Введение

В настоящее время в фермерских хозяйствах шкуры кроликов после съемки сразу утилизируют или направляют в цеха по производству белковых корм, так как очень низкий сбыт обработанных, в условиях хозяйств, шкур. Волосяной покров, собранный со шкур кроликов, является ценным сырьем для легкой промышленности, и от способа сбора во многом зависит качество пушно-мехового изделия [14–18]. Основную часть массы шкуры кроликов составляет масса волосяного покрова. Отношение массы волос к массе мездры у шкурок первого сорта составляет 2:1. Шкуры кроликов «Белый Великан» имеют на единицу площади наибольшую

Для цитирования

Шамин Е.А., Новикова Г.В., Белова М.В., Михайлова О.В. Исследование СВЧ установки с тороидальными резонаторами для отделения волосяного покрова от шкуры кроликов в непрерывном режиме // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 1. С. 43–49. doi:10.20914/2310-1202-2018-1-43-49

For citation

Shamin E.A., Novikova G.V., Belova M.V., Mikhailova O.V. Study of microwave device with toroidal resonators for the removal of hair cover from rabbit skin in a continuous mode. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 1. pp. 43–49. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-1-43-49

массу, обладает наибольшей длиной волосяного покрова. Волосяной покров кроликов мясо-шкуровых пород содержит от 30 до 50% пуховых волос [11].

Известные способы обезволашивания шкур животных с применением солей, щелочей, сульфидов и ферментного препарата [12–13] – длительны и качество пуха низкое и поэтому не удовлетворяют кролиководческие хозяйства.

При тепловой обработке шкуры кроликов, сила удерживаемости волокон пуха в дерме и волосяных луковицах уменьшается, и сбор их облегчается [4]. Но при превышении температуры нагрева кожи и ее продолжительности, увеличивается повреждение кожи и ухудшается товарный вид волосяного покрова. Поэтому тепловую обработку сырья следует проводить микроволновой технологией при оптимальном режиме, обеспечивающем достаточное ослабление удерживаемости волосяного покрова в дерме и не вызывающем ухудшения их качества [9–10]. При этом действию тепла избирательно подвергаются не только эпидермис, дерма и подкожный слой жира, но и луковица волос. Эффективность воздействия электромагнитного поля сверхвысоко частоты (ЭМПСЧ) определяется температурой нагрева дермы и подкожного слоя, где расположены луковицы волос.

Предлагаемая микроволновая технология ориентирована на отделении волосяного покрова от вымоченной в рассоле кожи шкур кроликов, в процессе воздействия ЭМПСВЧ в непрерывном режиме.

Материалы и методы

Использован комплекс существующих методов исследования, в том числе: теория ЭМПСВЧ; программа CST MicrowaveStudio для трехмерного моделирования резонаторной камеры с вычислением параметров электродинамической системы. Теоретические исследования проводились на основе анализа электрофизических параметров многокомпонентного сырья с использованием математических аппаратов. Пространственное изображение установки выполнено в программе Компас-3D V17. Определение закономерностей отделения волосяного покрова от шкур кроликов проведено на основе дифференциального уравнения по методике К.К. Пономарева. Сырьем для исследования является шкуры кроликов породы «Белый Великан».

Результаты и обсуждение

Блок схема базовых СВЧ установок содержит в основном семь элементов:

– источник питания, обеспечивающий преобразование сетевого напряжения в высоковольтное напряжение, необходимое для работы магнетрона (высоковольтный выпрямитель или повышающий трансформатор с регулятором напряжения, и устройство для питания накала и др.);

– СВЧ генератор, преобразующий мощность сетевой частоты в мощность СВЧ диапазона;

– линии передачи и устройство ввода СВЧ энергии в резонаторную камеру;

– электродинамическая система резонаторной камеры, обеспечивающая заданное распределение СВЧ энергии в ее объеме;

– вспомогательные элементы, способствующие достижению равномерного нагрева сырья;

– устройства для предотвращения утечки СВЧ энергии из установки в окружающее пространство; пульт управления [8].

Известно, что для электромагнитных волн сантиметрового диапазона в качестве колебательной системы используют объемные резонаторы. Геометрическую форму и тип колебаний выбирают исходя из технологичности изготовления резонатора, возможности настройки, получения максимальной добротности и желаемой конфигурации поля. При этом элемент связи (штырь) следует размещать параллельно линиям электрического поля, там, где максимальная напряженность [8].

Нами разрабатываются резонаторные камеры, обеспечивающие непрерывность технологического процесса, высокую напряженность электрического поля при равномерном распределении сверхвысокочастотной энергии в ее объеме и высокую собственную добротность [1–3, 5].

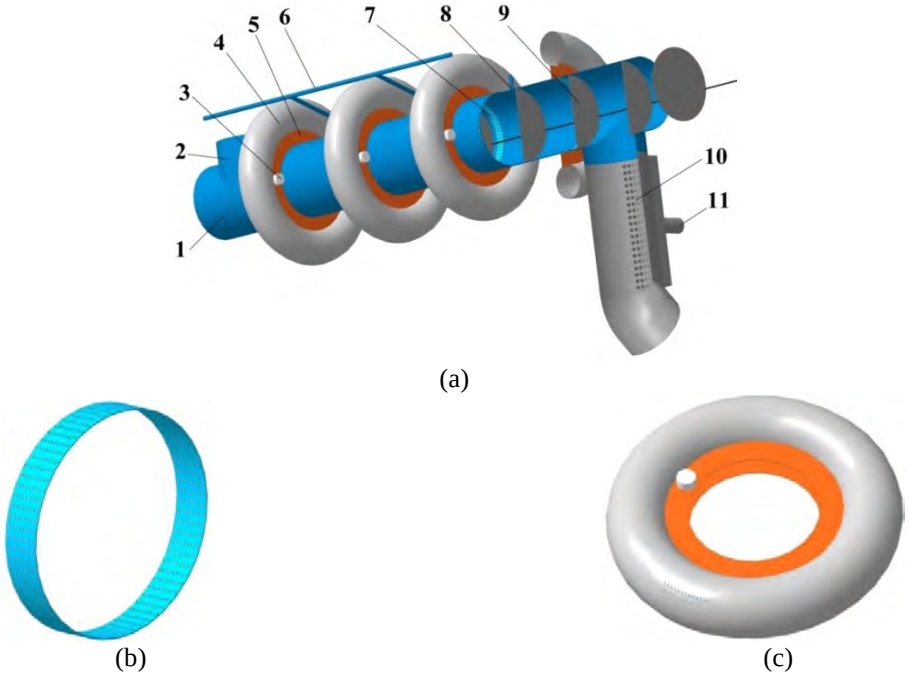
При этом необходимо выявить динамику процесса с учетом изменения во времени диэлектрических и теплофизических параметров сырья, рассчитать конфигурацию и размеры объемного резонатора в соответствии с длиной волны и критической напряженностью электрического поля, определить количество источников и их расположение в рабочей камере.

Предлагаемая нами технология сбора пуха происходит за счет ослабления силы удерживаемости волосяного покрова в дерме кожи, в процессе передвижения шкуры с помощью тросо-шайбового транспортера, через тороидальный резонатор СВЧ установки. Распаренная шкура рассолом в ЭМПСВЧ создает такие условия, что происходит смягчение кожи, расширение пор, быстрое разрушение волосяных луковичек и освобождение волос.

Поэтому СВЧ установку проектируем с тороидальными резонаторами, где источник СВЧ энергии (излучатель) расположен в центральной части, выполненной в виде параллельно расположенных плоских колец, на расстоянии больше чем четверть длины волны, а средний периметр тороидальной части резонатора равен кратной половине длины волны. Такое исполнение обеспечит бегущую волну и высокую напряженность электрического поля.

Известно, что тороидальный резонатор и кольцевой резонатор – это резонаторы бегущей волны [8]. Условием резонанса в тороидальном резонаторе будет равенство фаз первичной волны и волны, которая обошла резонатор по периметру кольца, т. е., периметр кольца должен быть равен целому числу длин волн. Тогда в резонаторе устанавливается режим бегущей волны [6].

Основные узлы СВЧ установки (рисунок 1) расположены на монтажном каркасе. Это пневмонасос, шкаф управления, электродвигатель привода тросо-шайбового транспортера. Направляющая труба *1* для тросо-шайбового транспортера установлена под наклоном. Она собрана из отдельных труб из неферромагнитного материала и муфт *7*, выполненных из диэлектрического материала и они перфорированы. Внутри направляющей трубы расположен тросо-шайбовый транспортер *9*. На направляющую трубусоосно надеты тороидальные резонаторы *4* круглого сечения через равные промежутки. Каждый тороидальный резонатор выполнен из двух частей: тороидальной и центральной части *5*. Причем нижняя часть тора перфорирована, а к центральной части *5* тороидального резонатора установлен магнетрон *3*, так, что излучатель направлен внутрь перфорированной муфты *7*. Центральная часть *5* каждого тороидального резонатора *4* выполнена в виде параллельно установленных плоских колец. Расстояние между кольцами должно быть больше, чем четверть длины волны для возбуждения волны и обеспечения высокой напряженности электрического поля, при которой происходит обеззараживания сырья при многократном воздействии ЭМПСВЧ. Необходимо также обеспечить отношение продолжительности воздействия ЭМПСВЧ к продолжительности цикла технологического процесса (скважность) меньше 0,5. Диэлектрическая перфорированная муфта *7* состыкована между трубами из неферромагнитного материала, соосно. К трубам присоединены распылители рассола *8*. Средний периметр тороидального резонатора равен кратной половине длины волны. К диэлектрическому тросу прикреплены диэлектрические шайбы *9*, с ее периферийной стороны. По концам направляющей трубы *1* имеются патрубки: загрузочный *2* и выгрузной *10*. К выгрузному патрубку прикреплен пневмопровод, с перфорированной стороны.



(a)

(b)

(c)

Рисунок 1. СВЧ установка с тороидальными резонаторами для отделения волосяного покрова от кожи шкур кроликов в процессе распыления рассола: (a) общий вид в разрезе; (b) диэлектрическая перфорированная муфта; (c) тороидальный резонатор; 1 – направляющая труба тросо-шайбового транспортера; 2 – загрузочный патрубок; 3 – магнетроны; 4 – тороидальные резонаторы; 5 – центральная часть тороидального резонатора; 6 – трубопровод для подачи рассола; 7 – муфты перфорированные, диэлектрические; 8 – распылители рассола; 9 – тросо-шайбовый транспортер, диэлектрический; 10 – выгрузной патрубок перфорированный; 11 – пневмопровод

Figure1.Microwave setup with toroidal resonators for separating hair from skin skins of rabbits in the process of spraying brine: (a) General view; (b) a perforated dielectric coupler; (c) a toroidal resonator; 1 – guide tube crochet-washer conveyor; 2 – loading branch pipe; 3 – magnetron; 4 – toroidal resonators; 5 – the Central part of the toroidal resonator; 6 – pipe for supplying the brine; 7 – clutch perforated, dielectric; 8 – spray brine; 9 – crochet-washer carrier with a dielectric; 10 – unloading perforated pipe; 11 – pneumatic conduit

*Технологический процесс*сбора волосяного покрова со шкур кроликов в СВЧ установке, обеспечивающей ослабление силы удерживаемости волосяного покрова в волосяных луковицах, за счет избирательного нагрева составляющих шкуры в процессе распыления рассола, происходит следующим образом.

Включить электродвигатель привода тросошайбового транспортера *9*, после чего тяговый орган шайбового транспортера перемещается в трубе *1*. Включить насос для подачи рассола через трубопровод *6* к распылителям рассола *8*. Загрузить в процессе движения шайб шкуры кроликов через загрузочный патрубок *2* в направляющую трубу *1*. Включить СВЧ генераторы (магнетроны *3*) по мере оказания сырья в соответствующих тороидальных резонаторах *4,5*. Сырье распыленным рассолом подвергается многократному воздействию ЭМПСВЧ, избирательно нагревается, распаривается, и происходит полное разрыхление слоя эпидермиса. При этом ослабляется сила удерживаемости волосяного покрова в дерме кожи. Пух в процессе распаривания в рассоле легко выдергивается из волосяной луковицы. Остатки рассола стекают через перфорированные диэлектрические муфты *7* и перфорацию *6* торов в специальный поддон. В центральной части *5* тороидального резонатора образуется электрическое поле высокой напряженности, обеспечивающей обеззараживания волосяного покрова. Отделенный от дермы волосяной покров при незначительном давлении высасывается с помощью пневмонасоса через пневмопровод *11*, установленный в конце выгрузного патрубка *10*, где имеется перфорация. При этом сохраняются прочностные свойства волосяного покрова.

Производительность установки зависит от количества СВЧ генераторов и их мощности, от продолжительности нахождения шкуры в резонаторной камере, вида и размера шкур, от концентрации солевого раствора, и от удельной дозы воздействия ЭМПСВЧ.

Для определения закономерности отделения волосяного покрова со шкуры кроликов составлены дифференциальные уравнения по методике К.К. Пономарева [7]. Для этогосчитаем что шкура А под воздействием ЭМСВЧ и рассола распадается на два вещества Р (волосяной покров) и *Q* (кожу). Скорость образования каждого из этих составляющих пропорциональна количеству неразложенного вещества (шкуры). Пусть у и х – это масса волосяного покрова (Р) и кожи (*Q*), образовавшиеся к моменту *t*. Известно, что масса шкуры кролика составляет 400–450 г., а масса волосяного покрова – в пределахот 150до 250 г.

Предварительные эксперименты показывают, что из одной шкуры кролика «Белый Великан» за 450 секунд обработки в ЭМПСВЧ отделяется пух в пределах180 г., если температура нагрева вымоченной рассолом кожи достигает 62 °С, если рабочая камера содержит один генератор. В случае использования трех генераторов продолжительность обработки составит 150 с.

Определяем выражения, описывающие изменения массы отделенного от мездры волосяного покрова в процессе воздействия ЭМПСВЧ. Считаем, что в начальный момент х = 0, у = 0, а через t = 150 с, $x=\frac{5\cdot c}{10}$, $y=\frac{2\cdot c}{5}$, где с – первоначальная масса вещества *A*.

В момент t скорости образования пуха *P* и кожи *Q* будут [7]:

$$\left.\begin{aligned}\frac{dx}{dt}&=k_1(c-x-y),\\ \frac{dy}{dt}&=k_2(c-x-y),\end{aligned}\right\} \qquad (1)$$

К этому моменту масса неразложившегося еще вещества *A* равно с – х – у.

Дифференцируя (1), получим:

$$\frac{d^2x}{dt^2}=-k_1\cdot\left(\frac{dx}{dt}+\frac{dy}{dt}\right) \qquad (2)$$

Подставляя в уравнение (2) значение $\frac{dy}{dt}$ из второго уравнения системы (1), получим:

$$\frac{d^2x}{dt^2}=-k_1\cdot\left[\frac{dx}{dt}+k_2\cdot(c-x-y)\right]. \qquad (3)$$

Исключая значение уиз уравнения (3) и первого уравнения системы (1), находим:

$$\frac{d^2x}{dt^2}+(k_1+k_2)\frac{dx}{dt}=0. \qquad (4)$$

Уравнение (4) является однородным линейным уравнением 2-го порядка [7]. Общее решение уравнение (4) составляем в виде:

$$x=C_1+C_2\cdot e^{-(k_1+k_2)\cdot t}. \qquad (5)$$

Далее подставляем х и $\frac{dx}{dt}$ в первое уравнение системы и решаем его относительно у, после чего получим решение системы:

$$\left.\begin{aligned}x&=C_1+C_2\cdot e^{-(k_1+k_2)\cdot t},\\ y&=c+\frac{k_2}{k_1}\cdot C_2\cdot e^{-(k_1+k_2)\cdot t}-C_1,\end{aligned}\right\} \qquad (6)$$

Используя начальное условия: при t = 0, x = 0 и y = 0, определим C_1 и C_2. Далее получим выражения, описывающие графики изменения величин x и y в процессе обработки шкуры в СВЧ установке, т. е. накопления отделенного от дермы волосяного покрова:

$$\left.\begin{aligned} C_1 &= \frac{k_1 \cdot c}{k_1 + k_2}, \\ C_2 &= -\frac{k_1 \cdot c}{k_1 + k_2}. \end{aligned}\right\}, \qquad (7)$$

$$\left.\begin{aligned} x &= \frac{k_1 \cdot c}{k_1 + k_2} \cdot \left[1 - e^{-(k_1+k_2)\cdot t}\right], \\ y &= -\frac{k_2 \cdot c}{k_1 + k_2} \cdot \left[1 - e^{-(k_1+k_2)\cdot t}\right]. \end{aligned}\right\} \qquad (8)$$

Коэффициенты k_1 и k_2 вычислим из предварительного эксперимента: при t = 150 с, $x = \frac{4 \cdot c}{10}$, $y = \frac{2 \cdot c}{5}$. $k_1 = 0{,}01$, $k_2 = 0{,}0068$, $k_1 + k_2 = 0{,}0168$.

Подставляя эти значения в равенство (8), находим выражения, описывающие скорость отделение волосяного покрова (y) от кожи шкуры кролика

$$\left.\begin{aligned} x &= 0{,}6 \cdot c \cdot (1 - e^{-\,0{,}0168 \cdot t}), \\ y &= 0{,}4 \cdot c \cdot (1 - e^{-0{,}0168 \cdot t}), \end{aligned}\right\} \qquad (9)$$

гдеt – продолжительность обработки шкуры в ЭМПСВЧ, с;c – масса исходной шкуры, г.

График изменения массы отделенного волосяного покрова в процессе воздействия ЭМПСВЧ на шкуру кролика, показан на рисунке 2. Накопление массы пуха в процессевоздействия ЭМПСВЧ происходит по экспоненте. В течение 2,5 мин с каждой шкуры кролика можно собрать волосяной покров в пределах160 г., если удельная мощность генератора составляет 5 Вт/г., т. е. при дозе воздействия 750 Вт×с/г.

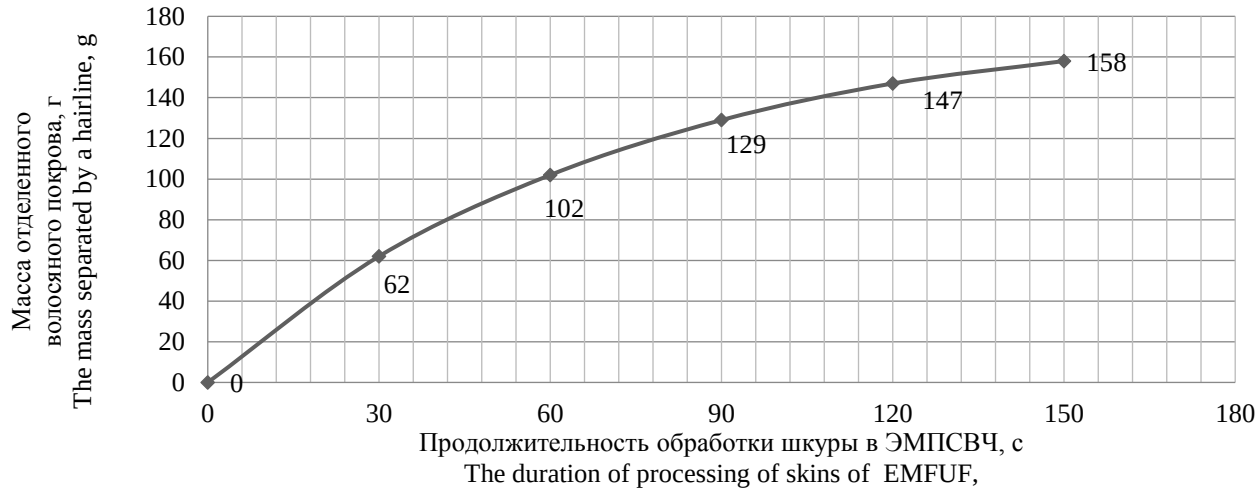


Рисунок 2. График изменения массы отделенного волосяного покрова в процессе воздействия ЭМПСВЧ на шкуру кролика

Figure 2. Plot of mass separated by a hairline in the process of the impact of EMFUF on the skin of a rabbit

Заключение

1. Разработана научная идея, предусматривающая тепловую обработку шкуры кроликов многократным воздействием ЭМПСВЧ в тороидальных перфорированных резонаторах в непрерывном режиме.

2. Предложен нетрадиционный подход к конструкционному исполнению резонаторных камер СВЧ установок с маломощными магнетронами, обеспечивающих многократное воздействие ЭМПСВЧ на сырье для снижения его микробиологической обсемененности.

3. Доказана перспективность предложенных технических решений и способов воздействия ЭМПСВЧ на шкуры кроликов в непрерывном режиме, основываясь на обоснованные параметры электродинамической системы СВЧ-установок с тороидальными резонаторами, имеющими рациональные конструкционно-технологические параметры и режимы работы.

4. . Разработанная установка с тороидальным резонатором обеспечивает получение новых результатов в достижении непрерывности технологического процесса, высокой напряженности электрического поля и собственной добротности резонатора, равномерности нагрева сырья в резонаторе; вариации производительности установки.

5. Представлены предложения по дальнейшему совершенствованию СВЧ установок

для отделения волосяного покрова от шкур кроликов в непрерывном режиме с использованием системы автоматизированного управления и контроля технологическим процессом.

Возможные направления исследований

На основе стратегической программы исследований «СВЧ технологии», утвержденной 17.12.2012 г. Департаментом радиоэлектронной промышленности РФ, активно ведутся работы по созданию СВЧ установок. Тем не менее, анализ новейших разработок ведущих мировых производителей позволяет выявить основные тенденции развития рынка СВЧ установок. Это устройства на основе алмазных структур, обладающих уникальными теплопроводными свойствами и радиогерметичностью.

Поэтому наша научная школа стремится создать широкую гамму объемных резонаторов, обеспечивающих радиогерметичность СВЧ установки при непрерывном технологическом процессе и снизить габаритные размеры, расширить диапазон рабочих частот, повысить стабильность режимных параметров в процессе эксплуатации.

ЛИТЕРАТУРА

1 Белова М.В. Конструктивные особенности резонаторов сверхвысокочастотных установок для термообработки сырья в поточном режиме // Вестник Казанского государственного аграрного университета. Казань. 2015. № 4 (38). С. 31–37.

2 Жданкин Г.В., Новикова Г.В., Михайлова О.В. Разработка сверхвысокочастотной установки с передвижными резонаторами // Вестник НГИЭИ. 2017. № 2 (69). С. 61–71.

3 Жданкин Г.В., Сторчевой В.Ф., Зиганшин Б.Г. Новикова Г.В. Разработка и обоснование параметров многоярусной сверхвысокочастотной установки для термообработки влажного сырья в непрерывном // Научная жизнь. 2017. № 4. С. 4–14.

4 Ивашов В.И. Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности. М.: Колос, 2001. 552 с.

5 Новикова Г.В., Жданкин Г.В., Михайлова О.В. Анализ разработанных сверхвысокочастотных установок для термообработки сырья // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2016. 4 (42). С. 89–93.

6 Пат. № 2629159 РФ, МПК A 23 N17/00. Сверхвысокочастотная установка с тороидальным резонатором и с ячеистым ротором для термообработки сырья / А.А. Белов, Г.В. Жданкин, Г.В. Новикова, О.В. Михайлова. Бюл. № 24. Заявл. 15.08.2016. Опубл. 24.08.2017. 10 с.

7 Пономарев К.К. Составление дифференциальных уравнений. Минск: Высшая школа, 1973. 558 с.

8 Стрекалов А.В. Электромагнитные поля и волны. М.: РИОР: ИНФРА-М, 2014. 375 с.

9 Шамин Е.А., Новикова Г.В., Зиганшин Б.Г. Технологии переработки мехового сырья кроликов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2017. № 3(45). С. 61–67.

10 Шамин Е.А., Зиганшин Б.Г., Новикова Г.В. Разработка микроволновых сушилок для пушно-мехового сырья // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2017. № 3(45). С. 86–90.

11 Комлакций В.И, Логинов С.В. Эффективное кролиководство. Краснодар: КубГАУ, 2013. 224 с.

12 Описание способа снятия пуха для фетрового производства со шкурок кроликов и зайцев. URL: http://www.findpatent.ru/patent/4/40499.html.

13 Способ микробиологической обработки целлюлозосодержащего сырья. URL: http://www.findpatent.ru/patent/3/35319.html.

14 Tao Y.R. Studies on quality rex rabbit fur //World Rabbit Science. 1994. № 2(1). P. 21–24.

15 Petersen A. The influens of feeding on the chemical composition of carcasses and on pelt quality in the castor rex rabbit // World Rabbit Science. 1995. №3(3). P. 141–145.

16 Allain D., Rochambeu H., Vrillon J. The inheritance of wool quantity and live weight in the French Angora rabbit // Animal Science. 1999. № 68. P.441–447.

17 Colin M. Rabbit production in east European countries // World Rabbit Science. 1993. № 1. P. 37–52.

18 Herrmann S., Lange K. Characteristics of angora rabbit fibre //World Rabbit Science. 1996. № 4. P. 155–158.

19 Дерканосова А.А. Анализ перспективы производства отечественных кормовых препаратов // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2012. № 2. С. 194-196.

REFERENCES

1 Belova M.V. Design features of resonators of the microwave installations for heat treatment of raw materials in production mode. *Vestnik KazGAU* [Proceedings of the Kazan state agrarian University] 2015. no 4 (38). pp. 31–37. (I Russian)

2 Zhdankin G.V., Novikova G.V., Mikhailov O.V. the Development of microwave set key with mobile resonators. *Vestnik NGIEI* [Proceedings of NSEEI] 2017. no 2 (69). pp. 61–71.

3 Zhdankin G.V., Storchevoy V.F., Ziganshin B.G., Novikova G.V. Development and substantiation of parameters of multi-tiered microwave installation for thermal treatment of moist raw materials in continuous. *Nauchnaya zhizn'* [Scientific life]2017. no. 4. pp. 4–14. (I Russian)

4 Ivashov V.I. Tekhnologicheskoe oborudovanie [Technological equipment of enterprises of the meat industry] Moscow, Kolos, 2001. 552 p. (in Russian)

5 Novikova G.V., Zhdankin G.V., Mikhailov O.V. Analysis of the developed sverkhvysokochastotnoi installations for heat treatment of materials. *Vestnik KazGAU* [Proceedings of the Kazan state agrarian University] 2016. no 4 (42). pp. 89–93. (in Russian)

6 Belov A.A., Zhdankin G.V., Novikova G.V., Mikhailov O.V. Sverkhvysokochstotnaya ustanovka s toroidal'nym rezonatorom [Microwave installation with toroidaling a resonator with honeycomb rotor for heat treatment of raw materials] Patent RF, no. 2629159, 10 p. (in Russian).

7 Ponomarev K.K. Sostavlenie differentsial'nykh uravnenii [Preparation of differential equations] Minsk, Higher school, 1973. 558 p. (in Russian)

8 Strekalov A.V. Elektromagnitnye polya I volny [Electromagnetic fields and waves] Moscow, RIOR, INFRA-M, 2014. 375 p. (in Russian)

9 Shamin A.E., Novikova G.V., Ziganshin B.G. Technology of processing fur raw material. *Vestnik KazGAU* [Proceedings of the Kazan state agrarian University] 2017. no 3(45). pp. 61–67. (in Russian)

10 Shamin A.E., Ziganshin B.G., Novikova G.V. Development of microwave dryer for fur raw materials. *Vestnik KazGAU* [Proceedings of the Kazan state agrarian University] 2017. no 3(45). pp. 86–90.

11 Komlatskii V.I, Loginov S.V. Effektivnoe krolikoodstvo [Effective rabbit breeding. – Krasnodar] Krasnodar, Kubsau, 2013. 224 p.

12 Opisanie sposoba snyatiya pukha [Description of the method for removing fluff for felt production from skins of rabbits and hares] Available at: http://www.findpatent.ru/patent/4/40499.html. (in Russian)

13 Sposob mikrobiologicheskoi obrabotki [Method of microbiological treatment of cellulose-containing raw materials] http://www.findpatent.ru/patent/3/35319.html. (in Russian)

14 Tao Y.R. Studies on quality rex rabbit fur. World Rabbit Science. 1994. no. 2(1). pp. 21–24.

15 Petersen A. The influens of feeding on the chemical composition of carcasses and on pelt quality in the castor rex rabbit. World Rabbit Science. 1995. no. 3(3). pp. 141–145.

16 Allain D., Rochambeu H., Vrillon J. The inheritance of wool quantity and live weight in the French Angora rabbit. Animal Science. 1999. no. 68. pp. 441–447.

17 Colin M. Rabbit production in east European countries. World Rabbit Science. 1993. no. 1. pp. 37–52.

18 Herrmann S., Lange K. Characteristics of angora rabbit fibre. World Rabbit Science. 1996. no. 4. pp. 155–158.

19 Derkanosova A.A. Analysis of the prospects of production of domestic feed preparations. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2012. no. 2. pp. 194–196. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Евгений А. Шамин к.э.н., доцент, и.о. директора филиала «Институт пищевых технологий и дизайна», Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, ул. Октябрьская, 22, г. Княгинино, 606340, Россия, evg.shamin4@gmail.com

Галина В. Новикова д.т.н., профессор, главный научный сотрудник, Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, ул. Октябрьская, 22, г. Княгинино, 606340, Россия, NovikovaGalinaV@yandex.ru

Марьяна В. Белова д.т.н., научный сотрудник, Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, ул. Октябрьская, 22, г. Княгинино, 606340, Россия, maryana_belova_803@mail.ru

Ольга В. Михайлова д.т.н., профессор, кафедра инфокоммуникационных технологий и систем связи, Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, ул. Октябрьская, 22, г. Княгинино, 606340, Россия, ds17823@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Евгений А. Шамин предложил методику проведения экспериментов и организовал проведения предварительных исследований на базе кролиководческого хозяйства.

Галина В. Новикова предложила конструкционное исполнение установки и ее описание, несет ответственность за плагиат.

Марьяна В. Белова провела обзор литературных источников по исследуемой проблеме.

Ольга В. Михайлова выполнила расчеты по обоснованию параметров резонаторной камеры сверхвысокочастотной установки, корректировала рукопись.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 19.01.2018

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 19.02.2018

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Evgene A. Shamin Cand. Sci. (Econ.), associate professor, acting Director of branch "Institute of food technologies and design", Nizhny Novgorod state engineering-economic University, Oktyabrskaya, 22, Knyaginino, Nizhny Novgorod region, 606340, Russia, evg.shamin4@gmail.com

Galina V. Novikova Dr. Sci. (Engin.), professor, lead researcher, Nizhny Novgorod state engineering-economic University, Oktyabrskaya, 22, Knyaginino, Nizhny Novgorod region, 606340, Russia, NovikovaGalinaV@yandex.ru

Mariana V. Belova Dr. Sci. (Engin.),, researcher, Nizhny Novgorod state engineering-economic University, Oktyabrskaya, 22, Knyaginino, Nizhny Novgorod region, 606340, Russia, maryana_belova_803@mail.ru

Olga V. Mikhailova Dr. Sci. (Engin.),, professor, infocommunication technologies and communication systems department, Nizhny Novgorod state engineering-economic University, Oktyabrskaya, 22, Knyaginino, Nizhny Novgorod region, 606340, Russia, ds17823@yandex.ru

CONTRIBUTION

Evgene A. Shamin proposed a method for carrying out experiments and organized the preliminary research based on rabbit farms.

Galina V. Novikova proposed construction installation and describedit, is responsible for the plagiarism.

Mariana V. Belova conducted a review of the literature on an investigated problem.

Olga V. Mikhailova performed calculations on the substantiation of parameters of the resonator chamber microwave installation, corrected the manuscript.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 1.19.2018

ACCEPTED 2.19.2018

Оригинальнаястатья/Original article

УДК 663.66-9

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-50-54

Исследование процесса фильтрования морской воды насыпными фильтрами с применением вибрации

Александра И. Крикун [1] aleksa13@list.ru
Сергей Д. Руднев [2] sdrudnev@yandex.ru

[1] Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, ул. Луговая, 52Б, г. Владивосток, 690087, Россия
[2] Кемеровский государственный университет, ул. Красная, 6, г. Кемерово, 650000, Россия

Реферат. Для очистки технологической воды от примесей на рыбоперерабатывающих предприятиях в настоящее время используется большое количество фильтрующих устройств, отличающихся своими конструктивными параметрами (сетчатые, тканые, дисковые и др.). Однако на практике, данные фильтрующие устройства, в основном применяются в качестве первой ступени водоочистки, поскольку не способны обеспечить достаточного качества фильтрата. Наиболее результативными, как показывают многочисленные исследования ученых нашей страны и мира, являются насыпные зернистые фильтры. К их основным достоинствам перед другими устройствами аналогичного назначения относятся: имеют простую и надежную конструкцию; устойчивы к агрессивным условиям эксплуатации; способны эффективно очищать морскую воду от механических примесей при относительно небольшом давлении; наиболее экономичны; имеют фильтрующую загрузку способную длительное время работать без регенерации (ориентировочный срок эксплуатации одной зернистой загрузки составляет от 3 до 5 лет) и др. В данной статье было исследовано влияние вибрационных воздействий на процесс фильтрования морской воды в спроектированной и изготовленной фильтровальной установке с насыпными зернистыми материалами природного и искусственного происхождения, конструкция которой защищена двумя патентами на полезную модель. Представлены результаты исследования, выявляющие степень влияния интенсивности вибрации перфорированной разделительной перегородки на состояние насыпных зернистых материалов, расположенных на ней (сегрегация по крупности, послойная виброукладка, уплотнение или разрыхление слоя сыпучей среды). Экспериментально установлены зависимости пропускной способности фильтрующей установки от амплитуды, частоты и коэффициента интенсивности вибрации, позволившие установить рациональные параметры вибрации перфорированной перегородки, при которых происходитуплотнениефильтрующего слоя, сокращается порозность загрузки, не происходит срыв осадка в фильтрат.

Ключевые слова: исследование, морская вода, технологические нужды, фильтрование, насыпные фильтры, вибрация, интенсивность, рациональные параметры

Research of process of filtration of salt water by bulk filters with the use of vibration

Aleksandra I. Krikun [1] aleksa13@list.ru
Sergei D. Rudnev [2] sdrudnev@yandex.ru

[1] Far eastern state technical fishery university, Lugovaya str., 52B, Vladivostok, 690087, Russia
[2] Kemerovo state university, Krasnaya str., 6, Kemerovo, 650000, Russia

Summary. For the purification of process water from impurities at fish processing plants, a large number of filtering devices are currently used, differing in their design parameters (mesh, woven, disco, etc.). However, in practice, these filtering devices are mainly used as the first stage of water treatment, since they can not provide sufficient quality of the filtrate. The most effective, as numerous studies of scientists of our country and the world show, are bulk granular filters. Their main advantages over other devices of similar designation are: they have a simple and reliable design; resistant to aggressive operating conditions; they are capable of effectively purifying seawater from mechanical impurities at relatively low pressure; most economical; have a filtering load capable of a long time to work without regeneration (the approximate service life of a grain-loading is 3 to 5 years) etc. In this article, the influence of vibration effects on the filtration of sea water in a designed and fabricated filter unit with bulk granular materials of natural and artificial origin, the design of which is protected by two patents for the utility model. The results of the study are presented, revealing the degree of influence of the intensity of vibration of the perforated partitioning wall on the state of bulk granular materials located on it (segregation by size, stratified vibro-packing, compacting or loosening of a layer of granular material). The dependences of the capacity of the filtration unit on the amplitude, frequency and the vibration intensity factor have been experimentally established, which made it possible to establish rational vibration parameters of the perforated septum, under which the filtering layer becomes denser, the porosity of the loading decreases, and the precipitate does not break into the filtrate.

Keywords: research, sea water, technological needs, filtration, bulk filters, vibration, intensity, rational parameters

Введение

Функционирование береговых рыбоперерабатывающих предприятий невозможно без использования морской воды в технологических операциях при мойке и разделке рыбы. Целесообразность применения воды, взятой из естественной среды обитания объектов переработки, обоснована не только экономическими соображениями, но и с позиций сохранения естественного вкуса продукции. Любая водоподготовка начинается с процесса очистки от механических загрязнений – фильтрования. Количество воды, используемой для технологических целей по оценкам [3] составляет от 6,7 до 14,5 м^3/т. Такие объемы использования представляют проблему совершенствования процесса фильтрования морской воды актуальной.

Для цитирования

Крикун А.И., Руднев С.Д. Исследование процесса фильтрования морской воды насыпными фильтрами с применением вибрации // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 1. С. 50–54. doi:10.20914/2310-1202-2018-1-50-54

For citation

Krikun A.I., Rudnev S.D. Research of process of filtration of salt water by bulk filters with the use of vibration. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 1. pp. 50–54. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-1-50-54

Литературный обзор по гидродинамическим процессам показал, что вибрационные воздействия ускоряют и улучшают технологические свойства технических систем. Это подтверждено исследованиями ведущих ученых в области вибрации в технике, таких как И.И. Блехман, Л.И. Блехман, А.Б. Лисицын, И.Ф. Гончаревичи др. [4–8].

В частности, при вибрации сосуда с жидкостью, в которой размещен сыпучий материал, более плотный, чем жидкость, наблюдаются своеобразные нелинейные эффекты, такие, как засасывание пузырьков газа вглубь сосуда и наоборот, всплывание тел более тяжёлых, чем жидкость [8–11]. Проявляется «аномальное» поведение полидисперсной сыпучей среды в жидкости: она эволюционирует к состояниям, соответствующим максимальным или близким к ним значениям потенциальной энергии. При определенных значениях интенсивности вибрации происходит сегрегация частиц по размерам. Тяжелые крупные частицы перемещаются в верхние слои, тогда как «мелочь» формирует уплотненный слой в нижней части. Эти и подобные явления рассматривались во многих публикациях, принадлежащих, в том числе, выдающимся учёным [4–20]. Настоящая работа развивает и дополняет эти исследования.

Условия всплывания частиц, более плотных, чем жидкость были определены И.И. Блехманом [21]. Если столб жидкости равномерно насыщен пузырьками воздуха, то условием всплывания частицы, лежащей на дне сосуда, является неравенство (1):

$$\frac{1}{2}\frac{\omega^2\kappa}{\omega^2+k_1^2}\cdot\frac{A\omega}{c}\cdot\frac{A\omega^2}{g}tg\frac{H\omega}{c}<-1 \qquad (1)$$

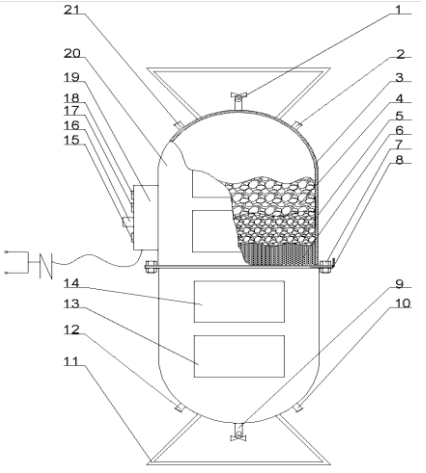
$$k_1 = k/(\rho+\tfrac{1}{2}\rho_0)v,\ \kappa=(\rho-\rho_0)/(\rho+\tfrac{1}{2}\rho_0) \qquad (2)$$

где ω – частота колебаний системы; A – амплитуда колебаний; v – объём частицы, ρ – плотность частицы; ρ_o – плотность среды; g – ускорение силы тяжести; H – высота столба жидкости.

Теоретическое обоснование «всплывания» твердых тел в жидкости под действием вибрации подвигло на решение задачи исследования влияния вибрационных воздействий на процесс фильтрования морской воды насыпными фильтрами.

Объекты и методы исследования

В качестве объекта исследования выступает спроектированная и изготовленная фильтровальная установка, принципиальная схема и общий вид которой представлены на рисунке 1. Перфорированная разделительная перегородка приводится в вибрационное состояние посредством эксцентрикового вибровозбудителя. Его применение обусловлено необходимостью обеспечения постоянной амплитуды колебаний, не зависящих от технологического сопротивления. На решетку засыпались следующие зернистые материалы: биокерамика $(10{,}0 \div 12{,}5)\times10^{-3}$ м, цеолиты $(18{,}0 \div 20{,}0)\times10^{-3}$ м и морской песок $(0{,}7 \div 1{,}0)\times10^{-3}$ м. Перфорированной разделительной перегородке передавалась вибрация с регулируемой амплитудой –от 1 до 5,5 мм, и частотой –от 25 до 55 Гц. Регулирование частоты вибрации перфорированной перегородки эксцентриковым вибропривода обеспечивалась потенциометром, встроенным в пульт управления.



(a)



(b)

Рисунок 1. Фильтрующая установка: (a) принципиальная схема; 1,9 – патрубки подвода и отвода морской воды; 2, 21 – симметричные патрубки отвода промывной воды; 3 – цилиндрический корпус; 4, 5, 6 – слои зернистых материалов; 7 – эксцентриковые вибромоторы; 8 – уплотнитель; 10, 12 – симметричные патрубки подвода промывной воды; 11 – подставка; 13, 20 – нижний и верхний резервуары; 14 – смотровые окна; 15, 16 – кнопки пуска и остановки; 17 – потенциометр; 18 – кнопка включения освещения; 19 – пульт управления; (b) общий вид

Figure 1.Filtration unit: (a) a schematic diagram; 1, 9 – pipes for supply and removal of sea water; 2, 21 – symmetric branch pipes of the rinse water outlet; 3 – cylindrical body; 4, 5,6 – layers of granular materials; 7 – eccentric vibration motors; 8 – the sealant; 10, 12 – symmetrical connections of the wash water supply; 11 – stand; 13, 20 – lower and upper tanks; 14 – observation windows; 15, 16 – start and stop buttons; 17 – potentiometer; 18 – light switch; 19 – control panel; (b) main view

Состояние слоя сыпучей среды наблюдалось визуально. При малых значениях интенсивности вибрации происходила сегрегация по крупности и послойная виброукладка зернистого материала по размерным фракциям (крупные – сверху, мелкие – снизу) [3]. Затем интенсивность вибрации снижали, происходило уплотнение слоя сыпучей среды. Далее проводили фильтрование морской воды через полученный слой.

В соответствии с действующими стандартами [22–25] амплитуда и частота колебаний разделительной перфорированной перегородки определялись при помощи портативного виброметра с памятьюPCE-VT 2800 и прибором Вибротест-МГ4.01.

Результаты и их обсуждение

На рисунках 2–4 представлены зависимости пропускной способности фильтрующего устройства от амплитуды (A, м), частоты вибрации (f, Гц) и коэффициента интенсивности вибрации (λ).

Анализ кривых, а также данных, полученные при эксплуатации фильтрующей установки [3], позволили установить параметры вибрации перфорированной перегородки, при которых происходитуплотнениефильтрующего слоя, сокращается порозность загрузки, не происходит срыв осадка в фильтрат (на графиках отмечен – I): амплитуда колебаний – $A = (1 \div 2{,}5)\times10^{-3}$ м, частота колебаний – $f = 25 \div 35$ Гц. При амплитуде колебаний – $A \geq 3{,}1\times10^{-3}$ м, частоте колебаний – $f \geq 39$ Гц происходит разрыхление фильтрующего слоя и срыв осадка в фильтрат (критические показатели выделены – III, пороговые – II) [3].

В результате были получены следующие данные:

при $A = (1 \div 2{,}5)\times10^{-3}$ м,$f = 25 \div 35$ Гц: $a = 62{,}5\times10^{-2} \div 3{,}06$ м/с^2, $\lambda = (6{,}37 \div 31{,}2)\times10^{-2}$;

при $A = (2{,}6 \div 3{,}0)\times10^{-3}$ м, $f = 36 \div 38$ Гц: $a = 3{,}37 \div 4{,}33$ м/с^2, $\lambda = (34{,}35 \div 44{,}16)\times10^{-2}$;

при $A = (3{,}1 \div 5{,}1)\times10^{-3}$ м, $f = 39 \div 50$ Гц:$a = 4{,}72 \div 12{,}75$; $\lambda = 48{,}06\times10^{-2} \div 1{,}3$.

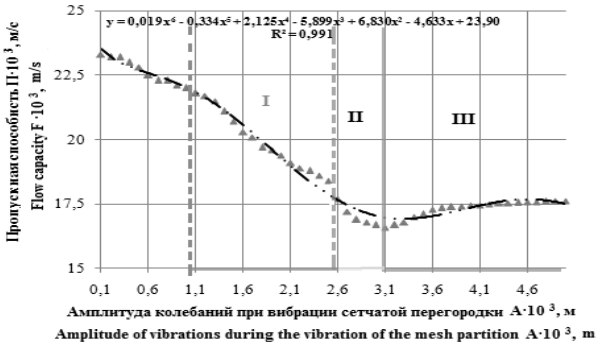


Рисунок 2. Зависимость пропускной способности от амплитуды колебаний

Figure 2. Dependence of throughput on the amplitude of oscillations

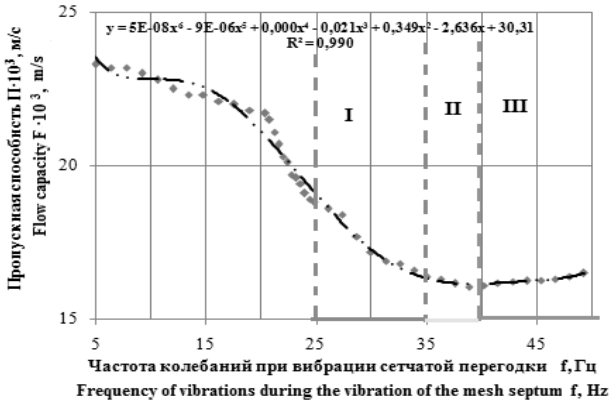


Рисунок 3. Зависимость пропускной способности от частоты колебаний

Figure 3. Dependence of throughput on frequency of oscillations

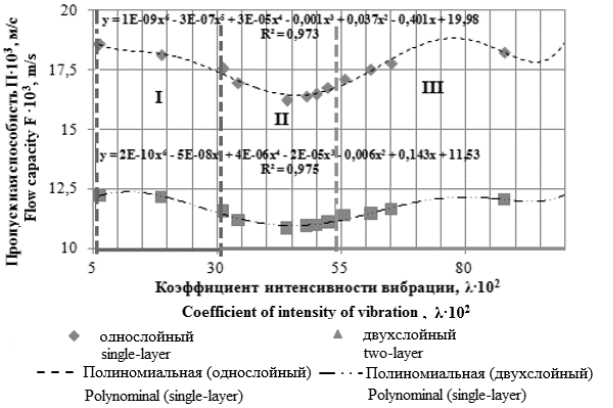


Рисунок 4. Зависимость пропускной способности от коэффициента интенсивности вибрации

Figure 4.Dependence of throughput on the vibration intensity factor

Коэффициент интенсивности вибрации $\lambda < 1$ [4, 5], что подтверждает *режим виброуплотнения*. Установлено, что при коэффициенте интенсивности вибрации, $\lambda = (6{,}37 \div 31{,}2)\times10^{-2}$ (на графике – I), несмотря на незначительное снижение пропускной способности (на 5÷5,5 %), наблюдалось заметное сокращение примесей в фильтрате (на 13,3÷18,6 %), на это могло повлиять *виброуплотнение слоя*, соответственно сокращение порозности фильтрующего материала (качество фильтрата повышалось); при коэффициенте интенсивности вибрации, $\lambda = (31{,}3 \div 44{,}16)\times10^{-2}$ (на графике – II), пропускная способность снижалась до 8,66÷12,7 %, однако наблюдался срыв зерен в фильтрат до 3,5 %, при $\lambda = (44{,}16 \div 48{,}05)\times10^{-2}$ – до 4,7 %; при коэффициенте интенсивности вибрации, $\lambda \leq 48{,}06\times10^{-2}$ (на графике – III), пропускная способность стала возрастать, срыв зерен в фильтрат увеличился до 9,5 %, что снижает качество фильтрата, на это могло повлиять разрыхление слоя и соответственно увеличение порозности [3].

На рисунке 5 представлена зависимость пропускной способности фильтрующего устройства от содержания механических примесей в фильтрате (без вибрации и при вибрации: $A = (1 \div 2{,}5) \times 10^{-3}$ м, $f = 25 \div 35$ Гц). При этом использовались идентичные зернистые материалы, при равной толщине слоя.

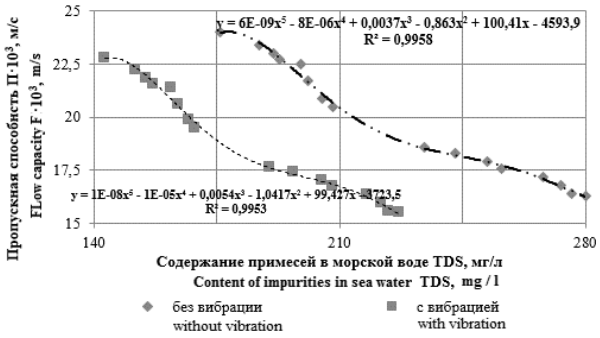


Рисунок 5. График зависимости пропускной способности от содержания примесей (с и без вибрации)

Figure 5. Graph of the dependence of throughput on the content of impurities (with and without vibration)

Заключение

Полученные экспериментальные значения амплитуды и частоты, при которой происходила сегрегация по крупности и послойная виброукладка полидисперсной сыпучей среды в жидкости, соответствуют условию всплывания частицы, лежащей на дне сосуда, представленной формулой [1], что подтверждает теоретическое обоснование, полученное И.И. Блехманом. С практической стороны вопроса анализ экспериментальных данных позволил установить, что при использовании вибрации в формировании насыпного слоя фильтра хоть и наблюдается незначительное уменьшение пропускной способности (≈5%),но количество примесей в фильтрате значительно уменьшается (≈20%), тем самым повышается качество фильтрата. Кроме того, экспериментально установлено, что использование вибрации позволяет ускорить выход фильтрующей загрузки в рабочее состояние.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пат. № 142257, RU, U1 B01D 24/00 (2006.01). Устройство для очистки морской воды / А.И. Фёдорова (Крикун), Д.А. Крикун, С.Д. Угрюмова. №2013149736/05, Опубл. 27.06.2014, Бюлл. № 18.

2. Пат. № 155961,RU, U1 C02F 1/00 (2006/01), B01D 24/12 (2006.01). Устройство для очистки морской воды / А.И. Фёдорова (Крикун), Д.А. Крикун, С.Д. Угрюмова. №2015105583/05, Опубл. 20.10.2015, Бюлл. № 29.

3. Крикун А.И. Совершенствование процесса фильтрования воды на рыбоперерабатывающих предприятиях. Владивосток, 2017. 219 с.

4. Блехман И.И. Вибрационная механика. М.: Физматлит, 1994. 400 с.

5. Блехман И.И., Джанелидзе Г.Ю. Вибрационное перемещение. М.: Наука, 1964. 412 с.

6. Блехман И.И., Блехман Л.И., Васильков В.Б, Индейцев Д.А. и др. О влиянии вибрации на течение жидкости по лотку и сопутствующих нелинейных эффектах // Обогащение руд. 2011. № 4. С. 17–22.

7. Гончаревич И.Ф. Вибрация – нестандартный путь: вибрация в природе и технике. М.: Наука, 1986. 209 с.

8. Лисицын А.Б., Решетов И.В. Исследование диффузионных процессов и технологических свойств свинины при вибрационном посоле // Пищевая промышленность. 2011. №. 1. С. 24–27.

9. Абиев Р.Ш. Резонансная аппаратура для процессов в жидкофазных системах. СПб., 2000. 366 с.

10. Федотовский В.С., Верещагина Т.Н., Дербенёв А.В., Прохоров Ю.П. Теоретическое и экспериментальное исследование особенностей распространения низкочастотных волн давления в жидкости с пузырьками газа //Труды Калужского научного центра. 2005. № 8 (02). С. 88–104.

11. Blekhman I.I. Vibrational Mechanics: A General Approach to Solving Nonlinear Problems. In «Mechanical Vibration: Where do we stand?». New York: Springer, 2006. P. 189–247.

12. King L.V. On the Acoustic Radiation Pressure on Spheres // Proc. Roy. Soc. 1934. V. 147. № 861. P. 212–240.

13. Yosioka K., Kawasima G. Acoustic radiation pressure on compressible spheres //Acustica. 1955. V.5. P. 167–173.

14. Bleich H.H. Effect of vibrations on the motion of small gas bubbles in a liquid // Jet propulsion. 1956. V. 26. № 11. P. 958–963.

15. Зарембо Л.К., Красильников В.А. Введение в нелинейную акустику. М.: Наука, Физматлит, 1966. 520 с.

16. Григорян С.С., Якимов Ю.Л., Апштейн Э.З. Поведение пузырьков воздуха в жидкости при вибрации //Fluiddynamicstransactions. 1967. V.3. P. 713–719.

17. Бэтчелор Г.К. Волны сжатия в суспензии газовых пузырьков в жидкости //Механика. 1968. Т. 109. № 3. С. 65–84.

18. Ганиев Р.Ф.,Украинский Л.Е. Динамика частиц при воздействии вибраций. Киев: Наукова думка, 1975. 168 с.

19. Нигматулин Р.И. Динамика многофазных сред. М.: Наука, 1987. 359 с.

20. Кубенко В.Д, Лакиза В.Д., Павловский В.С. Пелых Н.А. Динамика упругогазожидкостных систем при вибрационных воздействиях. Киев: Наукова Думка, 1988. 256 с.

21. Блехман И.И., Блехман Л.И., Вайсберг Л.А., Васильков В.Б. и др. «Аномальные» явления в жидкости при действии вибрации // Доклады академии наук. Механика. 2008. Т. 422. № 4. С. 470–474.

22. ГОСТ 16819-71. Приборы виброизмерительные. Термины и определения. М.: Стандартинформ, 2010. 8 с.

23. ГОСТ 24346-80. Вибрация. Термины и определения. М.: Стандартинформ, 2010. 28 с.

24. ГОСТ 24347-80. Вибрация. Обозначения и единицы величин. М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1980. 6 с.

25. ГОСТ Р 52545.2-2012 (ИСО 15242-2:2004). Подшипники качения. Методы измерения вибрации. Часть 2. Радиальные и радиально-упорные шариковые подшипники. М.: Стандартинформ, 2013. 16 с.

REFERENCES

1 Fedorova (Krikun) A.I, Krikun D.A., Ugryumova S.D. Ustroistvo dlya ochistki morskoi vody [Device for cleaning sea water] Patent RF, no. 142257, 2014. (in Russian).

2 Fedorova (Krikun) A.I, Krikun D.A., Ugryumova S.D. Ustroistvo dlya ochistki morskoi vody [Device for cleaning sea water] Patent RF, no. 155961, 2015. (in Russian).

3 Krikun A.I. Sovershenstvovanie protsessa fil'trovaniya vody [Perfection of the process of water filtration at fish processing plants] Vladivostok, 2017. 219 p. (in Russian)

4 Blekhman I.I. Vibratsionnaya mekhanika [Vibration mechanics] Moscow, Fizmatlit, 1994. 400 p. (in Russian)

5 Blekhman I.I., Dzhanelidze G.Yu. Vibratsionnoe peremeshcheie [Vibrational movement] Moscow, Nauka, 1964. 412 p. (in Russian)

6 Blekhman I.I., Blekhman L.I., Vasilkov V.B., Indeytsev D.A. et al. On the influence of vibration on the flow of liquid through the tray and the attendant nonlinear effects. *Obogashchenie rud* [Enrichment of Ores] 2011. – no. 4. pp. 17–22. (in Russian)

7 Goncharevich I.F. Vibratsiya – nestandartnyi put' [Vibration is a non-standard way: vibration in nature and technology] Moscow, Nauka, 1986. 209 p. (in Russian)

8 Lisitsyn A.B., Reshetov I.V. Investigation of diffusion processes and technological properties of pork with a vibrating amalgamation. *Pishchevaya promyshlennost'* [The food industry] 2011. no. 1. pp. 24–27. (in Russian)

9 Abiev R.Sh. Rezonansnaya apparatura dlya potsessov [Resonant equipment for processes in liquid-phase systems] Saint-Petersburg, 2000. 366 p. (in Russian)

10 Fedotovsky V.S., Vereshchagina T.N., Derbenev A.V., Prokhorov Yu.P. Theoretical and experimental study of the propagation of low-frequency pressure waves in liquids with gas bubbles. *Trudy Kaluzhskogo nauchnogo tsentra* [Proceedings of the Kaluga Scientific Center] 2005. № 8(02). pp. 88–104. (in Russian)

11 Blekhman I.I. Vibrational Mechanics: A General Approach to Solving Nonlinear Problems. In «Mechanical Vibration: Where do we stand?». New York, Springer, 2006. pp. 189–247.

12 King L.V. On the Acoustic Radiation Pres-sure on Spheres. Proc. Roy. Soc. 1934. vol. 147. no. 861. pp. 212–240.

13 Yosioka K., Kawasima G. Acoustic radiation pressure on the compressible spheres. Acustica. 1955. vol. 5. pp. 167–173.

14 Bleich H.H. Effect of vibrations on the mo –tion of small gas bubbles in a liquid. Jet propulsion. 1956. vol. 26, no. 11. pp. 958–963.

15 Zarembo L., Krasilnikov V. Vvedenie v nelineinuyu akustiku [Introduction to nonlinear acoustics] Moscow, Nauka, Fizmatlit, 1966. 520 p. (in Russian)

16 Grigoryan S.S., Yakimov Yu.L., Apshtein E.Z. Behavior of air bubbles in a fluid during vibration. Fluid dynamics transactions. 1967. vol. 3. pp. 713–719. (in Russian)

17 Batchelor G.K. Compression waves in a suspension of gas bubbles in a liquid. *Mekhanika* [Mechanics] 1968. vol. 109. no. 3. pp. 65–84. (in Russian)

18 Ganiev R.F., Ukrainskii L.E. Dinamika chastits [Dynamics of particles when exposed to vibrations]Kiev. NaukovaDumka, 1975. 168 p. (in Russian)

19 Nigmatulin R.I. Dinamika mnogofaznykh [Dynamics of multiphase media] Moscow, Nauka, 1987. 359 p. (in Russian)

20 Kubenko V.D., Lakiza V.D., Pavlovsky V.S., Pelykh N.A. Dinamika uprugogazozhidkostnykh sisitem [Dynamics of elastic gas and liquid systems under vibrational influences] Kiev, NaukovaDumka, 1988. 256 p. (in Russian)

21 Blekhman I.I., Blekhman L.I., Weisberg L.A., Vasilkov V.B., Yakimova K.S.«Anomalous» phenomena in a fluid under the action of vibration. *Doklady akademii nauk* [Reports of the Academy of Sciences. Mechanics] 2008. vol. 422. no. 4. pp. 470–474. (in Russian)

22 GOST 16819-71. Pribory vibroizmeritel'nye [State standard 16819-71. Vibration measuring instruments. Terms and Definitions] Moscow, Standardinform, 2010. 8 p. (in Russian).

23 GOST 24346-80. Vibratsiya [State standard 24346-80. Vibration. Terms and Definitions] Moscow, Standartinform, 2010. 28 p. (in Russian)

24 GOST 24347-80. Vibratsiya [State standard 24347-80. Vibration. Notation and units of quantities] Moscow, USSR State Committee for Standards, 1980. 6 p. (in Russian).

25 GOST R 52545.2-2012 (ISO 15242–2: 2004). Podshipniki kacheniya [State standard 52545.2-2012. Rolling bearings. Methods for measuring vibration. Part 2 Radial and angular contact ball bearings] Moscow, Standardtinform, 2013. 16 p. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Александра И. Крикун к.т.н., ст. преподаватель, кафедра технологических машин и оборудования, Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, ул. Луговая, 52Б, г. Владивосток, 690087, Россия,aleksa13@list.ru

Сергей Д. Руднев д.т.н., профессор, кафедра машин и аппаратов технологических систем, Кемеровский государственный университет, ул. Красная, 6, г. Кемерово, 650000, Россия, sdrudnev@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Александра И. Крикун обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперимент, написала рукопись, несет ответственность за плагиат

Сергей Д. Руднев консультация в ходе исследования, корректировал рукопись до подачи в редакцию

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 13.12.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 16.01.2018

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Aleksandra I. Krikun Cand. Sci. (Engin.), senior lecturer, technological machines and equipment department, Far eastern state technical fisheries university, Lugovaya Str., 52B, Vladivostok, 690087, Russia,aleksa13@list.ru

Sergei D. Rudnev Dr. Sci. (Engin.), professor, machines and apparatuses of technological systems department, Kemerovo state university, Krasnaya str., 6, Kemerovo, 650000, Russia, sdrudnev@yandex.ru

CONTRIBUTION

Aleksandra I. Krikun review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, wrote the manuscript, is responsible for plagiarism

Sergei D. Rudnev consultation during the study, correct manuscript before filing in editing

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 12.13.2017

ACCEPTED 1.16.2018

Оригинальная статья/Original article

УДК 664.346

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-55-61

Влияние ультразвука на продолжительность процесса выработки кондитерских изделий с белково-жировыми эмульсиями при непрерывном цикле производства

Елена И. Верболоз [1] elenaverboloz@mail.ru
Дмитрий С. Распопов [1] dimasraspopov@mail.ru
Роман Н. Савченко [1] m80@m.ru

[1] Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, пр-т Кронверкский, 49, г Санкт-Петербург, 197101, Россия

Реферат. Применение белково-жировых эмульсий, обработанных ультразвуком и пульсирующим магнитным полем для производствакондитерскихизделий в поле ультразвука ведет к существенному росту их качества, экономии растительных жиров, повышению антипригарных свойств и производительности печей. Известно, что на хлебопекарных предприятиях эмульсии приготавливают по ГОСТ Р 51785-2001 путем механического взбивания ингредиентов. Нами ранее предложен и исследован способ производства пищевых белково-жировых эмульсий повышенной дисперсности и стойкости с применением ультразвукового излучателя и неодимовых магнитов, жестко закрепленных на его концентраторе. Их применение оказало существенное влияние на повышение качественных показателей кондитерских изделий, в частности галет для Арктики. Для этого использовались эмульсия из творожной сыворотки, разбавленной водой 1:7, нерафинированного подсолнечного масла и подсолнечных фосфатидов, составляющая до 17% замешанного теста. Совместное, совпадающее по амплитуде, наложение ультразвука и пульсирующего с его частотой поля магнитов в контактирующем слое диспергируемых жидких ингредиентов заметно увеличивают вязкость и дисперсность получаемых белково-жировых эмульсий по сравнению с чисто ультразвуковым воздействием. При этом выявлен синергизм воздействия ультразвука и магнитного поля на повышение однородности, прочности и устойчивости эмульсии к механическим и температурным воздействиям, ее бактерицидного эффекта, пролонгирующих сроки безопасного использования продукта. Полученные эмульсии менее требовательны к режимам хранения и транспортировки. Уровень производства пьезоэлектрических ультразвуковых установок, как и неодимовых магнитов, их малые размеры и низкое энергопотребление позволяютиспользованиев линии непрерывного приготовления эмульсии для снижения стоимости и повышения качестваизделий хлебопекарных производств.

Ключевые слова: производство в одном аппарате, качество кондитерских изделий, эмульсия, сыворотка, подсолнечные фосфатиды, ультразвуковой излучатель, неодимовые магниты, бактерицидный эффект, минимальные энергозатраты

Influence of ultrasound on duration of producing of confectionery with proteinaceous and fatty emulsions at a continuous cycle of production

Elena I. Verboloz [1] elenaverboloz@mail.ru
Dmitry S. Raspopov [1] dimasraspopov@mail.ru
Roman N. Savchenko [1] m80@m.ru

[1] St. Petersburg national research university of information technologies, mechanics and optics, Kronverkskii av., 49, St. Petersburg, 197101, Russia

Summary.Application of protein-oil emulsions processed by the ultrasound and pulsating magnetic field for the production of pastry in the ultrasound field leads to the significant growth of its quality, economy of vegetable fats, increase of antiadhesivity and efficiency of the ovens. It's known that emulsions are cooked at the baking enterprises according to GOST P 51785-2001 by the way of mechanical beating of ingredients. Earlier we have suggested and studied the way of production of alimentary protein-oil emulsions of increased dispersion and stability with application of ultrasound radiator and neodymium magnets, stiffly fixed on its thickener(1). Their application had significant influence on the increase of quality indices of the pasty, hard tack for Arctic. For this, there were used emulsion of curd whey, diluted with water 1:7, unrefined sunflower oil and sunflower phosphatides amounting up to 17% of kneaded dough. Combined, coinciding by amplitude, imposition of the ultrasound and magnet field pulsing with its frequency in the contact layer of the dispersed liquid ingredients, notably increase viscosity and dispersity of the obtained protein-oil emulsions in comparison to just ultrasound influence. At the same time, there was revealed synergism of influence of the ultrasound and magnetic field on the increase of homogeneity, strength andresistance of emulsion to the mechanical and temperature impacts, its bactericidal effect, prolonging the terms of safe use of the product. Obtained emulsions are less demanding to the modes of storage and transportation. The level of production of piezoelectric ultrasound installations as well as neodymium magnets, their small sizes and low power consumption allow using of continuous preparation of emulsion in the line for the decrease of cost and increase of quality of the items of baking enterprises. Of special note is that we have proved experimentally an additional influenceof ultrasound in the volume of oven on the twofold reduction of time spent on the proofing, baking and cooling of pastry with developed emulsion that is economically proved for the combining and automation of all processes in one device. The main attention in the experiment is paid to the maintaining of equal temperature and humidity conditions for production processes of pastry preparation with continuous imposition of ultrasound and without it. At the same time, it was revealed that necessary temperature in the center of hard tacks "Arktika" with use of protein-oil emulsions in all processes was achieved 25-30% earlier under the influence of ultrasound. The items are characterized by the increased yield and even, darker color of refined crust.

Keywords:production in one device, quality of pastry, emulsion, whey, sunflower phosphatides, ultrasound radiator, neodymium magnets, bactericidal effect, minimal power inputs

Для цитирования

Верболоз Е.И., Распопов Д.С., Савченко Р.Н. Влияние ультразвука на продолжительность процесса выработки кондитерских изделий с белково-жировыми эмульсиями при непрерывном цикле производства // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 1. С. 55–61. doi:10.20914/2310-1202-2018-1-55-61

For citation

Verboloz E.I., Raspopov D.S., Savchenko R.N. Influence of ultrasound on duration of producing of confectionery with proteinaceous and fatty emulsions at a continuous cycle of production. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 1. pp. 55–61. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-1-55-61

Введение

В технологиях продуктов питания, в частности выпечки, применение ультразвука-привлекает все возрастающее внимание их производителей и число публикаций в патентной и научной литературе ежегодно растет [1–3]. В Вологодской области применена технология ускоренного получения жироводных эмульсий акустокавитационным методом для хлебопекарного производства [8]. При этом обнаружены преимущества от использования таких эмульсий при выпечке хлеба, а именно возрослидлительность их хранения, увеличен срок нечерствения, улучшен мякиш. Обнаружена экономия до 90% растительного масла при смазывании форм. Применение эмульсий в качестве составной части рецептуры хлеба позволяет экономить более 10% растительного масла при обеспечении сбалансированной пищевой ценности продукта [3, 5]. Использование этой технологии также официально разрешено Росстандартом, Институтом питания РАМН и НИИ хлебопекарной промышленности [6, 9, 10]. Показано, что соединения, обуславливающие вкус, аромат и пищевую ценность выпечки практически не разрушаются в процессе термообработки, вследствие приобретения ими гидратных оболочек, защищающих их от термической денатурации. Известно, что мучные кондитерские изделия, например, галеты с добавлением жиров, не стойкие к окислению кислородом воздуха, особенно при воздействии светом,и требуют особых условий хранения. Применение их в полевых условиях накладывает дополнительные ограничения производства таких изделий с добавлением исключительно более стойких белково-жировых эмульсий вместо жироводных. Проведенные в данной работе эксперименты по использованию таких эмульсий для мучных кондитерских изделий, но выпеченных в присутствии ультразвука, показали еще более высокие результаты по сохранению стабильности их свойств в течение нескольких месяцев дажепри снижении потребления эмульгаторов. Улучшились также их качественные показатели: вкус и объем. При этом обнаружено, что патентуемый нами магнитно-ультразвуковой способ эмульгирования позволяет получить высококачественную, устойчивую, практически монодисперсную наноэмульсию (100 и менее нанометров), резко повышающую качество выпеченных мучных кондитерских изделий.

При выполнении исследований применялись методы сравнительного эксперимента. Для обработки экспериментальных данных были применены методы математической статистики. Экспериментальные исследования проводились в 3–5-кратной повторности. Известно, что синфазная обработка эмульсии изменяющимся магнитным и ультразвуковым полем в режиме кавитации с возникновением пульсирующих газовых пузырьков ведет к синнергическому эффекту. По данным [5, 9] под действием магнитного поля и ультразвука изменяются некоторые свойства жидкостей и теста: поверхностное натяжение, вязкость, электропроводимость, смачивающая способность, интенсифицируются ионообменные процессы и другие. Эти изменения относительно невелики и тем больше, чем выше жёсткость и содержание солей в предложенной эмульсиии тесте. Изменение свойств сохраняется в течение нескольких часов или дней, что вполне достаточно для процесса брожения и расстойки, причём повышение температуры уменьшает этот срок. Замечено, что эффективность обработки его в колеблющемся магнитном поле с частотой ультразвука возрастает по сравнению с неподвижным.

Синфазное с подвижным магнитным полем ультразвуковое воздействие распространяет в тесте импульсы давления, которые вытесняют микроскопические кавитационные пузырьки газов, причем это происходит практически безнагреваводы, спиртов и кислот, но с частичным разрушениемих собственной структуры и изменением растворяющей способности. Указанный технический результат получен при использовании нашей заявки на изобретение № 2016117454/13 и достигается за счет того, что в способе приготовления теста используется эмульгированный жировой компонент растительного масла с водным раствором молочной сыворотки и незначительным количеством фосфатидов ультразвуковым методом с применением пульсирующего магнитного поля [18].

Приготовление кондитерского теста на активированной кавитационно-магнитным способом белково-жировой эмульсии, сопровождающееся гидратационной структуризацией белков, позволяет существенно увеличить удельный объем изделий, повысить их эластичность, замедлить черствение и сократить использование хлебопекарных улучшителей [11–15]. Под воздействием магнитного поля и ультразвука водородные связи между молекулами воды заметно нарушаются, и образуется молекулярная вода, обладающая сильными проникающими свойствами и растворяющей способностью питательных веществ. Таким образом, достаточно длительный процесс дрожжеваниясущественно ускоряется, стимулируя рост и развитие клеток дрожжей ультразвуком. Ультразвуковое воздействие повышает интенсивность брожения, улучшает качество готового продукта, снижает расход дрожжей. В тоже время, разрушенные мощным ультразвуком часть клеток сами по себе являются хорошим стимулятором развития дрожжей. Этот эффект связывают с так называемым «мортальным фактором», возникающим при разрушении клеток, стимулирующим рост

и развитие остальных, оставшихся целыми клеток. Основываясь на этих представлениях, для ускорения процессов дрожжевания практически определено, что до четвертой части израсходованной суспензии, особенно находящейся в поверхностном слое теста, можно подвергать более мощному ультразвуковому воздействию, приводящему к разрушению клеток, и усиливающих процесс питания и размножения оставшихся трех четвертей дрожжей в суспензии внутри теста [10, 16].

Отмечено, что частицы жиров в ультразвуковых эмульсиях, раздробленные до весьма малых и практически одинаковых размеров, приобретают новые качества в тесте, например снижение специфического запаха и вкуса, исключительно равномерное их распределениев тесте и сниженное тормозящее действие на дрожжи.

При этом стойкость эмульсии, полученной ультразвуком в «разжиженной» магнитным полем жидкости, значительно превышает стойкость систем, полученных механическим перемешиванием и сохраняют свою стабильность в выпечке в течение нескольких месяцев.

Кстати, обработка сахарно-солевых растворов в кавитационном реакторе перед смешиванием их с тестом также позволяет снизить содержание в галетах соли и сахара без изменения вкуса и пищевой ценности продукта [16]. Кроме того, нами доказано, что выработка эмульсии путем взбивания в магнитном и ультразвуковом поле, усиливающих действие друг друга и позволяющих управлять реологическими и структурными свойствами таких систем, достаточно эффективно влияет на скорость производства и качество готовых мучных изделий, особенно в пароконвектомате [17, 19].

Известно, что пароконвектомат – это многофункциональный кухонный аппарат, совмещающий в себе технологию духового шкафа, пароварки и использования режима увлажнения для придания изделиям сочности, колера и аппетитной хрустящей корочки. Все режимы могут быть использованы как сами по себе, один за другим, так и в комбинации, без перерыва на остановки. Нами экспериментально подтверждено дополнительное воздействие ультразвука в объеме печи на двухкратное сокращение времени, затраченного при непрерывном цикле производства на расстойку, выпечку и охлаждение кондитерских изделий с разработанной эмульсией, что экономически оправдывает объединение и автоматизацию всех процессов в одном аппарате (рисунок 1). Главное внимание при этом обращено на поддержание принятых температурных и влажностных условий проведенияпроцессов производства мучных кондитерских изделий с непрерывным наложениемультразвукового поляи без него. Выявлено, что необходимая температура в центре галет «Арктика» с применением белково-жировых эмульсий всегда достигалась на 25–30% раньше под воздействием ультразвука (рисунок 2), причем практически без окисления мелко диспергированных и покрытых защитной пленкой жиров. Поэтому изделия характеризуются повышенным выходом и равномерной, более темной окраской утонченной корочки, приятным ароматом.

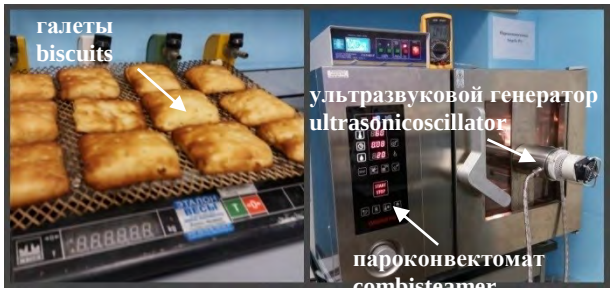


Рисунок 1. Модернизированный ультразвуковым генератором пароконвектомат и выпеченные ускоренным способом галеты.

Figure1. Upgraded by the ultrasonic oscillatorand baked by the accelerated ship's biscuit method

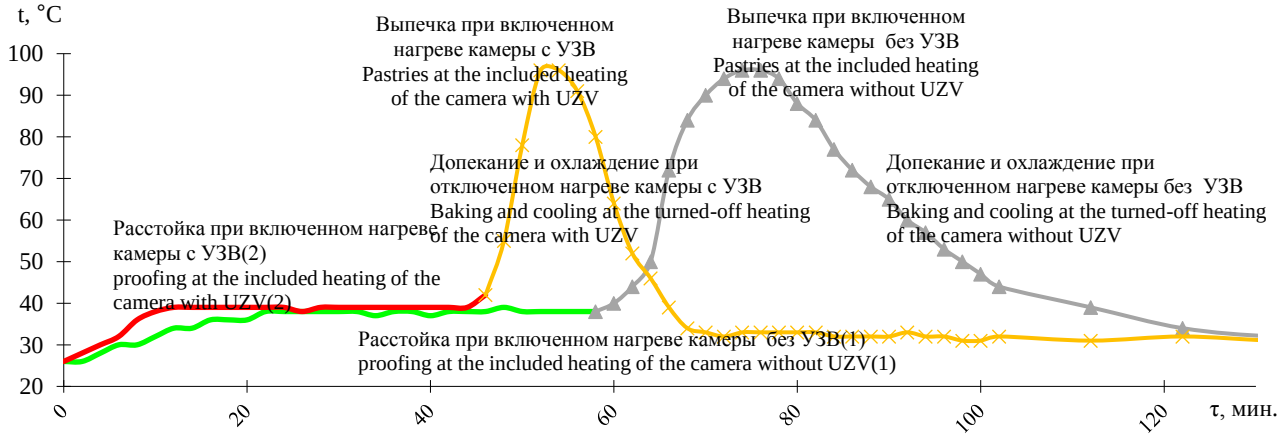


Рисунок 2. Процесс расстойки, выпечки и охлаждения галет «Арктика» в модернизированном ультразвуковым генератором пароконвектомате при постоянном его включении и без него

Figure 2. Process of a pastries and cooling of “Arktika” biscuit sin the combi steamer upgraded by the ultrasonic oscillatorincase of its constant switching on and without it

При этом модернизированные таким образом пароконвектоматы легко автоматизируются, сокращая трудозатраты, позволяют за счет конвекции и ультразвука поддерживать высокую производительность, тем самым существенно сокращая время получения готовой продукции, затраты на упек,электроэнергию, воду и даже экономить рабочее пространство.Экспериментально доказано, что по предложенной нами технологии (рисунок 3)с применением ультразвука (затраты электроэнергии всего 3% от мощности пароконвектомата) сокращается расход воды на увлажнение до 40%, потребление электроэнергии:на 50–60% на единицу продукции. Несмотря на то, что процессы расстойки, выпечки и охлаждения идут последовательно, с *плавным* подъемом и падением температуры без временных перерывов, но при постоянном воздействии ультразвуком, все они интенсифицируются не только на поверхности галет, но и в объеме изделий. Также обнаружено, что пароконвектомат за счет интенсификации прогрева и охлаждения изделий ультразвуком значительно меньше выделяет тепла в помещении, а его выход на рабочий режим расстойки занимает максимум 5 минут. Обращено внимание, что пароконвектомат, занимающий 0,80 м^{2}и рассчитанный на 6 противней (гастроемкостей), может заменить плиту с площадью нагреваемой поверхности 1,2 м^2 и объемом жарочного шкафа 0,6 м^2. Закончив выпечку и охлаждение изделий, аппарат автоматически отключается или уже готов к установке новых противней для расстойки мучных кондитерских изделий, тем самым существенно сокращая потребление электроэнергии. Непрерывность процесса с интенсификацией ультразвукомпозволяет почти в два раза снизить затраты времени и уменьшить затраты на персонал.

Экспериментальная часть

Цель работы – повышение производительности пароконвектомата при воздействии ультразвука на процессы брожения, выпечки и охлаждения мучных кондитерских изделий.

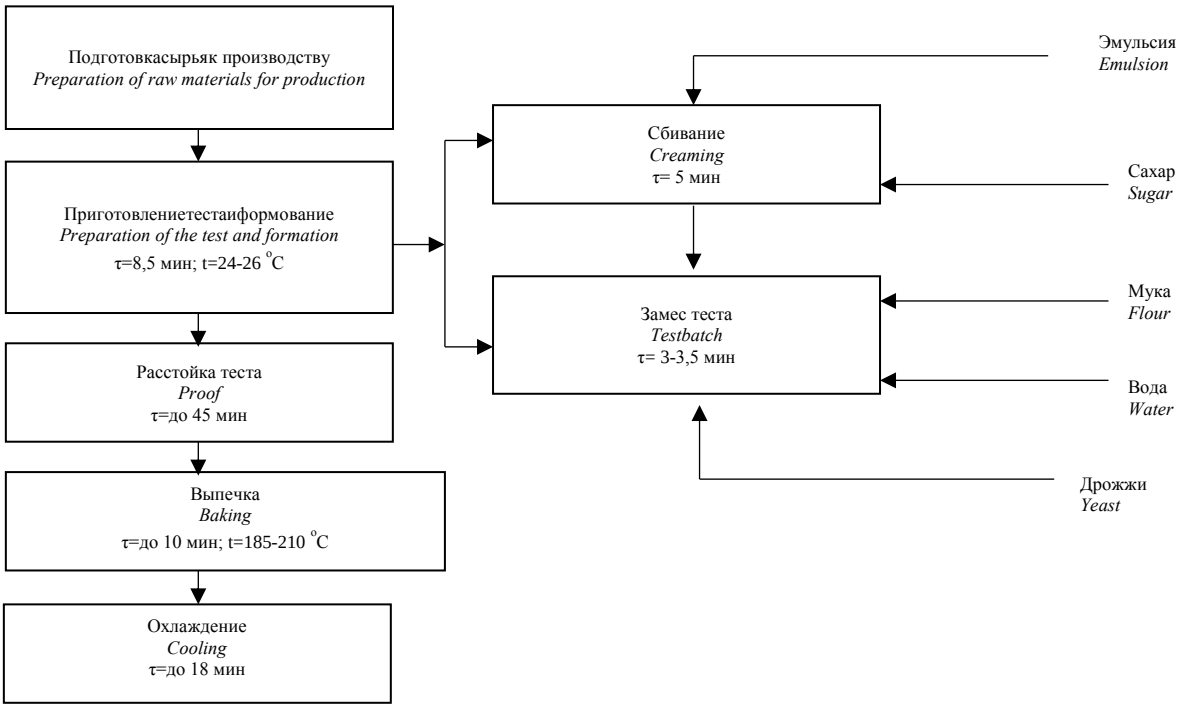


Рисунок 3. Предлагаемая технология производства мучных кондитерских изделий (галет «Арктика») в модернизированном УЗВ генератором пароконвектомате.

Figure 3. The offered production technology of flour confectionery (“Arktika” biscuits) in the modernized US the generator a combi steamer

Рассчитаны аппроксимирующие зависимости времени процесса расстойки (мин.) без применения ультразвука (1) и с применением (2) ультразвука с интенсивностью 0,5 Вт/см^2, время которой снизилось на 25–30%:

$y = -0{,}0076x^2 + 0{,}617x + 26{,}40$ при $R^2 = 0{,}936$(1)

$y = -0{,}0117x^2 + 0{,}743x + 28{,}58$ при $R^2 = 0{,}891$(2)

Время расстойки и прогрева теста при выпечке за счет дополнительной турбулизации

ультразвуком пограничной пленки воздуха у поверхности изделий существенно снизилось (расстойка с 60 до 45 минут, выпечка с 16 до 10 минут), что показывает высокую эффективность способа, недостижимую обычной конвекцией.

На основании статистической обработки экспериментальных данных были получены аппроксимирующие математические зависимости параметров выпечки (рисунок 4).

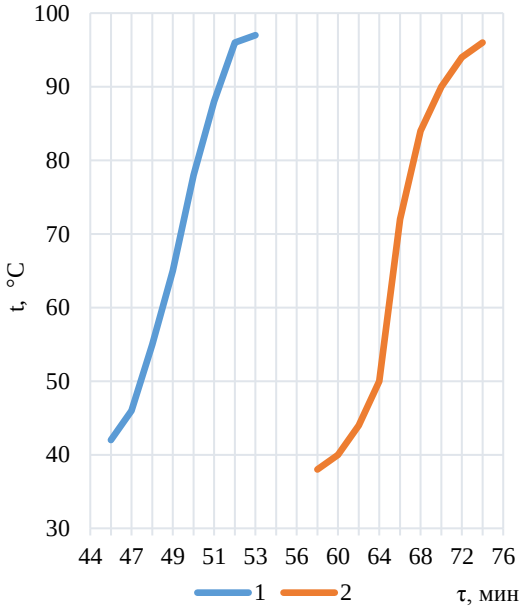


Рисунок 4. График изменения температуры центральных слоев галет Арктика при выпечке в пароконвектомате: t = 32,668 $\tau^{0,1325}$ – кривая изменения температуры мякиша изделия при выпекании с ультразвуком до + 96 °С; (1) t = 7,0748 τ0,137 – кривая изменения температуры мякиша изделия при выпекании без ультразвука до + 96 °С; (2)

Figure4. Graph of the temperature change of the central layers of the biscuits Arctic during baking in the combi steamer: t = 32,668 τ0,1325 – curve of the temperature change of the crumb of the product when baking with ultrasound to + 96 °C; (1) t = 7,0748 τ0,137 - curve of the temperature change of the product crumb when baking without ultrasound to + 96 °C; (2)

Экспериментальные кривые на рисунке 4. позволяют определить временные показатели выпечки галет типа «Арктика» до начала процесса охлаждения. Результаты экспериментальных исследований показали большое влияние воздействия ультразвука на время прогрева при выпечке кондитерских изделий в центре (рисунок 4, кривая 1). Кривая 2 на рисунке4 показывает значительно более низкую скорость выпекания изделий без ультразвука (на 50–55%), где требуется на процесс до 16 минут вместо 8–10 минут с применением УЗВ.

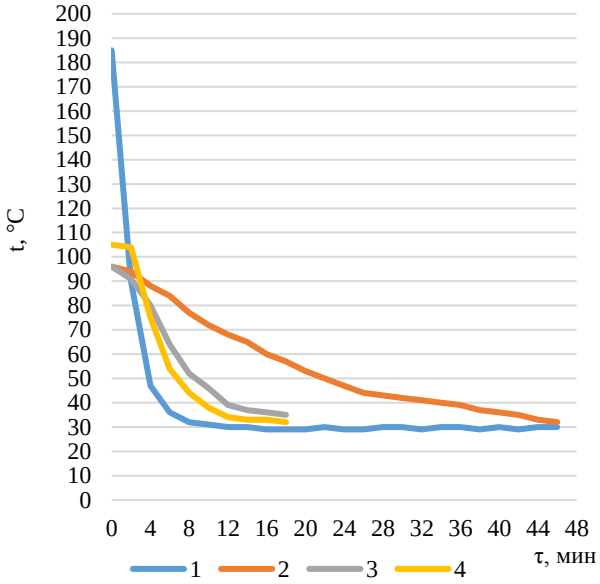


Рисунок 5. График изменения температуры центральных слоев галет Арктика при охлаждении в пароконвектомате: 1 – Температура воздуха в пекарной камере при охлаждении вентилятором (1 м/с); 2 – Температура мякиша без УЗВ; 3 – Температура мякиша с УЗВ (с интенсивностью 0,5 Вт/см^2); 4 – Температура корки с УЗВ (с интенсивностью 0,5 Вт/см^2)

Figure5. Graph of the temperature change of the central layers of the biscuits Arctic during cooling in the combi steamer: 1 – Air temperature in the baking chamber with cooling by the fan (1 m/s); 2 – Cinder temperature without USV; 3 – The temperature of the crumb from the RAS (with an intensity of 0.5 W/cm^2); 4 – The temperature of the crust with USV (with an intensity of 0.5 W/cm^2)

Специфические свойства ультразвука позволяют акцентировать внимание на новые значимые свойства, которые повышаются при выпечке мучных кондитерских изделий ультразвуком – это повышение их пищевой ценности и вкусовых свойств, возрастание сохраняемости продукта.

Выводы

1. Следует особо отметить, что контрольные образцы после 2 месяцев хранения имели уже привкус окисленных жиров, а галеты, приготовленные с использованием жироводных эмульсий при воздействии ультразвуковыми колебаниями высокой интенсивности не потеряли своих потребительских свойств и после 4 месяцев хранения.

2. Показано, что ультразвуковая обработка кондитерских изделий увеличивает содержание ароматизирующих веществ, повышает равномерность цвета и увеличивает дегустационную оценку. Повышенная скорость расстойки и выпечки снижают кислотность кондитерских изделий более чем на 0,5 pH, что является предпочтительным аспектом в технологии.

3. На основании проведенных экспериментальных исследований получены эмпирические зависимости параметров процесса от интенсивности ультразвука, улучшены органолептические характеристики и повышены дегустационные оценки продукта.

4. Опытным путём выявлено, что применение ультразвука при интенсивности до 0,5 Вт/см^2 достаточно эффективно, так как сокращено время расстойки на 25%, выпечки на 50% и охлаждения в 2,5 раза.

5. Предложены математические зависимости, позволяющие уточнить время производства изделий и производительность пароконвектомата.

6. Определена экономическая эффективность предложенного способа производства кондитерских изделий.

7. Разработана техническая документация и проведена апробация технологии производства кондитерских изделий на экспериментальной установке. Представлена технологическая инструкция на производство галет с применением ультразвука.

Исходя из анализа непрерывного технологического процесса расстойки, выпечки и охлаждения кондитерских изделий в пароконвектомате в поле ультразвука и без него можно сделать заключение о высокой эффективности разработанной и апробированной технологии.

ЛИТЕРАТУРА

1 . Антуфьев В.Т., Иванова М.А. Воздействие ультразвука на выпечку мелкоштучных хлебобулочных изделий // Журнал Хлебопродукты. 2011. № 5. С. 50–51.

2 Бодрова О.Ю., Кречетникова А.Н. Активирующий и дезинтегрирующий эффекты ультразвуковой обработки микроорганизмов // История науки и техники. 2006. С. 51.

3 Шестаков С.Д. Энергетическое состояние воды и ее связываемость биополимерами пищевого сырья // Хранение и переработка сельхозсырья. 2003. № 4.

4 ГОСТ 24557–89. Изделия хлебобулочные сдобные. Технические условия.

5 Шестаков С.Д. Эмульсии в хлебопекарном производстве: виды, применение, теоретические аспекты и современное оборудование // Хлебопечение России. 1996. № 2. С. 20–22.

6 Шестаков С.Д. Получение и свойства олеофильных эмульсий на основе подсолнечного масла и их применение для смазки хлебопекарного инвентаря // Хлебопечение России. 1999. № 4. С. 20–22.

7 Инструкция по приготовлению жироводных эмульсий на установке "Ультрамикс" и их применению в хлебопекарном производстве. Утв. директором ГосНИИХП, проф. А.П. Косованом и согл. зам. директора НИИПитания РАМП, акад. В.А. Тутельяном. М., 1996.

8 Патент РФ № 2422198, C02F 1/36, BOU 19/10. от 27.06.2011. Способ сонохимической обработки водных растворов для гидратации биополимеров / Богуш В.И., Красуля О.Н., Шестаков С.Д. 2010.

9 Лоза А.В. Новое оборудование в системе судового питания (**ООО**«Север трэйд») // Судостроение. 2003. № 2.

10 Патент РФ 249631 Способ и устройство для интенсификации выпечки хлебобулочных изделий / Антуфьев В.Т., Горшков Ю.Г., Иванова М.А.

11 Верболоз Е. И., Распопов Д. С., Соковнин Е. Л. Пищевые белково-жировые эмульсии, обработанные ультразвуком и пульсирующим магнитным полем. // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 1. С. 34–39. doi:10.20914/2310-1202-2017-1-34-39.

12 Антуфьев В.Т., Андреев А.Н., Горшков Ю.Г., Русакевич О.Н. Инновационные аспекты разработки ресурсосберегающего процесса выпечки хлебобулочных изделий в поле действия ультразвука // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. 2009. № 1(7). С. 5–7.

13 O'Sullivan J. et al. The effect of ultrasound treatment on the structural, physical and emulsifying properties of animal and vegetable proteins // Food hydrocolloids. 2016. V. 53. P. 141-154.

14 McClements D. J.Food emulsions: principles, practices, andtechniques // CRC press. 2015.

15 Awad T. S. et al. Applications of ultrasound in analysis, processing and quality control of food: A review // Food research international. 2012. V. 48. №. 2. P. 410-427.

16 Juliano P. et al. Enhanced creaming of milk fat globules in milk emulsions by the application of ultrasound and detection by means of optical methods // Ultrasonicssonochemistry. 2011. V. 18. № 5. P. 963-973.

17 Soria A. C., Villamiel M. Effect of ultrasound on the technological properties and bioactivity of food: a review //Trends in Food Science & Technology. 2010. V. 21. №. 7. P. 323-331.

REFERENCES

1 Antufyev V.T., Ivanova M.A. Impact of ultrasound on pastries melkoshtuchnykh of bakery products. *Kleboprodukty* [Bakery products] 2011. no. 5. pp. 50–51. (in Russian)

2 Bodrova O.Yu., Krechetnikova A.N. Aktiviruyushchy and desintegrating effects of ultrasonic processing of microorganisms . *Istoriya nauki I tekhniki* [History of science and technology] 2006. pp. 51. (in Russian)

3 Shestakov S.D. Power condition of water and its svyazyvayemostbiopolmers of food raw materials. Khranenie I pererabotka sel'khozsyr'ya [Storage and agricultural raw materials processing] 2003, no. 4 (in Russian).

4 GOST 24557–89. Izdeliya khlebobulochbye [State standard 24557–89. Products are bakery rich. Technical specifications] (in Russian)

5 Shestakov S.D. Emulsions in baking production: types, application, theoretical aspects and the modern inventory. Khlebopechenie v Rossii [Bread baking of Russia] 1996. no. 2. pp. 20–22 (in Russian).

6 Shestakov S.D. Receiving and properties of oleophilic emulsions on the basis of sunflower-seed oil and their application for lubricant of baking stock. Khlebopechenie v Rossii [Bread baking of Russia] 1999. no. 4. pp. 20–22. (in Russian)

7 Instruktsiya po prigotovleniyu zhirovodnykh emul'sii [The instruction for preparation the zhirovodnykh of emulsions on the Ultramiks installation and to their application in baking production] Moscow, 1996. (in Russian)

8 Bogush V.I., Krasulya O.N., Shestakov S.D. Sposob sonokhimicheskoi obrabotki [Way of sonokhimichesky processing of aqueous solutions for hydration of biopolymers] Patent RF, no. 2422198, 2010 (in Russian)

9 Loza A.V. A new inventory in the system of a ship delivery ("North traid"). *Sudostroenie* [Shipbuilding] 2003. no. 2 (in Russian).

10 AntufevV.T., GorshkovYu.G., Ivanova M.A. Sposob I ustroistvo dlya intensifikatsii [Way and the device for an intensification of pastries bakery a product] Patent RF, no. 249631. (in Russian)

11 Verboloz E. I., Raspopov D S., Sokovnin E L. Dietary protein and fat emulsions,processed by ultrasound. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 1. pp. 34–39. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-1-34-39.

12 Antufyev V.T., Andreyev A.N., Gorshkovyu., Rusakevich O.N. Innovative aspects of development of resource-saving process of pastries. *Nauchnyi zhurnal NIU ITMO* [NIU ITMO Scientific magazine. Series: Processes and devices of food productions] 2009. no.1(7). pp. 5–7. (in Russian)

13 O'Sullivan J. et al. The effect of ultrasound treatment on the structural, physical and emulsifying properties of animal and vegetable proteins. Food hydrocolloids. 2016. vol. 53. pp. 141-154.

14 McClements D. J.Food emulsions: principles, practices, andtechniques. CRC press. 2015.

15 Awad T. S. et al. Applications of ultrasound in analysis, processing and quality control of food: A review. Food research international. 2012. vol. 48. no. 2. pp. 410-427.

16 Juliano P. et al. Enhanced creaming of milk fat globules in milk emulsions by the application of ultrasound and detection by means of optical methods. Ultra sonicssono chemistry. 2011. vol. 18. no. 5. pp. 963-973.

17 Soria A. C., Villamiel M. Effect of ultrasound on the technological properties and bioactivity of food: a review. Trends in Food Science & Technology. 2010. vol. 21. no. 7. pp. 323-331.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Елена И. Верболоз д.т.н., профессор, кафедра процессов и аппаратов пищевых производств, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, пр-т Кронверкский, 49, г Санкт-Петербург, 197101, Россия, elenaverboloz@mail.ru

Дмитрий С. Распопов аспирант, кафедра процессов и аппаратов пищевых производств, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, пр-т Кронверкский, 49, г Санкт-Петербург, 197101, Россия , dimasraspopov@mail.ru

Роман Н. Савченко аспирант, кафедра процессов и аппаратов пищевых производств, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, пр-т Кронверкский, 49, г Санкт-Петербург, 197101, Россия, m80@m.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Елена И. Верболоз консультация в ходе исследования несёт ответственность за плагиат

Дмитрий С. Распопов написал рукопись, обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провёл эксперимент, выполнил расчёты

Роман Н. Савченко провёл эксперимент, выполнил расчёты

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 20.01.2018

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 19.02.2018

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Elena I. Verboloz Dr. Sci. (Engin.), professor, processes and devices of food productions department, St. Petersburg national research university of information technologies, mechanics and optic, Kronversky av., 49, St Petersburg, 197101, Russia, elenaverboloz@mail.ru

Dmitry S. Raspopov graduate student, processes and devices of food productions department, St. Petersburg national research university of information technologies, mechanics and optic, Kronversky av., 49, St Petersburg, 197101, Russia, dimasraspopov@mail.ru

Roman N. Savchenko graduate student, processes and devices of food productions department, St. Petersburg national research university of information technologies, mechanics and optic, Kronversky av., 49, St Petersburg, 197101, Russia, m80@m.ru

CONTRIBUTION

Elena I. Verboloz consultation during the study is responsible for plagiarism

Dmitry S. Raspopov wrote the manuscript, review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

Roman N. Savchenko conducted an experiment, performed computations

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 1.20.2018

ACCEPTED 2.19.2018

Оригинальная статья/Original article

УДК 004.4:664.641

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-62-69

Расчет конструктивных и технологических параметров работы центробежно-шнекового смесителя для получения сухих хлебобулочных смесей функционального назначения

Дмитрий М. Бородулин [1] borodulin_dmitri@list.ru
Дмитрий И. Киселев [1] eidos-92@mail.ru
Маргарита Т. Шулбаева [1] sh-m-t@yandex.ru
Елена А. Вагайцева [1] vagaitseva@mail.ru
Антон В. Шафрай [1] shafraia@mail.ru

[1] Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (ун-т), б-р Строителей, 47, г. Кемерово, Россия

Реферат. Инновационная и научная деятельностью по созданию высокоэффективного оборудования для производства качественных смесей функционального назначения, является актуальной задачей. Одной из самых трудоемких операций в данной технологии является равномерное распределение частиц по всему объему смеси и получении однородной массы. Для достижения цели в статье представлен алгоритм расчета конструктивных и технологических параметров шнека и центробежно-шнекового смесителя. В данном алгоритме производили расчет производительности Q, диаметра шнека D и критической его частоты вращения $n_{кр}$ в зависимости от выбранных материалов и от их физико-механических параметров, а так же скорость движения материалов по поверхности конуса, диаметр конуса, диаметр и высоту обечайки, и в заключении коэффициент неоднородности, характеризующий качество получаемой смеси. На основе данного алгоритма разработана программа ЭВМ. По полученным данным программа строит график зависимости диаметра шнека от производительности и его критической частоты вращения, где отображена точка рациональных параметров работы шнека при получении комбинированной смеси. В программе ЭВМ представлены результаты расчета технологических и конструктивных параметров (диаметре шнека 0,02 м, производительности 47,89 кг/ч и критической частоты вращения ротора шнека 456,5 об/мин) и сравнили с экспериментальными значениями, в результате чего получили среднюю относительную погрешность, которая не превышает 10%, следовательно, что приведенный алгоритм расчета центробежно-шнекового смесителя можно использовать для предсказания значений рациональных конструктивных и технологических параметров работы смесителя, а также спрогнозировать качество смеси полученной на нём.

Ключевые слова: шнек, смешивание, смеситель, качество смешивания, программа ЭВМ, алгоритм, рациональные параметры

Calculation of constructive and technological parameters of the centrifugal-screw mixer for dry bakery mixtures of functional purpose obtaining

Dmitrij M. Borodulin [1] borodulin_dmitri@list.ru
Dmitrij I. Kiselev [1] eidos-92@mail.ru
Margarita T. Shulbaeva [1] sh-m-t@yandex.ru
Elena A. Vagaitseva [1] vagaitseva@mail.ru
Anton V. Shafrai [1] shafraia@mail.ru

[1] Kemerovo Institute of Food Science and Technology, Stroiteley Boulevard, 47, Kemerovo, 650056, Russia

Summary.Innovative and scientific activity on the creation of highly efficient equipment for the production of high-quality mixtures of functional purpose is an urgent task. One of the most labour-intensive operations in this technology is the uniform distribution of particles throughout the whole volume of mixture and homogeneous mass obtaining. To achieve this goal the algorithm for calculating of structural and technological parameters of the screw and centrifugal-screw mixer was presented in the article. In this algorithm, the authors calculated the productivity Q, the screw diameter D, and its critical rotating speed n_{cr}, depending on the materials selected and on their physico-mechanical parameters, as well as the materials velocity along the surface of the cone, the cone diameter, the diameter and the height of the shell, and in conclusion the inhomogeneity coefficient characterizing the quality of the mixture obtained. Based on this algorithm, the computer program was developed. According to the data obtained, the program builds a dependence graph of the screw diameter on its capacity and its critical rotation speed, where the point of rational parameters of the screw work during the production of the combined mixture is displayed. The results of calculation of technological and design parameters (screw diameter 0.02 m, capacity 47.89 kg / h and critical rotational speed of the screw rotor 456.5 rpm) were presented and compared with experimental values in the computer program. As a result, we obtained an average relative error, which does not exceed 10%. So the above algorithm for calculating of the centrifugal-screw mixer can be used to predict the values of rational design and technological parameters of the mixer operation, as well as to predict the quality of the mixture obtained with it

Keywords: screw, mixing, mixer, mixing quality, computer program, algorithm, rational parameters.

Для цитирования

Бородулин Д.М., Киселев Д.И., Шулбаева М.Т., Вагайцева Е.А., Шафрай А.В. Расчет конструктивных и технологических параметров работы центробежно-шнекового смесителя для получения сухих хлебобулочных смесей функционального назначения //Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 1. С. 62–69. doi:10.20914/2310-1202-2018-1-62-69

For citation

Borodulin D.M., Kiselev D.I., Shulbaeva M.T., Vagaytseva E.A., Shafraj A.V. Calculation of constructive and technological parameters of the centrifugal-screw mixer for dry bakery mixtures of functional purpose obtaining. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 1. pp. 62–69. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-1-62-69

Введение

При производстве сухих хлебобулочных смесей, необходимо получать равномерное распределение компонентов в общей сыпучей массе, которое требует больших усилий, чем при получении жидких и пастообразных смесей. При этом основной проблемой является создание благоприятных условий для взаимного перемещения частиц сыпучих компонентов во всем объеме получаемой смеси. Помимо этого, часто необходимо учитывать еще ряд факторов, которые создают дополнительные сложности, например, различие гранулометрических составов, плотности и других физико-механических характеристик компонентов смеси. Для решения этих проблем необходимо применять высокоэффективное смесительное оборудование, например смесители непрерывного действия центробежного типа [1].

Цель работы – разработать алгоритм программы для расчета конструкторско-технологических параметров работы центробежно-шнекового смесителя с возможностью определения качества получаемой смеси на его выходе.

Для решения поставленной цели решались следующие задачи:

1. Разработать алгоритм расчета рациональных конструктивных и технологических параметров работы нового центробежно-шнекового смесителя.

2. Разработать программу ЭВМ для определения диаметра шнека D, производительности Q и критической частоты вращения шнека $n_{кр}$ в зависимости от физико-механических параметров компонентов получаемой смеси.

3. Сравнить экспериментальные и теоретические значения коэффициента неоднородности.

Материалы и методы

Для достижения наилучшего качества смешивания в проектно-конструкторской лаборатории кафедры «Технологическое проектирование пищевых производств» при Кемеровском технологическом институте пищевой промышленности (университете) был разработан центробежно-шнековый смеситель (Пат. № 148608), с перфорированным шнеком для создания рециркулирующих материальных потоков внутри смесителя. Такое конструктивное решение приводит к увеличению накопительной способности и увеличению времени пребывания в центробежно-шнековом смесителе, что благоприятно сказывается на качестве получаемой смеси [2–6].

Для решения первой задачи нами был проведен литературный анализ, который показал некоторое сходство расчетов различных шнеков для перемещения сыпучих материалов. Нами были взяты за основу расчеты диаметра шнека, производительности и критической частоты вращения шнека, предложенные А.И. Зайцевым, А.Б. Капроновой, А.И. Веселовым, И.А. Веселовой и Р.И. Черкасовым. Итак, на основе этих методов мы предлагаем свои алгоритм расчета [7–12].

Наружный диаметр шнека был рассчитан по формуле:

$$D=\sqrt[3]{\frac{Q}{0,047\cdot n\cdot K_{В}\cdot \rho_{Н}\cdot \varphi\cdot K_{Н}}} \qquad (1)$$

где n – частота вращения шнека об/мин; $K_В$ =1 – это частное шага спирали к диаметру шнека;$\rho_н$ – насыпная плотность смеси т/м^3; φ – коэффициент заполнения желоба; $K_Н$ =0,9 – поправочный коэффициент, зависящий от угла наклона конвейера; D – диаметр шнека м.

Производительность центробежно-шнекового смесителя можно определить из выражения:

$$Q = 0,047\cdot D_{В}^{2}\cdot t\cdot n\cdot \rho_{Н}\cdot \varphi \qquad (2)$$

где $\rho_Н$ –насыпная плотность; t-шаг спирали шнека; $D_В^2$ –диаметр винта шнека

Зная диаметр шнека и производительность можно рассчитать критическую частоту его вращения:

$$n_{КР}=\frac{30}{\pi}\cdot\sqrt{\frac{2\cdot g}{D\cdot f_{ж}}}\cdot tg\cdot(\beta+\rho_{Т}) \qquad (3)$$

гдеg –ускорение свободного падения,$f_ж$ – коэффициент трения о стенку патрубка.

Дальнейшие конструктивные и режимные параметры центробежно-шнекового смесителя рассчитаны на основе экспериментальных исследований в Кемеровском технологическом институте пищевой промышленности (университет).

Скорость движения v материалов по поверхности конуса вдоль его образующей, с помощью уравнения регрессии:

$$v=-0,028+\frac{n_{КР}}{119}+\frac{\gamma}{2500}+\frac{n_{КР}\cdot\gamma}{5000} \qquad (4)$$

гдеγ –угол конусности, выбирается в диапазонеγ = 70–120°.

Затем рассчитываем диаметр верхнего основания конуса $D_К$ ротора:

$$D_К = \frac{Q}{\pi \cdot \delta \cdot \nu} \quad (5)$$

где δ –толщина слоя материала при его сходе с верхней кромки δ=0,0005÷0,0015, м.

Длину образующей конуса рекомендуется выбирать в пределахl = (0,3 ÷0,4)·$D_К$. При этом точное значение l, м определяется из компоновочного чертежа ротора смесителя.

Диаметр обечайки смесителя $D_{об}$, м можно оценить, увеличив значение диаметра конуса на 15–25 %.

$$D_{об} = D_К \cdot 1{,}15 \quad (6)$$

Высоту обечайки Н, м определяем из следующего соотношения:

$$H = l_{max} \cdot 1{,}3 \quad (7)$$

Для определения зависимости качества смеси от конструктивных и технологических параметров шнека воспользуемсяследующим уравнением регрессии:

$$V_С = 0{,}00068 \cdot n - 0{,}3 \cdot Z_О + \\ +3{,}65 \cdot Z_В + 0{,}002 \cdot n \cdot Z_О - \\ -0{,}004 \cdot n \cdot Z_В - 0{,}003 \cdot Z_О \cdot Z_В \quad (8)$$

где: $V_С$ – коэффициент неоднородности, характеризующий качество получаемой смеси [13]; $Z_О$ – количество отверстий на витках шнека, шт.; $Z_В$ – количество витков шнека, шт.

Для решения второй задачи была разработана программаЭВМ (свидетельство № 2017618406) позволяющая произвести конструктивные и технологические расчеты и подобрать
рациональные параметры работы шнека и центробежно-шнекового смесителя при перемешивании различных смесей.

Результаты и обсуждение

Поскольку новая конструкция центробежно-шнекового смесителя была разработана для смешивания различных мучных хлебобулочных смесей, рецептуры которых представлены в таблице 1, то для примера воспользуемся смесью № 1 для расчета рациональных параметров работы перфорированного шнека аппарата на разработанной программе ЭВМ. Для этого необходимо ввести физико-механические характеристики компонентов смеси № 1 в исходные данные диалогового окна разработанной программы ЭВМ.

Таблица 1.

Рецептуры 300 г мучных хлебопекарных смесей

Table1.

Recipes 300 g of flour bakery mixes

Наименование ингредиентов, г Name of Ingredients, gm	Смесь № 1 Mixture № 1	Смесь № 2 Mixture № 2	Смесь № 3 Mixture № 3
Мука пшеничная первого сорта Wheat Flour Extra Class	220,0	130,0	143,0
Овсяные отруби Oat bran	27,0	–	–
Нутовая мука Nut Flour	19,0	–	–
Соль пищевая Food salt	4,0	4,0	5,0
Сахар-песок Sugar-sand	11,0	11,0	–
Мука пшеничная цельносмолотая Whole wheat flour	–	130,0	–
Сухое обезжиренное молоко Skimmed milk powder	–	8,0	–
Семена льна Flax seeds	–	10,0	–
Мука ржаная Rye flour	–	–	83,0
Гречневая мука Buck wheat flour	–	–	41,4
Лук сушеный Dried onion	–	–	19,3

Поскольку данная смесь состоит из пяти ингредиентов, то в диалоговом окне программы вводится количество материалов смеси равное пяти. Затем в всплывающие окно вводим необходимые ингредиенты, после ввода каждого из них программа автоматически показывает плотность, диаметр частиц и структуру каждого компонента. Нажав кнопку «Смешать» программа считает средний показатель насыпной плотности, диаметр частиц смеси и выводит их на экран (рисунок 1).

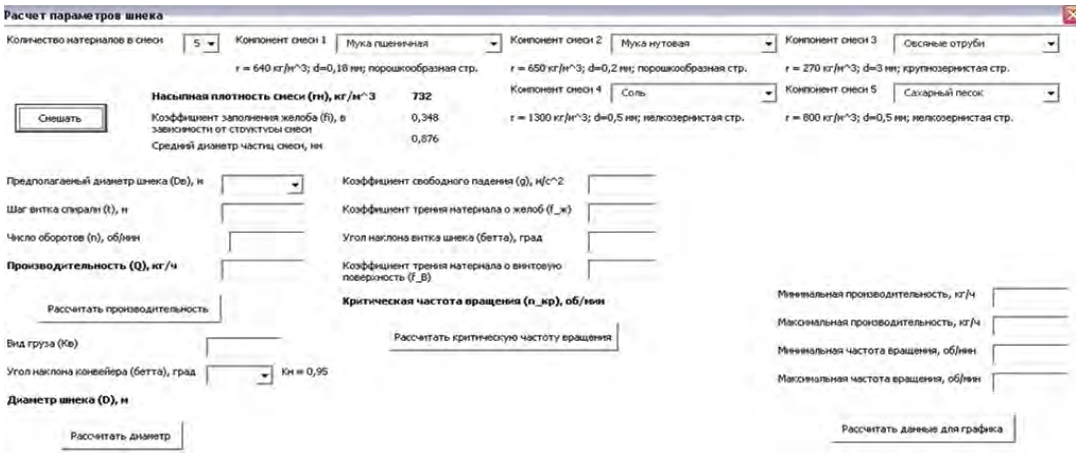


Рисунок 1. Определение средних показателей смеси

Figure1. Determination of the average mixture

Задавшись предположительным диаметром шнека, например 0,2 м, можно рассчитать производительность шнека, нажав кнопку «Рассчитать производительность» (рисунок 2).

По известной производительности можно рассчитать диаметр шнека D нажав кнопку «Рассчитать диаметр» (рисунок 3).

Зная диаметр D и производительность Q, определяем критическую частоту вращения шнека $n_{кр}$, нажав кнопку «Рассчитать критическую частоту вращения» (рисунок 4).

В заключении данная программа позволяет получить графическую зависимость диаметра шнека от производительности и его критической частоты вращения, представленную на рисунке 5 (для смеси № 1).

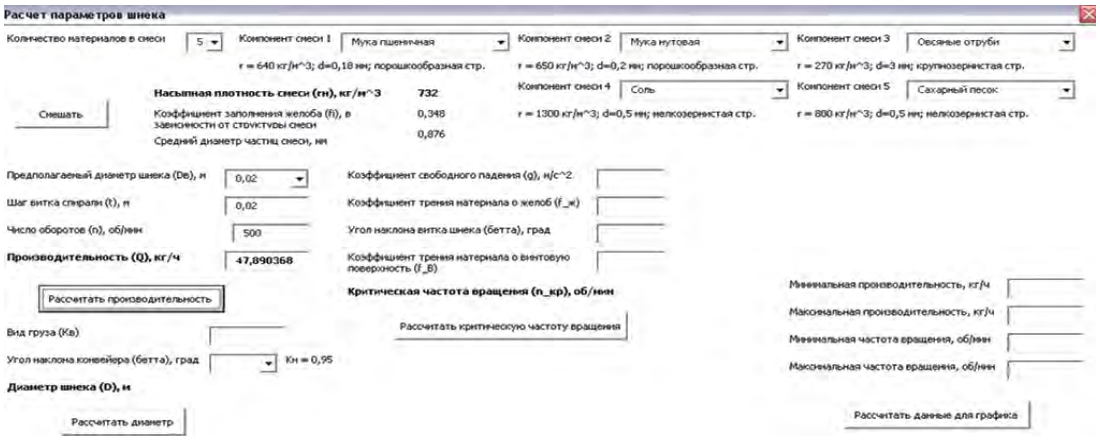


Рисунок 2. Расчет производительности шнека

Figure 2. Calculation of screw performance

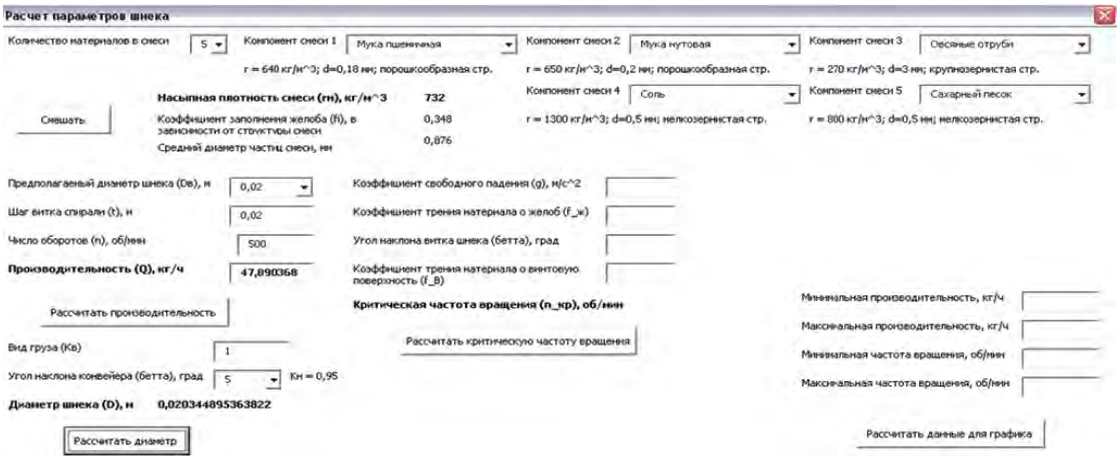


Рисунок 3. Расчет диаметра шнека

Figure3. Calculation of the screw diameter.

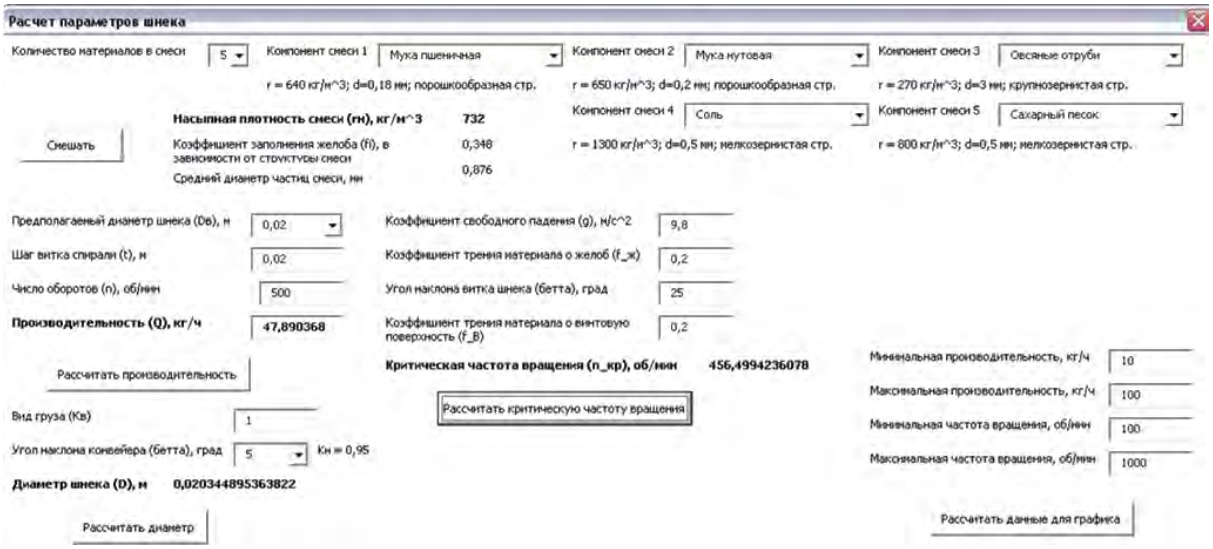


Рисунок 4. Расчет критической частоты вращения шнека.

Figure 4. Calculation of the critical screw speed.

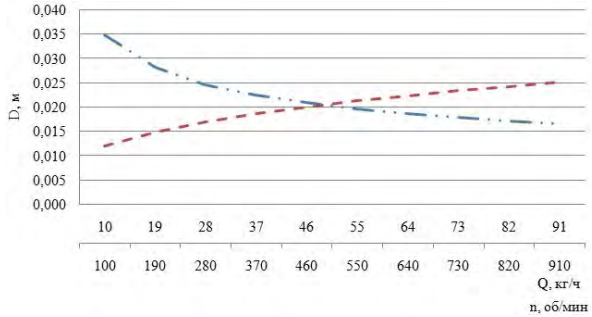


Рисунок 5. График зависимости диаметра шнека от производительности(–) и критической частоты вращения шнека (-···-).

Figure 5. Graph of screw diameter versus performance (–) and the critical screw speed (-···-).

Из рисунка 5 видно, что диаметр шнека увеличивается с возрастанием производительности аппарата и уменьшается с повышением критической частоты вращения шнека [14–16]. Пересечение двух кривых образует точку, которая показывает рациональные параметры работы шнека центробежно-шнекового смесителя при переработке смеси № 1, а именно: диаметр шнека D =0,2 м, его частота вращения n =500 об/мин и производительность Q =50 кг/ч.

Далее по полученным численным данным программы ЭВМ и представленной выше методике расчета центробежно-шнекового смесителя приведены следующие конструктивные и технологические параметры.

По принятому углу конусности γ = 70° и найденной критической частоте вращения $n_{кр}$ =456 об/мин, находим скорость движения v, м/с материалов по поверхности конуса:

$$\nu = -0,028 + \frac{456}{119} + \frac{70}{2500} + \frac{456 \cdot 70}{5000} = 10,21 \quad (9)$$

Затем зная производительность Q =47,9 кг/ч и скорость движения материалов по поверхности конуса, рассчитываем диаметр конуса $D_К$, м смесителя:

$$D_K = \frac{0,013}{3,14 \cdot 0,0010 \cdot 10,21} = 0,4 \quad (10)$$

Затем находим диаметр обечайки:

$$D_{ОБ} = 0,4 \cdot 1,15 = 0,46 \quad (11)$$

Зная l и $D_К$определим высоту обечайки:

$$H = 0,12 \cdot 1,3 = 0,156 \quad (12)$$

Ранее экспериментально определены значения коэффициентов неоднородности $V_С$ в зависимости от количества отверстий на витках шнека $Z_О$ и количестве витков шнека $Z_В$, которые показали, что для получения смесей хорошего качества необходимо, что бы шнек имел следующие конструктивные параметры $Z_О$ = (4–8), $Z_В$ =(2–4). Подставив, эти величины и найденную критическую частоту вращения шнека и ротора в (8), получим несколько коэффициентов неоднородности соответствующим данным переменным величинам.

$$V_C = 0,00068 \cdot 456 - 0,3 \cdot 4 + 3,65 \cdot 2 + \\ +0,002 \cdot 456 \cdot 4 - 0,004 \cdot 456 \cdot 2 - \\ -0,003 \cdot 4 \cdot 2 = 6,38 \quad (13)$$

$$V_C = 0,00068 \cdot 456 - 0,3 \cdot 4 + 3,65 \cdot 4 + \\ +0,002 \cdot 456 \cdot 4 - 0,004 \cdot 456 \cdot 4 - \\ -0,003 \cdot 4 \cdot 4 = 10,01 \quad (14)$$

$$V_C = 0,00068 \cdot 456 - 0,3 \cdot 8 + 3,65 \cdot 2 + \\ +0,002 \cdot 456 \cdot 8 - 0,004 \cdot 456 \cdot 2 - \\ -0,003 \cdot 8 \cdot 2 = 8,81 \quad (15)$$

$$V_C = 0,00068 \cdot 456 - 0,3 \cdot 8 + 3,65 \cdot 4 + \\ +0,002 \cdot 456 \cdot 8 - 0,004 \cdot 456 \cdot 4 - \\ -0,003 \cdot 8 \cdot 4 = 12,41 \quad (16)$$

Для решения третьей задачи определили адекватность регрессионных уравнений (13–16), сравнив численные значения коэффициентов неоднородности, полученные с их помощью и экспериментально(таблица 2). Помимо этого в таблице 2, приведены значения относительной погрешности расчетов коэффициентов неоднородности определенной по формуле:

$$\Delta V_C = \frac{\left|V_C^{Эксп} - V_C^{Расч}\right|}{V_C^{Эксп}} \cdot 100\% \quad (17)$$

Таблица 2.

Сравнение численных значений коэффициента неоднородности, полученных экспериментально и на основе регрессионных уравнений

Table2.

Comparison of the numerical values of the in homogeneity coefficient, obtained experimentally and on the basis of regression equations

Данные Information	Экспериментальное $V_{C,\%}$ Experimental $V_{C,\%}$	Полученные при помощи регрессионного уравнения $V_{C,\%}$ Derived using the regression equation $V_{C,\%}$	Относительная Погрешность$\Delta V_{C,\%}$ Relativeerror$\Delta V_{C,\%}$
$N=456;Z_O=4;Z_B=2$	5,92	6,38	7,77
$N=456;Z_O=4;Z_B=4$	8,56	10,01	16,93
$N=456;Z_O=8;Z_B=2$	9,37	8,81	5,97
$N=456;Z_O=8;Z_B=4$	11,21	12,41	10,79
Среднее значение| Average value			10,365

Из таблицы 2 видно, что относительная погрешность для каждого случая находится в пределах допустимых инженерных измерений, следовательно, полученные регрессионные уравнения можно применять для предсказания значений зависимой переменной V_C в рамкахдиапазона исследуемых величин. Поскольку среднее значение относительной погрешности не превышает 10,36%, то, приведенный алгоритм расчета центробежно-шнекового смесителя может быть с высокой степенью точности применен для его конструкторского и технологического расчета.

Заключение

1. Предложенный алгоритм позволяет определить с высокой степенью точности рациональные конструктивные и технологические параметры нового центробежно-шнекового смесителя, а так же качество получаемой на нём смеси.

2. Разработанная программа ЭВМ позволяет рассчитать рациональные параметры работы перфорированного шнека в зависимости от количества смешиваемых ингредиентов и их физико-механических характеристик.

3. Сравнение экспериментальных и полученных при помощи уравнений регрессий значений коэффициента неоднородности показали, что приведенный алгоритм расчета центробежно-шнекового смесителя может быть с высокой степенью точности применен для его конструктивного и технологического расчета.

ЛИТЕРАТУРА

1 Бородулин Д.М., Иванец В.Н., Киселев Д.И., Андрюшкова Е.А. и др. Разработка центробежно-шнекового смесителя для получения сухих композитных смесей для питания спортсменов // Хранение и переработка сельхозсырья. 2015. № 3. С. 53–56

2 Sato A., Serris E., Grosseau P., Thomas G. et al. Effect of operating conditionson dry particle coating in a high shear mixer // Powder Technol. 2012. № 229. P. 97–103.

3 Sarkar A., Wassgren C. Continuous blending of cohesive granular material // ChemEngSci. 2010. № 65. P. 5687–5698

4 Huang A.-N., Kuo H.-P. Developments in the tools for the investigation of mixing in particulate systems – A review // AdvPowderTechnol. 2014. № 25. P. 163–173.

5 Jajcevic D., Siegmann E., Radeke C. Large-scale CFD–DEM simulations of fluidized granular systems // ChemEngSci. 2013. № 98. P. 298–310.

6 Borodulin D.M. Sukhorukov D.V. Ways of intensifying the mixing process in a continuously operating centrifugal mixers for producing dry combination products // I International Conference «Global Science and Innovation». 2013. V. I. P. 392-396.

7 Воронин В.В., Адигамов К.А., Петренко С.С., Сизякин Р.А. Критерии и способы оценки качества смешивания сыпучих материалов. // Электронный научный журнал «Инженерный вестник Дона». 2012. № 4–2. С. 36.

8 Петренко С.С. Определение конструктивных параметров шнекового смесителя сыпучих материалов. //Электронный научный журнал «Инженерный вестник Дона». 2013. № 1.

9 Петренко С.С., Адигамов К.А. Шнековый смеситель сыпучих материалов // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки. 2012. № 5. С. 52–53.

10 Черкасов Р.И. Методика и алгоритм расчетов

параметров вертикального шнека смесителя сыпучих материалов // Фундаментальные исследования. 2015. № 8–1. С. 79–82.

11 Черкасов Р.И., Адигамов К.А., Воронин В.В., Гапон Н.В. и др. Оценка качества сыпучих материалов с различным размером фракций // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2–2. С. 169.

12 Черненко Г.В,. Байбара С.Н. , Адигамов К.А. Обоснование оптимального шага навивки спирали и частоты вращения вертикального шнекового конвейера // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. Научно-технический журнал. 2012. № 2/2 (280). С. 9–11.

13 Бородулин Д.М., Будрик В.Г., Сухоруков Д.В., Саблинский А.И. и др. Исследование эффективности практического применения центробежных смесителей непрерывного действия в технологических линиях производства комбинированных продуктов питания // Современные наукоемкие технологии. 2016. № 3–1. С. 9–13.

14 Андрюшков А.А., Сухоруков Д.В., Злобин С.В. Определение рациональных параметров работы винтового смесителя вибрационного типа // В сборнике: Явление переноса в процессах и аппаратах химических и пищевых производств материалы II Международной научно-практической конференции. 2016. С. 132-135.

15 Сухоруков Д.В Разработка новых технологий производства комбинированных продуктов питания с использованием центробежных смесителей непрерывного действия // В книге: Продовольственная безопасность Тезисы работ финалистов Международного конкурса научно-исследовательских проектов молодых ученых и студентов. VII Евразийский экономический форум молодежи. 2016. С. 73-75.

16 Коломникова Я.П., Дерканосова А.А., Мануковская М.В., Литвинова Е.В. Влияние нетрадиционного растительного сырья на биотехнологические свойства и структуру сдобного теста // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2015. № 3 (65). С. 157-160.

REFERENCES

1 Borodulin D.M., Ivanets V.N., Kiselev D.I., Andryushkova E.A. et al. The development of a centrifugal-screw mixer for obtaining dry composite mixtures for the nutrition of athletes. *Khranenie I pererabotka sel'khozsyr'ya.* [Storage and processing of agricultural raw materials] 2015. no. 3. pp. 53–56 (in Russian)

2 Sato A., Serris E., Grosseau P., Thomas G. et al. Effect of operating conditionson dry particle coating in a high shear mixer. Powder Technol. 2012. no. 229. pp. 97–103.

3 Sarkar A., Wassgren C. Continuous blending of cohesive granular material. ChemEngSci. 2010. no. 65. pp. 5687–5698

4 Huang A.-N., Kuo H.-P. Developments in the tools for the investigation of mixing in particulate systems – A review. AdvPowderTechnol. 2014. no. 25. pp. 163–173.

5 Jajcevic D., Siegmann E., Radeke C. Large-scale CFD–DEM simulations of fluidized granular systems. ChemEngSci. 2013. no. 98. pp. 298–310.

6 Borodulin D.M. Sukhorukov D.V. Ways of intensifying the mixing process in a continuously operating centrifugal mixers for producing dry combination products. I International Conference «Global Science and Innovation». 2013. vol. I. pp. 392-396.

7 Voronin V.V., Adigamov K.A., Petrenko S.S., Sizyakin R.A. Criteria and methods for assessing the quality of mixing of bulk materials. *Elektronnyynauchnyy zhurnal «Inzhenernyyvestnik Dona*» [Engineering bulletin of Don] 2012. no. 4–2. pp. 36. (in Russian)

8 Petrenko S.S. Determination of the design parameters of a screw mixer for bulk materials] *Elektronnyynauchnyyzhurnal «Inzhenernyyvestnik Dona*» [Engineering bulletin of Don] 2013. no. 1. (in Russian)

9 Petrenko S.S., Adigamov K.A. Screw mixer for loose materials. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Severo-Kavkazskiy region. Seriya: Tekhnicheskienauki*. [Proceedings of universities] 2012. no. 5. pp. 52–53 (in Russian)

10 Cherkasov R.I. Method and algorithm for calculating the parameters of a vertical auger of bulk material mixer. *Fundamental'nye issledovaniya* [Fundamental research] 2015. no. 8–1. pp. 79–82. (in Russian)

11 Cherkasov R.I., Adigamov K.A., Voronin V.V., Gapon N.V. et al. Evaluation of the quality of bulk materials with different size fractions. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education] 2015. no. 2–2. pp. 169. (in Russian)

12 Chernenko G.V. The rationale for the optimal spiral winding pitch and the speed of the vertical screw conveyor. *Fundamental'nye I prikladnye problemy tekhnikiitekhnologii*. [Fundamental and applied problems of technology and technology] 2012. no. 2/2 (280). pp. 9–11. (in Russian).

13 Borodulin D.M., Budrik V.G., Sukhorukov D.V., Sablinskiy A.I. et al. Study of the effectiveness of the practical application of centrifugal continuous mixers in production lines of combined food products. *Sovremennyenaukoemkietekhnologii*. [Modern high technology.] 2016. no. 3–1. pp. 9–13. (in Russian).

14 Andrjushkov A.A., Suhorukov D.V., Zlobin S.V. Determination of the rational parameters of the operation of a screw mixer of vibration type. In the collection. Yavleniya perenosa v protsessakh I apparatakh [The phenomenon of transfer in the processes and apparatus of chemical and food production materials II International Scientific and Practical Conference]. 2016. pp. 132-135. (in Russian)

15 Suhorukov D.V. Development of new technologies for the production of combined food products using centrifugal mixers of continuous operation. V knige: Prodovol'stvennajabezopastnost' Tezisy rabot finalistov Mezhdunarodnogo konkursa nauchno-issledovatel's kih proektov molodyhuchen yhistudentov. VII Evrazijskijjekonomicheskij forum molodezhi [Food safety The theses of works of finalists of the International competition of scientific research projects of young scientists and students. VII Eurasian Economic Forum of Youth] 2016. pp. 73-75. (in Russian)

16 Kolomnikova Y.P., Derkanosova A.A., Manukovskaya M.V., Litvinova E.V. Effect of non-traditional vegetable raw materials on the properties and biotechnological structure pastry. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET] 2015. no. 3. pp. 157–160. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Дмитрий М. Бородулин д.т.н., заведующий кафедрой, кафедра технологического проектирования пищевых производств, Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет), б-р Строителей, 47, г. Кемерово, Россия, borodulin_dmitri@list.ru

Дмитрий И. Киселев к.т.н., аспирант, кафедра технологического проектирования пищевых производств, Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет), б-р Строителей, 47, г. Кемерово, Россия, eidos-92@mail.ru

Маргарита Т. Шулбаева к.т.н., доцент, кафедра технологического проектирования пищевых производств, Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет), б-р Строителей, 47, г. Кемерово, 650056, Россия, sh-m-t@yandex.ru

Елена А. Вагайцева к.т.н., старший преподователь, кафедра технологического проектирования пищевых производств, Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет), б-р Строителей, 47, г. Кемерово, Россия, vagaitseva@mail.ru

Антон В. Шафрай к.т.н., старший преподователь, кафедра технологического проектирования пищевых производств, Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет), б-р Строителей, 47, г. Кемерово, Россия, shafraia@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 17.01.2018
ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 09.02.2018

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Dmitrij M. Borodulin Dr. Sci. (Engin.), head of the department, technological design of food production department, Kemerovo Institute of Food Science and Technology, Stroiteley Boulevard, 47, Kemerovo, 650056, Russia, borodulin_dmitri@list.ru

Dmitrij I. Kiselev Cand. Sci. (Engin.), graduate student, technological design of food production department, Kemerovo Institute of Food Science and Technology, Stroiteley Boulevard, 47, Kemerovo, 650056, Russia, eidos-92@mail.ru

Margarita T. Shulbaeva Cand. Sci. (Engin.), associate professor, technological design of food production department, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), Boulevard Stroiteley, 47, Kemerovo, 650056, Russia, sh-m-t@yandex.ru

Elena A. Vagaitseva Cand. Sci. (Engin.), associate professor, technological design of food production department, Kemerovo Institute of Food Science and Technology, Stroiteley Boulevard, 47, Kemerovo, 650056, vagaitseva@mail.ru

Anton V. Shafrai Cand. Sci. (Engin.), associate, technological design of food production department, Kemerovo Institute of Food Science and Technology, Stroiteley Boulevard, 47, Kemerovo, 650056, Russia, shafraia@mail.ru

CONTRIBUTION

All authors equally participated in writing the manuscript and responsible for the plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 1.17.2018
ACCEPTED 2.9.2018

Оригинальная статья/Original article

УДК 637.02

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-70-80

Обоснование параметров СВЧ установки для обеззараживания и отделения пуха от шкур кроликов

Евгений А. Шамин [1] evg.shamin4@gmail.com
Галина В. Новикова [1] NovikovaGalinaV@yandex.ru
Ольга В. Михайлова [1] ds17823@yandex.ru
Марьяна В. Белова [1] maryana_belova_803@mail.ru

[1] Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, ул. Октябрьская, 22, г. Княгинино, 606340, Россия

Реферат. Целью настоящей работы является обоснование параметров и режимов работы сверхвысокочастотной установки для отделения пуха со шкур кроликов в непрерывном режиме. В связи с поставленной целью решаются задачи: определить необходимую мощность электромагнитных излучений для снижения бактериальной обсемененности сырья; определить критическую напряженность электрического поля сверхвысокой частоты, обеспечивающую уничтожения микроорганизмов в сырье; согласовать величину напряженности электрического поля с собственной добротностью, объемом резонатора и производительностью установки; обосновать конфигурацию резонатора, обеспечивающую критическую напряженность электрического поля, высокую собственную добротность, радиогерметичность при непрерывном режиме работы установки; разработать СВЧ установку, реализующую микроволновую технологию отделения обеззараженного пуха со шкур кроликов. В работе применена теория электромагнитного поля сверхвысокой частоты (ЭМПСВЧ). Бактерицидный эффект воздействия ЭМПСВЧ исследовали согласно закону Ламберта–Бугера и по методике Соколова В.Ф. Обоснование критической напряженности электрического поля, обеспечивающей уничтожение микроорганизмов в сырье, проводили по методике Ю.В. Корчагина Разработку биконического резонатора, повышающего радиационную добротность при нагреве шкуры в непрерывном режиме проводили по методике О.О. Дробынина Обоснованы режимы работы СВЧ установки для обеззараживания и отделения пуха от шкур кроликов в непрерывном режиме при критической напряженности электрического поля и высокой собственной добротности биконического резонатора, обеспечивающего радиогерметичность. Приведены результаты вычисления распределения напряженности электромагнитного поля, плотности тока и добротности биконического резонатора, полученные по программе CSTMicrowaveStudios режиме переходного процесса. Развитие микроорганизмов прекращается только при обеспечении напряженности электрического поля в резонаторе выше 1,2 кВ/см. Усеченный биконический резонатор, объемом 350 л с собственной добротностью 9000, при мощности магнетронов 3200 Вт обеспечит напряженность электрического поля 1,2–1,5 кВ/см в объеме 55 л и снижение общего микробного числа в два раза при непрерывном режиме работы СВЧ установки. Разработанная СВЧ установка содержит горизонтально расположенный, симметричный усеченный биконический резонатор, внутри которого соосно установлена рабочая ветвь транспортера, выполненного из фторопластовой сеточной ленты. В области вершин конусов имеются щели, ширина которых больше ширины ленты, а высота щелей меньше, чем четверть длины волны. Магнетроны расположены в области оснований конусов, а на образующей одного конуса имеется пневмопровод, а другого – распылитель рассола.

Ключевые слова: СВЧ установка, биконический резонатор, критическая напряженность электрического поля, добротность, бактерицидный эффект, шкуры кроликов, рассол

Justification of parameters of microwave installation for decontamination and separation of fluff from the skins of rabbits

Evgenii A. Shamin [1] evg.shamin4@gmail.com
Galina V. Novikova [1] NovikovaGalinaV@yandex.ru
Olga V. Mikhailova [1] ds17823@yandex.ru
Mariana V. Belova [1] maryana_belova_803@mail.ru

[1] Nizhny Novgorod state engineering-economic University, Oktyabrskaya, 22, Knyaginino, 606340, Russia

Summary.The purpose of this work is to substantiate the parameters and modes of operation of the ultra-high-frequency plant for separating the down from the skins of rabbits in continuous mode. In connection with the goal, the following tasks are solved: to determine the required power of electromagnetic radiation to reduce the bacterial contamination of the raw material; to determine the critical intensity of the ultrahigh frequency electric field that ensures the destruction of microorganisms in the raw material; to agree on the magnitude of the electric field strength with its own quality, the volume of the resonator and the performance of the installation; to justify the configuration of the resonator, providing the critical electric field, high quality, radiopharmacist in the continuous mode of operation; to develop microwave installation, microwave technology implements the separation of disinfected feathers from skins of rabbits. In the work of the applied theory of the electromagnetic field of ultrahigh frequency (EFUF). The bactericidal effect of EFUF exposure was investigated according to the Lambert-booger law and the Sokolov V. F. method. The rationale for the critical electric field strength that ensures the destruction of microorganisms in raw materials, carried out by the method of Korchagin and the Development of a biconical resonator, enhancing radiation q-factor at heating the skins in continuous mode was carried out according to the method Drobinin O. Justified modes of operation of the microwave installation for decontamination and separation of fluff from the skins of rabbits in continuous mode at the critical electric field and high q-factor biconical resonator, providing radiopharmacist. The results of calculating the distribution of the electromagnetic field intensity, current density and q-factor of the biconical resonator obtained by the program CST Microwave Studio in the transient mode are presented. The development of microorganisms stops only when the electric field strength in the resonator is above 1.2 kV/cm. Truncated biconical resonator, with a volume of 350 l with its own q-factor of 9000, with the power of the magnetrons 3200 watts will provide the electric field strength of 1.2 m to 1.5 kV/cm in the amount of 55 liters, and reduced the total microbial number in half for continuous operation of the microwave installation.

Для цитирования

Шамин Е.А., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Белова М.В. Обоснование параметров СВЧ установки для обеззараживания и отделения пуха от шкур кроликов // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 1. С. 70–80. doi:10.20914/2310-1202-2018-1-70-80

For citation

Shamin E.A., Novikova G.V., Mikhailova O.V., Belova M.V. Justification of parameters of microwave installation for decontamination and separation of fluff from the skins of rabbits. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 1. pp. 70–80. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-1-70-80

The developed microwave plant contains a horizontally located, symmetrical truncated biconical resonator, inside which the working branch of the conveyor made of fluoropolymer mesh belt is coaxially installed. In the region of the cone vertices there are cracks whose width is greater than the width of the ribbon, and the height of the cracks is less than a quarter of the wavelength. Magnetrons are located in the base area of the cones, and the generator of one cone has a pneumatic line, and the other – a brine spray.

Keywords: microwave installation, biconical resonator, the critical electric field strength, q-factor, a bactericidal effect, the skins of rabbits, brine

Введение

Целевая программа «Развитие и увеличение производства продукции кролиководства в РФ на 2014–2020 годы» предусматривает объем финансирования по годам из средств федерального бюджета до 9 млрд. руб. (30%). В основном мясо кролика поставляют на рынок фермерские хозяйства, на их долю приходится 13–15 тыс. тонн в год. Промышленным способом в России производится не более 2,5–3 тыс. тонн в год [14, 16]. Сегодня у производителей возникают проблемы с реализацией кроличьего меха, так как достаточно высокие эксплуатационные затраты на выделку шкур, а прибыль от реализации пуха от одного кролика в год может составить 4–5 тыс. руб. В связи с этим разработка научно-обоснованной технологии и технических средств, обеспечивающих отделение волосяного покрова от шкуры кроликов в непрерывном режиме с сохранением качества пуха для фермерских хозяйств, актуальна.

Целью работы является обоснование параметров и режимов работы сверхвысокочастотной установки для отделения пуха со шкур кроликов в непрерывном режиме.

Задачи исследования:

1. Определить необходимую мощность электромагнитных излучений для снижения бактериальной обсемененности сырья.

2. Определить критическую напряженность электрического поля сверхвысокой частоты, обеспечивающую уничтожения микроорганизмов в сырье.

3. Согласовать величину напряженности электрического поля с собственной добротностью, объемом резонатора и производительностью установки.

4. Обосновать конфигурацию резонатора, обеспечивающую критическую напряженность электрического поля, высокую собственную добротность, радиогерметичность при непрерывном режиме работы установки.

5. Разработать СВЧ установку, реализующую микроволновую технологию отделения обеззараженного пуха со шкур кроликов.

Материалы и методы исследований

Основоположниками данного научного направления являются академики: И.Ф. Бородин, Д.С. Стребков, Л.Г. Прищеп и др. Продолжаются исследования по разработке и совершенствованию сверхвысокочастотной технологии и технических средств, для применения в сельском хозяйстве профессорами А.Н. Васильевым, С.В. Вендиным, Н.В. Цугленок и др. В работе применена теория электромагнитного поля сверхвысокой частоты (ЭМПСВЧ). Бактерицидный эффект воздействия ЭМПСВЧ исследовали согласно закону Ламберта–Бугера и по методике В.Ф. Соколова. Обоснование критической напряженности электрического поля, обеспечивающей уничтожение микроорганизмов в сырье, проводили по методике Ю.В. Корчагина. Разработку биконического резонатора, повышающего радиационную добротность при нагреве шкуры в непрерывном режиме проводили по методике О.О. Дробынина.

Результаты исследования и обсуждения

Элементы теории по обеззараживания сырья. Принцип обеззараживание сырья основан на его прозрачности для сантиметровых волн, и на способности уничтожить микроорганизмы в сырье. Действие электромагнитных излучений (ЭМИ) на бактерии носит биохимический характер, а бактерицидный эффект воздействия связан с изменениями, происходящими в самих микроорганизмах. Известно, что под воздействием ЭМПСВЧ вегетативные виды бактерий уничтожаются. Согласно закону Ламберта–Бугера, при прохождении потока волн через сырье происходит его изменение, по эмпирически установленной зависимости [12]:

$$Б = Б_o \cdot e^{-P \cdot t/k}, \qquad (1)$$

где $Б_o$, $Б_{доп}$ – общее микробное число в сырье до и после воздействия ЭМПСВЧ, КОЕ/мл; P – интенсивность потока мощности излучений, Вт/см^2; t – продолжительность воздействия ЭМПСВЧ; с; k – коэффициент сопротивляемости бактерий (палочек коли), находящихся в сырье, мкВт×с/см^2.

Бактерицидный эффект, характеризуемый отношением $Б/Б_o$ зависит от количества затрачиваемой энергии $P \times t$, т. е. от дозы воздействия ЭМПСВЧ. При этом следует учитывать значение коэффициента поглощения, которое зависит от длины волны и диэлектрических свойств сырья. Коэффициент поглощения электромагнитных излучений кожей составляет [3, 17]:

$$\alpha = \frac{\pi \cdot \sqrt{\varepsilon} \cdot tg\delta}{\lambda} = \frac{3{,}14 \cdot \sqrt{28...33} \cdot 0{,}428}{12{,}24} = \\ = (0{,}58...0{,}63)\frac{1}{\text{см}}, \quad (2)$$

где λ – длина волны, равная 12,24 см; ε – диэлектрическая проницаемость кожи (28–33, при температуре 0–60 °С); $tg\delta$ – тангенс угла диэлектрических потерь сырья (0,428). В связи с тем, что микроорганизмы на 80% состоят из воды, коэффициент поглощения которой составляет a = (0,1–0,2) см$^{-1}$.

Равномерный нагрев сырья происходит, если его толщина не превышает удвоенного значения глубины (γ) проникновения ЭМПСВЧ, т. е. 3,34 см:

$$\gamma = \frac{9{,}55 \cdot 10^9 \cdot}{tg\delta\sqrt{\varepsilon}} = \\ = \frac{9{,}55 \cdot 10^9}{0{,}428 \cdot 2450 \cdot 10^6 \sqrt{28...33}} = 1{,}72 \text{ см}. \quad (3)$$

Определяем необходимую мощность электромагнитных излучений для снижения бактериальной обсемененности сырья с 1 млн. КОЕ/г до ПДУ (500 тыс. КОЕ/г), содержащего бактерии коли (k = 2400 – 2500 мкВт×с/см^2) при производительности установки Q = 10 кг/ч (9,25 см^3/с, 30–35 шкур/ч) и КПД = 0,75, по формуле В.Ф. Соколова [12]:

$$P = -\frac{\text{Q}\alpha k \ln\left(\frac{Б_{доп}}{Б_0}\right)}{\eta} = \\ = -\frac{9{,}25 \cdot 0{,}15 \cdot 2400 \ln\left(\frac{500 \cdot 10^3}{1000 \cdot 10^3}\right)}{0{,}75} = 3077 \text{ Вт}. \quad (4)$$

Необходимое количество СВЧ генераторов, мощностью 800 Вт для снижения степени обсемененности сырья в два раза, составит: N = 3077/800 =4 шт. Т.е. для снижения общего микробного числа в два раза потребуется мощность СВЧ генератора в пределах 3,1 кВт.

Далее, проанализируем при какой напряженности электрического поля в резонаторе, прекращается размножение микроорганизмов.

Теоретическое обоснование напряженности электрического поля, обеспечивающей обеззараживание шкуры, проводили по методике Ю.В. Корчагина [9]. Известно, что энергия ЭМПСВЧ очень сильно поглощается водой, являющейся одним из основных компонентов любого микроорганизма (бактерии на 80% состоят из воды, содержание воды в спорах бактерий составляет 5–15%). При этом нагрев осуществляется за счет тепловой энергии, выделяющейся в объеме самого микроорганизма, обладающего высоким тепловым сопротивлением, и поэтому оказываются беззащитными перед внутренним тепловыделением. Защитные оболочки микроорганизмов препятствуют отводу тепла из внутреннего объема, тем не мене для их уничтожения требуется достаточно высокая напряженность электрического поля. Это можно обеспечить при использовании либо мощных генераторов (более 4–5 кВт), либо нескольких генераторов малой мощности с воздушным охлаждением, излучатели которых направлены в один резонатор нетрадиционной конфигурации. Можно также уменьшить объем резонатора до 0,5 л, но это снижает практическое применение в фермерских хозяйствах. В объемных резонаторах (17–28 л), традиционных микроволновых печей, возбуждается электрическое поле напряженностью не более 0,2 кВ/см, что намного ниже критической напряженности для микроорганизмов. Поэтому разрабатываем микроволновую технологию обеззараживания сырья с использованием маломощных генераторов (700–800 Вт) и объемных резонаторов нетрадиционной конфигурации, обеспечивающих критическую напряженность электрического поля, например, квазистационарные, тороидальные, биконические резонаторы и др. [2, 8]. При разработке СВЧ установок используем маломощные магнетроны, рабочая частота которых отличается не более, чем на 20% от собственной резонансной частоты объемного резонатора.

Проведем оценку напряженности электрического поля СВЧ диапазона, достаточной для снижения развития микроорганизмов, путем непосредственного диэлектрического нагрева содержащейся в них воды [3, 9, 10]. Определяем мощность нагрева микроорганизма при воздействии ЭМПСВЧ. Оценим поглощающую способность *кожи и воды* при разных напряженностях электрического поля:

$$P = (E^2 \cdot \varepsilon_o \cdot \varepsilon \cdot \omega \cdot \text{tg}\delta), \text{ Вт/см}^3, \quad (5)$$

где E – напряженность электрического поля в сырье, В/см; ε_o – абсолютная диэлектрическая проницаемость вакуума ($8{,}85 \cdot 10^{-14}$ Ф/см); ε – относительная диэлектрическая проницаемость кожи равна 28 (при температуре 20 °С, влажности 46–47%, частоте 2450 МГц); $tg\delta$ – тангенс угла диэлектрических потерь кожи – 0,428, k – фактор потерь –12;$\omega = 2\pi f$, 1/с; f – частота ЭМП, Гц (2450 МГц) [11].

Кожа:

$$P = (500^2 \cdot 8{,}85 \cdot 10^{-14} \cdot 28 \cdot 6{,}28 \cdot 2450 \cdot 10^6 \cdot 0{,}428) = \\ = 399{,}6 \text{ Вт/см}^3.$$

$$P = (1000^2 \cdot 8{,}85 \cdot 10^{-14} \cdot 28 \cdot 6{,}28 \cdot 2450 \cdot 10^6 \cdot 0{,}428) = \\ = 16315 \text{ Вт/см}^3.$$

Диэлектрические параметры ***воды*** при частоте 2450 МГц и при изменении температуре от 15 до 45 °С составляют:

ε = 78,8–70,7, (среднее 74,75);

$tg\delta$ = 0,2–0,11 (среднее 0,153);

k = 16,15–7,49 (среднее 11,82) [3, 11].

Вода:

$$P = (500^2 \cdot 8{,}85 \cdot 10^{-14} \cdot 74{,}75 \cdot 6{,}28 \cdot 2450 \cdot 10^6 \cdot 0{,}153) = 381{,}37 \text{ Вт/см}^3.$$

$$P = (1000^2 \cdot 8{,}85 \cdot 10^{-14} \cdot 74{,}75 \cdot 6{,}28 \cdot 2450 \cdot 10^6 \cdot 0{,}153) = 15574 \text{ Вт/см}^3.$$

Результаты расчета сведены в таблицу 1, а на рисунке 1 приведены графики, характеризующие зависимость генерируемой мощности в коже и в воде от напряженности электрического поля при частоте 2450 МГц.

Известно, что размеры микроорганизма равны (2–3)х(0,3–0,8) мкм, т. е. средний радиус равен (0,5–0,7)×10^{-6}м. [9]. Зная, что потери мощности пропорциональны *площади* поверхности микроорганизма, а поглощаемая мощность диэлектрических потерь пропорциональна его *объему*, поэтому предварительно вычислим объем и площадь поверхности микроорганизма.

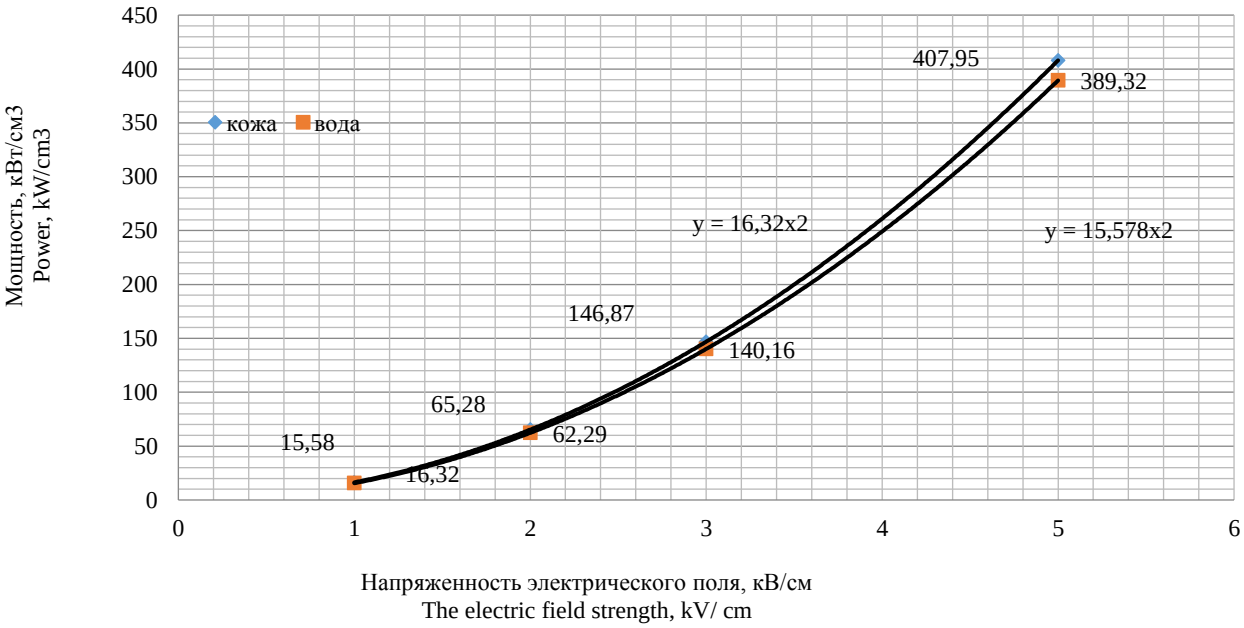


Рисунок 1. Зависимость генерируемой удельной мощности в коже и в воде от напряженности электрического поля при частоте 2450 МГц

Figure 1. Dependence of the generated specific power in the skin and water on the electric field strength at a frequency of 2450 MHz

Если радиус микроорганизма принять равным $0{,}5 \cdot 10^{-6}$ м, тогда объем и площадь составляют:

$$V = 4 \cdot \pi \cdot r^3 / 3 = [4 \cdot \pi \cdot (0{,}5 \cdot 10^{-6})^3]/3 = 0{,}523 \cdot 10^{-18} \text{ м}^3; \quad (6)$$

$$S = 4 \cdot \pi \cdot r^2 = 4 \cdot 3{,}14 \cdot (0{,}5 \cdot 10^{-6})^2 = 3{,}14 \cdot 10^{-12} \text{ м}^2.$$

Проведем сравнительный анализ значений потерь мощности за счет теплопередачи и мощности диэлектрических потерь микроорганизмов, при воздействии ЭМПСВЧ. *Определяем мощность тепловых потерь с поверхности микроорганизма.* Она зависит от свойств окружающей среды, от теплопроводности материала, разности температур тела и окружающей среды, площади поверхности микроорганизма.

$$q_{тепл} = \lambda \cdot S \cdot gradT = 0{,}023 \cdot 3{,}14 \cdot 10^{-12} \cdot 0{,}07/0{,}5 \cdot 10^{-6} = 1 \cdot 10^{-8} \text{ Вт}, \quad (7)$$

где λ – коэффициент теплопроводности волосяного покрова, Вт/м×К (воздуха 0,023 Вт/м×К; S – площадь поверхности микроорганизма, м^2; $gradT$ – градиент температуры (разница температур между микроорганизмом и окружающей средой, отнесенный к радиусу микроорганизма, 0,07/r),К.

Потери на тепловое излучение при температуре поверхности микроорганизма:

$$q_{изл} = \sigma S T^4 = 5{,}7\ 10^{-8} \cdot 3{,}14 \cdot 10^{-12} \cdot 323^4 = 1{,}04 \cdot 10^{-15}, \text{ Вт},$$

где σ – излучательная способность абсолютно черного тела (5,7×10^{-8} Вт/м$^{2\cdot o}$К^4); T – абсолютная температура поверхности кожи, 50 +273 = 323 К.

Расчеты показывают, что потерями на тепловое излучение можно пренебречь. Результаты расчета мощности диэлектрических потерь при разных напряженностях электрического поля и радиусе микроорганизма $0{,}5 \cdot 10^{-6}$ м, сведены в таблице 1. Сравнительные графики, описывающие зависимость мощности диэлектрических потерь и мощности тепловых потерь от напряженности электрического поля при радиусе микроорганизмов 0,5 мкм, приведены на рис. 2.

Зависимость мощности диэлектрических потерь от напряженности электрического поля при радиусе микроорганизма 0,5 мкм можно выразить эмпирической формулой $P = 0{,}327 \cdot E^{2{,}86}$, где P – мощности диэлектрических потерь, 10^{-8} Вт; E – напряженность электрического поля, кВ/см.

Таблица 1.

Мощность диэлектрических потерь при разных напряженностях электрического поля и радиусе микроорганизма $0{,}5 \cdot 10^{-6}$ м (объем $0{,}523 \cdot 10^{-12}$ см^3, влажность 80%)

Table 1.

Capacity of dielectric loss at different intensities of the electric field and the radius of the microorganism is 0.5×10^{-6} meters (volume 0.523 accordingly$\times 10^{-12}$ cm^3, humidity 80%)

E, В/см E, V/cm	P, Вт/см^3 (кожа) P, W/cm^3 (skin)	P, Вт/см^3 (вода) P, W/cm^3 (water)	Мощность диэлектрических потерь в воде, Вт Power of dielectric losses in water, W
500	400	381	$0{,}02 \cdot 10^{-8}$
1000	16315	15574	$0{,}88 \cdot 10^{-8}$
2000	65274	62285	$3{,}26 \times 10^{-8}$
3000	146864	140157	$7{,}33 \cdot 10^{-8}$
5000	146864	389322	$20{,}36 \cdot 10^{-8}$
Мощность тепловых потерь | Power of heat losses $q_{\text{тепл.}} = 0{,}45 \cdot 3{,}14 \cdot 10^{-12} \cdot 0{,}0722 = 1 \cdot 10^{-8}$ Вт| W			

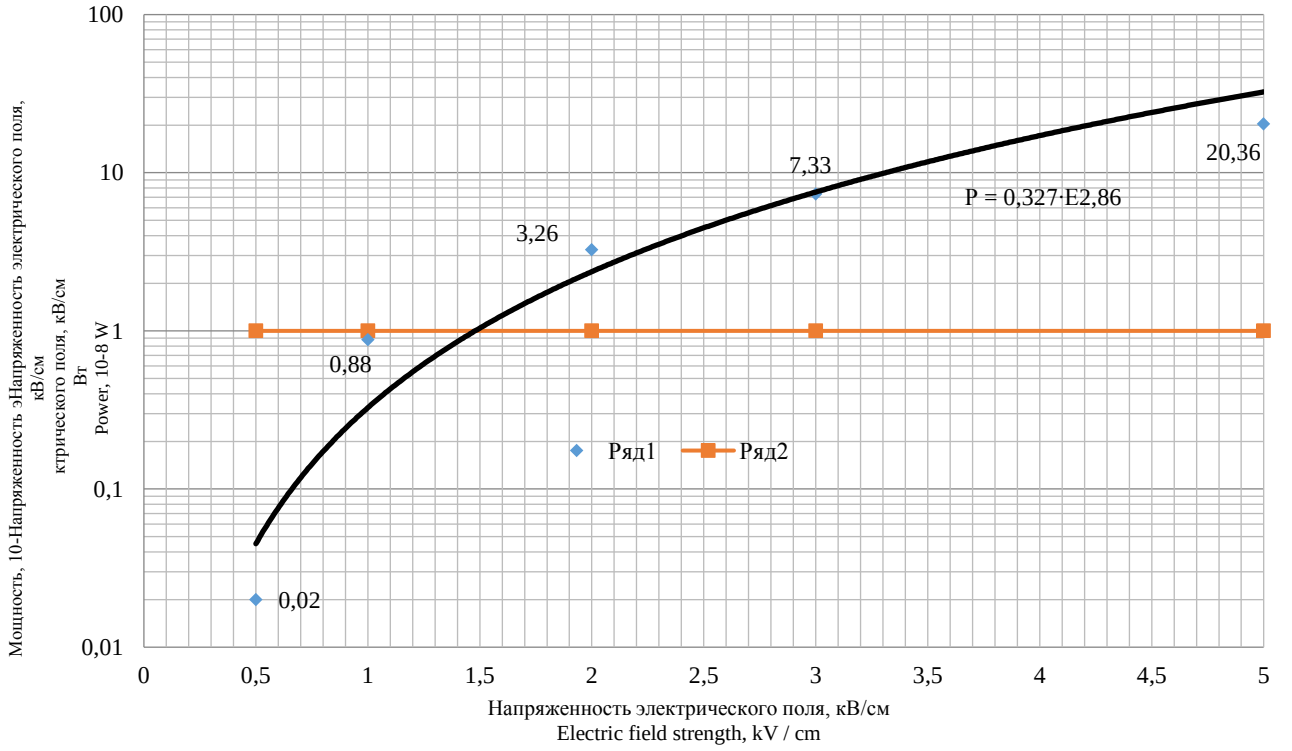


Рисунок 2. Графики, описывающие зависимость мощности диэлектрических потерь (ряд 1) и мощности тепловых потерь (ряд 2) от напряженности электрического поля при радиусе микроорганизма 0,5 мкм

Figure 2. Graphs describing the dependence of the power of dielectric loss (number 1) and power heat losses (number 2) from the electric field if the radius of the microorganism is 0.5 microns

Из анализа графиков вытекает, что критическая напряженность электрического поля составляет 1,5 кВ/см. Тогда при напряженности электрического поля, выше 1,2 кВ/см, следует ожидать прекращение размножения микроорганизмов в шкуре кролика. Напряженность 1,5 кВ/см на много меньше пробивной напряженности электрического поля в диапазоне СВЧ излучений, равной 30 кВ/см [1]. Итак, значение критической напряженности электрического поля, выше которой происходит уничтожение микроорганизмов в сырье можно определить по формуле: [9] :

$$E_{кр} = \sqrt{\frac{\lambda \cdot s \cdot grad\, T}{\varepsilon_0 \cdot tg\delta \cdot \varepsilon \cdot 2 \cdot \pi \cdot f \cdot V_{микроор.}}}, \text{В/м}. \quad (9)$$

Далее проводим согласование объема резонатора с критической напряженностью электрического поля, собственной добротностью и с мощностью СВЧ генератора. В цилиндрических резонаторах, возбуждаемых на моде колебаний TM_{010}, напряженность электрического поля определяется по формулам [1, 10]:

$$E_{в\ сырье} = \sqrt{\frac{Q \cdot P}{0,27 \cdot \varepsilon_0 \cdot \varepsilon \cdot 2\pi \cdot f \cdot V_{сырья}}}, \frac{B}{м}; \qquad E_{в\ резон.} = \sqrt{\frac{Q \cdot P}{0,27 \cdot \varepsilon_0 \cdot 2\pi \cdot f \cdot V_{резон.}}}, \frac{B}{м}. \quad (10)$$

где $V_{рез.}$ – объем резонатора, м^3; $V_{сырья.}$ – объем сырья, м^3; f – частота электромагнитного поля, Гц; Q – собственная добротность резонатора; P – мощность генератора, Вт.

Если принять собственную добротность резонатора, равной 9000, то можно определить какой может быть объем резонатора и объем сырья, чтобы обеспечить напряженность электрического поля, равной (1,2–1,5) кВ/см, при мощности генератора 3200 Вт (четыре генератора, мощностью по 800 Вт).

$$V_{резон.} = \frac{7000 \cdot 3200}{0,27 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 2450 \cdot 10^6 \left[(1,2...1,5) \cdot 10^5\right]^2} = (271...423) \cdot 10^{-3}\ м^3 \approx 350\ л. \quad (11)$$

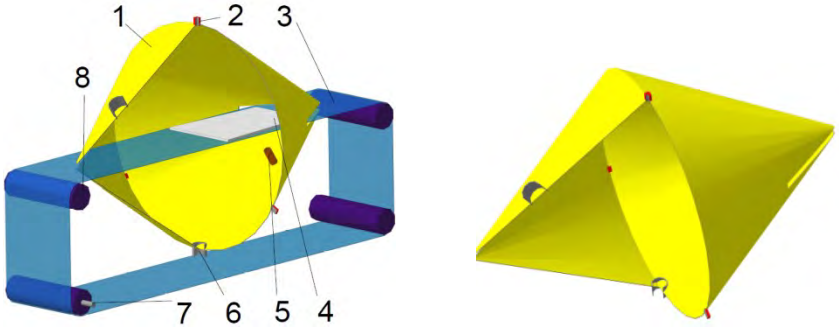
Если собственную добротность резонатора увеличить до 10000 за счет использования лучшей отражающей поверхности и особой конфигурации, и направить три излучателя в резонатор, то необходимую напряженность электрического поля можно обеспечить также в объеме 350 л.

$$V_{резон.} = \frac{Q \cdot P}{0,27 \cdot \varepsilon_0 \cdot 2\pi \cdot f \cdot E^2} = \frac{9000 \cdot 2400}{0,27 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 6,28 \cdot 2450 \cdot 10^6 \left[(1,2...1,5) \cdot 10^5\right]^2} = (266,5...416,5) \cdot 10^{-3}\ м^3 \approx 350\ л. \quad (12)$$

$$V_{сырья} = \frac{Q \cdot P}{0,27 \cdot \varepsilon_0 \cdot \varepsilon \cdot 2\pi \cdot f \cdot E^2} = \frac{9000 \cdot 2400}{0,27 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 28 \cdot 6,28 \cdot 2450 \cdot 10^6 \left[(1,2...1,5) \cdot 10^5\right]^2} = (9,5...14,8) \cdot 10^{-3}\ м^3. \quad (13)$$

Если мощность излучателя всего 2400 Вт, тогда существенно снизить бактериальную обсемененность не удастся по теории В.Ф. Соколова (см. формулу 4). Именно поэтому, полученные теоретические результаты можно реализовать в биконическом резонаторе с собственной добротностью 9000 и объёмом до 55 л, обеспечивая напряженность электрического поля до 1,2–1,5 кВ/см при мощности четырех СВЧ генераторов 3200 Вт.

Известно, что открытый биконический резонатор обеспечивает непрерывный режим работы, повышая радиационную добротность [5, 6]. Характерной особенностью такого резонатора является наличие в резонансном объеме областей с резко выраженным экспоненциальным законом изменения электромагнитного поля. Это позволяет удалить часть поверхности без существенных потерь добротности для некоторых типов колебаний и тем самым реализовать открытую резонансную систему. К тому же биконические резонаторы по сравнению с цилиндрическим резонатором исключают вырождение паразитных типов колебаний, что позволяет достичь высоких значений добротности. Соответствующим выбором угла при вершине конуса можно сформировать электромагнитное поле, сконцентрированное в основном в центральной области резонатора. В средней части таких резонаторов существуют волны, постоянное распространение которых уменьшается в случае удаления от центра резонатора. Вблизи тех сечений, для которых выполняются критические условия, образуются поверхности, где наблюдается практически полное отражение волн. Поскольку эти поверхности находятся внутри резонатора, излучение из открытых концов значительно уменьшается. Излучатели СВЧ энергии следует располагать в области максимального диаметра резонатора, т. е. оснований конусов [5, 6]. Разработанная СВЧ установка содержит горизонтально расположенный, симметричный биконический резонатор (рисунок 3).



(a) (b)

Рисунок 3. Установка с биконическим резонатором для отделения волосяного покрова от шкур кроликов в непрерывном режиме при распылении рассола: а) общий вид; б) биконический резонатор; 1 – симметричный биконический резонатор; 2 – магнетроны; 3 – транспортер из диэлектрического материала в виде сеточной ленты; 4 – шкура кролика; 5 – распылитель рассола; 6 – патрубок для слива рассола; 7 – вал электродвигателя; 8 – опорные ролики

Figure 3.Installation with biconical resonator to separate the hair from the skins of rabbits in continuous mode when spraying brine:a) General view; b) biconical resonator; 1-symmetrical biconical resonator; 2-magnetrons; 3-conveyor of dielectric material in the form of mesh tape; 4-shku-RA rabbit; 5 – spray brine; 6 – pipe for brine drain; 7-shaft electric motor La; 8-support rollers

Внутри него соосно установлена рабочая ветвь транспортера 3, выполненного из фторопластовой сеточной ленты. Холостая ветвь транспортера проложена за пределом биконического резонатора 1, имеющего в области вершин щели, ширина которых больше ширины ленты, а высота щелей меньше, чем четверть длины волны. Магнетроны 2 СВЧ генераторов расположены в области оснований конусов со сдвигом по периметру, а на образующей одного конуса над рабочей ветвью транспортера имеется пневмопровод 9.

На образующей другого конуса биконического резонатора под рабочей ветвью транспортера установлен распылитель рассола 5. Патрубок для слива рассола 6 расположен в области максимального диаметра оснований биконического резонатора, под верхней ветвью транспортерной ленты. Внутри биконического резонатора перемещается с помощью транспортера шкура, мездровая сторона которой вымочена рассолом определенной концентрации. При включении СВЧ генераторов возбуждается в симметричном биконическом резонаторе ЭМПСВЧ. Распаренная шкура в ЭМПСВЧ создает такие условия, что происходит смягчение кожи, расширение пор, быстрое разрушение волосяных луковиц и высвобождение волос [14, 15]. Пневмонасос обеспечивает транспортировку отделенного пуха в циклон. В процессе распыления рассола через сеточную ленту, остатки рассола стекают через сливной патрубок 6 в специальную емкость.

Проанализируем резонансные свойства микроволновых резонаторов с коническими элементами. Конструкция резонаторов должна обеспечить: единственный рабочий тип колебаний в выбранном частотном диапазоне; минимальное уменьшение добротности резонатора при возрастании коэффициента заполнения резонатора; постоянство коэффициента передачи резонатора [5, 6].

Известно, что наиболее распространенными объемными резонаторами являются круглые цилиндрические резонаторы с рабочим типом колебаний H_{01} [4, 7, 13]. Путем подбора соотношения геометрических размеров элементов резонатора можно обеспечить выполнение основных требований, предъявляемых к резонаторам. Однако даже при эффективных параметрах цилиндрического резонатора, вырождение типов колебаний H_{01} и E_{111} происходит. Для подавления паразитного типа колебаний E_{111} используют различные технические решения, усложняющие конструкции резонатора. В работах О.О. Дробахина показано, что в объемных резонаторах, содержащих участки с конической образующей, вырождение этих типов колебаний можно устранить [5, 6]. Поэтому проводим анализ резонансных свойств биконического резонатора, состоящего из двух конических элементов с общим основанием. Обозначим диаметр основания D, углы конусов при вершине Θ, общую длину L, диаметры критических сечений d.

Теоретические расчеты. Принятую величину собственной добротности 7000, необходимо рассчитать через конструкционные параметры усеченного биконического резонатора, т. е. через его геометрический объем и площадь поверхности. Схема усеченного биконического резонатора для отделения волосяного покрова от шкур кроликов с указанием размеров, обеспечивающих реализацию рассчитанных технологических параметров, приведена на рисунке 4.

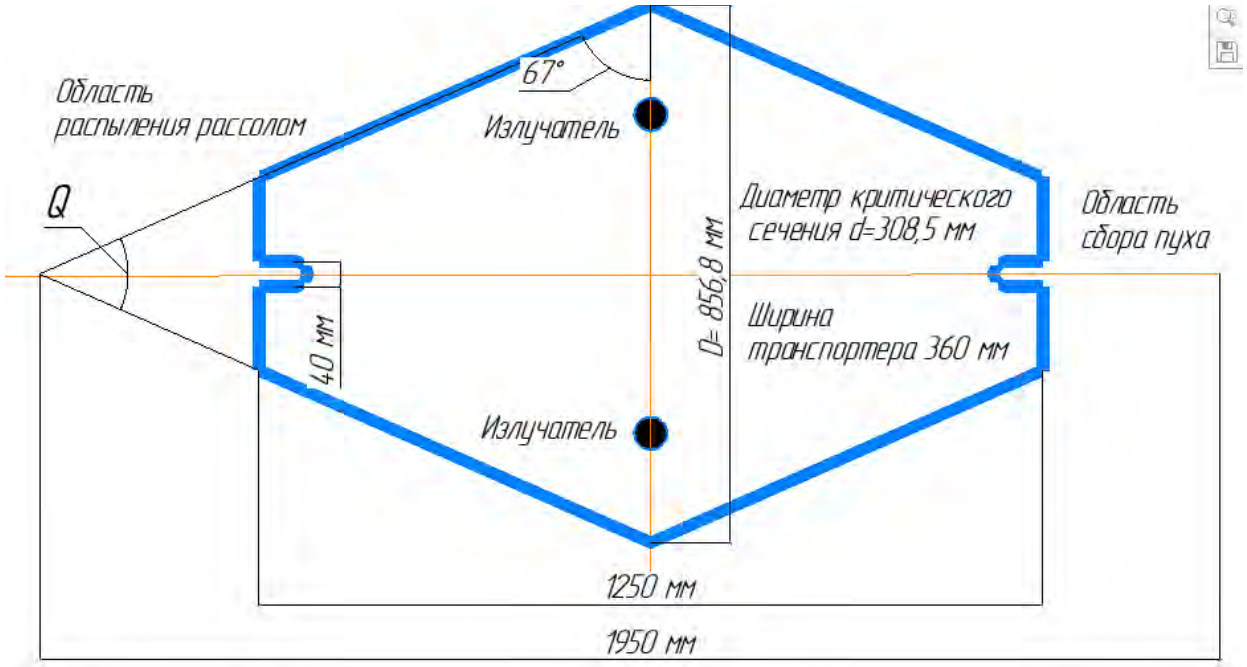


Рисунок 4. Схема биконического резонатора для отделения волосяного покрова от шкур кроликов
Figure 4. The scheme of the biconical resonator for separating the hair from the skins of rabbits

По предварительным расчетам, принимаем диаметр основания биконического резонатора семикратным длине волны, т. е. 85,68 см; высоту конуса 100 см, а длину центральной оси – 200 см. Если принять ширину сеточного транспортера 36 см, и учесть высоту щели для прохождения транспортера с шкурой, равной 10 см, то длина биконического резонатора составит 125 см. Причем диаметр критического сечения равен 0,72×85,68 = 30,85 см. Тогда будет образован усеченный конус, где на малом основании имеется вырез, размером 10х36 см. Следовательно, для прохождения сеточного транспортера, шириной 36 см, необходимо образующую усеченного конуса вырезать на глубину 5,15 см (36–30,85 = 5,15 см). Угол наклона образующей усеченного конуса 67 градусов.

Известно, что запас энергии в резонаторе пропорционален его объему, а энергия потерь пропорциональна объему, в котором они происходят (произведение площади поверхности резонатора на толщину поверхностного слоя). Следовательно, для любого вида колебания в объемном резонаторе, его добротность можно приблизительно вычислить. Это удвоенное отношение объема, в котором запасается энергия электромагнитного поля, к объему, в котором она расходуется, т. е. к объему, занимаемому поверхностным слоем во всех стенках резонатора [10]:

$$Q = 2 \cdot \frac{V}{S \cdot \Delta} \cdot K, \qquad (14)$$

где V – объем биконического резонатора, м^3; S – площадь внутренней поверхности, ограничивающей объем резонатора, м^2; K – геометрический множитель, учитывающий снижение добротности резонатора, из-за щели; Δ – толщина поверхностного слоя, м.

Толщина поверхностного слоя при изготовлении биконического резонатора из алюминия определяется по формуле [10]:

$$\Delta = \frac{66 \cdot 10^{-2} \sqrt{\frac{\sigma_{меди}}{\sigma}}}{\sqrt{f}} = \frac{66 \cdot 10^{-2} \sqrt{\frac{57,14}{35,72}}}{\sqrt{2450 \cdot 10^6}} = 1,68 \cdot 10^{-5}\, м. \qquad (15)$$

где σ – удельная проводимость алюминия (35,72 м/Ом×мм^2); $\sigma_{меди}$ – удельная проводимость меди (57,14 м / Ом ·мм^2), f – частота электромагнитного поля, Гц.

Вычислим объем, площадь поверхности и собственную добротность биконического *резонатора:*

$$V = \frac{2}{3} \cdot \pi \cdot r^2 \cdot h = \frac{2}{3} \cdot 3,14 \cdot \left(\frac{85}{2}\right)^2 \cdot \frac{195}{2} = 368655,6\, см^3 = 368,6\, л. \qquad (16)$$

Образующая конуса:

$$l = \sqrt{\left(\frac{195}{2}\right)^2 + \left(\frac{85}{2}\right)^2} = 106,36 \text{ см}.$$

Боковая площадь поверхности биконического резонатора:

$$S = 2\pi rl = 2 \cdot 3,14 \cdot \frac{85}{2} \cdot 106,36 = 28387,5 \text{ см}^2. \quad (17)$$

Собственная добротность биконического резонатора:

$$Q = 2 \cdot \frac{V}{S \cdot \Delta} \cdot K = 2 \cdot \frac{0,3686}{2,84 \cdot 1,68 \cdot 10^{-5}} \cdot 0,7 = 10816. \quad (18)$$

Вычислим объем и площадь поверхности *усеченного биконического резонатора* (выполненного в виде двух усеченных конусов):

$$\begin{aligned} V_{\text{усеч. бикон.}} &= \frac{2}{3}\pi h\left(R^2 + r^2 + Rr\right), \\ S_{\text{усеч. бикон.}} &= 2\pi\left(R + r\right)l + \pi R^2 + \pi r^2, \end{aligned} \quad (19)$$

где V – объем, S – площадь поверхности, h – высота конуса, l – длина образующей, R – радиус большого основания, r – радиус малого основания.

Объем усеченного биконического резонатора:

$$V_{\text{усеч. бикон.}} = \frac{2}{3}\pi h\left(R^2 + r^2 + Rr\right) = \frac{2 \cdot 3,14}{3} \cdot \frac{125}{2} \cdot$$

$$\cdot\left(\left(\frac{85,68}{2}\right)^2 + \left(\frac{30,85}{2}\right)^2 + \left(\frac{85,68}{2}\right) \cdot \left(\frac{30,85}{2}\right)\right) = \quad (20)$$

$$= 357690 \text{ см}^3 \approx 360 \text{ л}.$$

Образующая отсекаемого конуса

$$l_1 = \frac{30,85}{2 \cdot \cos 67} = 39,45 \text{ см}.$$

Площадь поверхности усеченного биконического резонатора:

$$S_{\text{усеч. бикон.}} = 2\pi\left(R + r\right)l + \pi R^2 + \pi r^2 =$$

$$= 6,28\left(\frac{85,68}{2} + \frac{30,85}{2}\right) \cdot \left(106,36 - 39,45\right) + \quad (21)$$

$$+3,14\left(\frac{85,68}{2}\right)^2 + 3,14\left(\frac{30,85}{2}\right)^2 = 30992 \text{ см}^2.$$

Ожидаемая собственная добротность усеченного биконического резонатора:

$$Q = 2\frac{V}{S\Delta}K = 2 \cdot \frac{0,3577}{3,1 \cdot 1,68 \cdot 10^{-5}} 0,7 = 9647. \quad (22)$$

Исследования показывают, что уменьшение высоты резонатора не влияет на его резонансную частоту, но сильно уменьшает его собственную добротность. Собственная добротность усеченного биконического резонатора (9647) всего на 10% меньше, чем добротность биконического резонатора (10816), т. е. существенное изменение добротности не происходит. Реальное значение собственной добротности усеченного биконического резонатора будет ниже расчетного на 10–20% из-за шероховатости поверхности резонатора и щели, т. е. в пределах 7000–9000.

Итак, усеченный биконический резонатор, объемом 350 л с собственной добротностью 7000, при мощности магнетронов 3200 Вт обеспечит напряженность электрического поля 1,2–1,5 кВ/см только в объеме 55 л, и снижение общего микробного числа в два раза. Основные технические характеристики разрабатываемой установки, следующие: потребляемая мощность СВЧ генераторов 4,8 кВт; ожидаемая производительность установки 35–45 шт./ч; удельные энергетические затраты 0,25–0,39 кВт· ч/кг.

Если диаметр открытого торца d биконического резонатора равен половине диаметра основания D, то радиогерметичность сильно нарушается и его применять нельзя. Известно, что за пределами критических сечений выбранный тип волны не распространяется [5]. Если приравнять постоянной распространения волны к нулю, то можно вычислить координаты критических сечений, для выбранного типа колебаний при передвижении транспортера вдоль центральной оси.

Пользуясь программой CST Microwave Studio, вычисляем распределение напряженности электромагнитного поля в усеченном биконическом резонаторе с четырьмя источниками и его добротность. Анализ показывает, что собственная добротность усеченного биконического резонатора, равная 9000 достигается при выбранных конструкционных размерах и при этом напряженность электрического поля достигает до 1,5 кВ/см можно обеспечить в объеме 55 л.

Изменение геометрических размеров биконического резонатора и транспортера приводит к смещению резонансных параметров, а изменение продольного положения транспортера существенно не меняет резонансные параметры. Повышение угла конического участка приводит к возрастанию добротности; длину резонатора можно регулировать при постоянных диаметрах оснований конусов. Перемещение транспортера в биконическом резонаторе минимально деформирует структуру электрических полей.

Заключение

1. Размножение микроорганизмов прекращается только при обеспечении напряженности электрического поля в резонаторе выше 1,2 кВ/см.

2. Усеченный биконический резонатор, объемом 350 л, с собственной добротностью 9000, при мощности генераторов 3200 Вт обеспечит напряженность электрического поля 1,2–1,5 кВ/см в объеме 55 л и снижение общего микробного числа в два раза при непрерывном режиме работы СВЧ установки с энергетическими затратами до 0,39 кВт· ч/кг.

3. Разработанная СВЧ установка, производительностью до 45 шт./ч содержит горизонтально расположенный, симметричный усеченный биконический резонатор, внутри которого соосно установлена рабочая ветвь транспортера, выполненного из фторопластовой сеточной ленты. В области вершин конусов имеются щели, ширина которых больше ширины ленты, а высота щелей меньше, чем четверть длины волны. Магнетроны СВЧ генераторов расположены в области оснований конусов со сдвигом по периметру, а на образующей одного конуса, над рабочей ветвью транспортера, имеется пневмопровод. На образующей другого конуса под рабочей ветвью транспортера установлен распылитель рассола.

Возможные направления исследований

На основе стратегической программы исследований «СВЧ технологии», утвержденной 17.12.2012 г. Департаментом радиоэлектронной промышленности РФ, активно ведутся работы по созданию СВЧ установок. Тем не менее, анализ новейших разработок ведущих мировых производителей позволяет выявить основные тенденции развития рынка СВЧ установок. Это устройства на основе алмазных структур, обладающих уникальными теплопроводными свойствами и радиогерметичностью.

Наша научная школа стремится создать широкую гамму объемных резонаторов, обеспечивающих радиогерметичность СВЧ установки при непрерывном технологическом процессе и снизить габаритные размеры, повысить стабильность режимных параметров.

ЛИТЕРАТУРА

1 Мак-Доналд А. СВЧ-пробой в газах. М.: Мир, 1969. 167 с.

2 Белова М.В. Разработка сверхвысокочастотных установок для термообработки сельскохозяйственного сырья. М.: ВИЭСХ, 2016. 40 с.

3 Гинзбург А.С. Расчет и проектирование сушильных установок пищевой промышленности. М.: Агропромиздат, 1985. 336 с.

4 Григорьев А.Д. Электродинамика и микроволновая техника. СПб.: Лань, 2007. 704 с.

5 Дробахин О.О., Плаксин С.В., Рябчий В.Д., Салтыков Д.Ю. Техника и полупроводниковая электроника СВЧ. Севастополь: Вебер, 2013. 322 с.

6 Дробахин О.О. Резонансные свойства аксиально-симметричных микроволновых резонаторов с коническими элементами // Радиофизика радиоастрономия. 2009. Т. 14. С. 433–441.

7 Коломейцев В.А., Кузьмин Ю.А., Никуйко Д.Н., Захаров А.А. Электродинамические и тепловые свойства микроволновых печей при различных способах и системах возбуждения электромагнитного поля в рабочей камере // Вопросы электротехнологии. 2014. № 2(3). С. 28–34.

8 Новикова Г.В., Жданкин Г.В., Михайлова О.В., Белов А.А. Анализ разработанных сверхвысокочастотных установок для термообработки сырья // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2016. № 4 (42). С. 89–93.

9 Патент № 2161505. Способ стерилизации материалов при помощи СВЧ излучения с высокой напряженностью поля и устройство для реализации способа. URL: http://ru-patent.info/21/60–64/2161505.html.

10 Пчельников Ю.Н., Свиридов В.Т. Электроника сверхвысоких частот. М.: Радио и связь, 1981. 96 с.

11 Рогов И.А. Электрофизические, оптические и акустические характеристики пищевых продуктов. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. 288 с.

12 Рубцов П.А. Применение электрической энергии в сельском хозяйстве. М.: Колос, 1964. 502 с.

13 Стрекалов А.В., Стрекалов Ю.А. Электромагнитные поля и волны. М.: РИОР: ИНФРА-М, 2014. 375 с.

14 Шамин Е.А., Новикова Г.В., Зиганшин Б.Г., Белов Е.Л.Технологии переработки мехового сырья кроликов // Вестник Казанский ГАУ. 2017. № 3(45). С. 61–67.

15 Чурсин В.Н., Дормидонтова О.В. Влияние низкотемпературной обработки сырья на структуру дермы // Кожевенно-обувная промышленность, 2004. № 2. С. 40–41.

16 Перспективы кролиководства URL: agbz.ru›articles/perspektivy-krolikovodstva.

17 Бурдо О.Г., Терзиев С.Г., Яровой И.И., Борщ А.А. Моделирование процессов обезвоживания пищевого сырья в электромагнитном поле // Вестник ВГУИТ. 2013. № 3. С. 62–65.

REFERENCES

1 Mac-Donald A. Microwave breakdown in gases. Moscow: Mir, 1969. 167 p.

2 Belova M.V. Razraborka sverkhvysokochstotnykh ustanovok [Development of ultrahigh-frequency plants for heat treatment of agricultural raw materials] Moscow, VIESKh, 2016. 40 p. (in Russian).

3 Ginzburg, A.S. Raschet I proektirovanie [Calculation and design of drying installations of the food industry] Moscow, Agropromizdat, 1985. 336 p. (in Russian).

4 Grigoriev A.D. Elektrodinamika I mikrovolovnaya [Electrodynamics and microwave technology] Saint-Petersburg, Lan', 2007. 704 p. (in Russian).

5 Drobakhin O.O., Plaksin S.V., Ryabchiy D.V., Saltykov D.Yu. Tekhnika I poluprovodnikovaya [Electronics and semiconductor microwave electronics: a tutorial] Sevastopol, Weber, 2013. 322 p. (in Russian).

6 Drobakhin O.O. Resonant properties of axially symmetrical microwave resonators with conical elements. *Radiofizika raioastroomiya* [Radiophysics radio astronomy] 2009, no. 14, pp. 433–441. (in Russian).

7 Kolomeytsev V.A. Electrodynamic and thermal properties of microwave ovens in different ways and systems of excitation of the electromagnetic field in the working chamber. *Voprosy elektrotekhnologii* [Questions of Electrotechnology] 2014, no. 2(3). pp. 28–34.(in Russian).

8 Novikova G.V., Zhdankin G.V., Mikhailova O.V., Belov A.A. Analysis of developed ultrahigh-frequency plants for heat treatment of raw materials. *Vestnik KazGAU* [Proceedings of Kazan state agrarian University] 2016, no. 4 (42). pp. 89–93. (in Russian).

9 Sposob sterilizatsii pri pomoshchi SVCh izlucheniya [Patent number 2161505. Method of sterilizing materials by means of microwave radiation with a high field strength and device for implementing the method] Available at; http://ru-patent.info/21/60–64/2161505.html. (in Russian).

10 Pchelnikov Yu.N. Elektronika sverkhvysokikh chastot [Electronics of ultrahigh frequencies] Moscow: Radio and communication, 1981. 96 p.(in Russian).

11 Rogov I.A. Elektrofiizcheskie, opticheskie I akusticheskie [Electrophysical, optical and acoustic characteristics of food products] Moscow, Light and food industry, 1981. 288 p. (In Russian).

12 Rubtsov P.A. Primenenie elektricheskoi energii [Use of electrical energy in agriculture] Moscow, Kolos, 1964. 502 p. (In Russian).

13 Strekalov A.V., Strekalov Yu. A. Elektromagnitnye polya I volny [Electromagnetic fields and waves: textbook] Moscow, RIOR: INFRA-M, 2014. 375 p. (In Russian).

14 Shamin, E.A. Technologies of processing of fur raw materials of rabbits. Vestnik KazGA [Proceedings of Kazan state agrarian university] 2017. no. 3(45). pp. 61–67. (in Russian).

15 Chursin, V.N. The influence of low-temperature processing of raw materials on the structure of the derma. *Kozhevenno-obuvnaya promyshlennost'* [Leather and footwear industry] 2004. no. 2. pp. 40–41.(in Russian).

16 Perspektive krolikovodstva [Prospective of rabbit breading] Available at: agbz.ru articles / perspektivy-krolikovodstva. (in Russian)

17 Burdo O.G., Terziev S.G., Yarovoy I.I., Borsch A.A. Modeling of food raw material dehydration processes in the electromagnetic field. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies]. 2013. no. 3. pp. 62-65. (In Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Евгений А. Шамин к.э.н., доцент, и.о. директора филиала «Институт пищевых технологий и дизайна», Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, ул. Октябрьская, 22, г. Княгинино, 606340, Россия, evg.shamin4@gmail.com

Галина В. Новикова д.т.н., профессор, главный научный сотрудник, Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, ул. Октябрьская, 22, г. Княгинино, 606340, Россия, NovikovaGalinaV@yandex.ru

Ольга В. Михайлова д.т.н., профессор, кафедра инфокоммуникационных технологий и систем связи, Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, ул. Октябрьская, 22, г. Княгинино, 606340, Россия, ds17823@yandex.ru

Марьяна В. Белова д.т.н., научный сотрудник, Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, ул. Октябрьская, 22, г. Княгинино, 606340, Россия,maryana_belova_803@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Евгений А. Шамин предложил методику проведения экспериментов и организовал проведения предварительных исследований на базе кролиководческого хозяйства

Галина В. Новикова провела обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперимент, выполнила расчёты

Ольга В. Михайлова консультация в ходе исследования

Марьяна В. Белова написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 22.01.2018

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 19.02.2018

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Evgenii A. Shamin Cand. Sci. (Econ.), associate professor, acting Director of branch "Institute of food technologies and design", Nizhny Novgorod state engineering-economic University, Oktyabrskaya, 22, Knyaginino, 606340, Russia, evg.shamin4@gmail.com

Galina V. Novikova Dr. Sci. (Engin.), professor, lead researcher, Nizhny Novgorod state engineering-economic University, Oktyabrskaya, 22, Knyaginino, 606340, Russia, NovikovaGalinaV@yandex.ru

Olga V. Mikhailova Dr. Sci. (Engin.), professor, infocommunication technologies and communication systems department, Nizhny Novgorod state engineering-economic University, Oktyabrskaya, 22, Knyaginino, 606340, Russia, ds17823@yandex.ru

Mariana V. Belova Dr. Sci. (Engin.), researcher, Nizhny Novgorod state engineering-economic University, Oktyabrskaya, 22, Knyaginino, 606340, Russia,maryana_belova_803@mail.ru

CONTRIBUTION

Evgenii A. Shamin proposed a method for carrying out experiments and organized the preliminary research based on rabbit farms

Galina V. Novikova review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

Olga V. Mikhailova consultation during the study

Mariana V. Belova 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 1.22.2018

ACCEPTED 2.19.2018

Оригинальная статья/Original article

УДК 664

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-81-89

Эксергетический анализ технологии осциллирующей сушки семян масличных культур

Виталий Н. Василенко [1] vvn_1977@mail.ru
Лариса Н. Фролова [1] fln-84@mail.ru
Иван В. Драган [1]
Надежда А. Михайлова [1]
Анастасия А. Щепкина [1]
Дарья В. Воропаева [1]

[1] Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Реферат. В последние десятилетия эксергетический метод термодинамического анализа стал неотъемлемой частью научных исследований, особенно проводимых в области техники и технологий сушки зерна. Известно, что информация, полученная при проведении эксергетического анализа недоступна при использовании других видов анализа, например, энергетического. В статье продемонстрированы преимущества и перспективы углубленного эксергетического анализа, целью которого является расширение информации, полученной исследователями при анализе энергопреобразующей системы, в разработке стратегий при термодинамическом совершенствовании энергопреобразующих систем, частным случаем которых являются сушилки и холодильные машины. В работе приведена оценка термодинамической эффективности технологии осциллирующей сушки семян масличных культур с учетом степени использования различных видов энергии, затрачиваемых в технологических процессах, исходя из свойств сырья, осуществленной над системой работы и суммарного количества всех видов энергии, привлеченных извне. Основной задачей являлась оценка на основе второго закона термодинамики степени термодинамического совершенства технической системы в целом, а также выявление этапов технического процесса, на которых сосредоточены основные потери эксергии, с целью повышения эффективности ее работы. Для оценки энергоэффективности рассматриваемой технологии нами был выполнен анализ, основанный на методике Бродянского, в соответствии с моделью окружающей среды Шаргута, который показал ее высокую степень термодинамического совершенства за. счет использования отработанных теплоносителей и организации работы системы в замкнутом цикле. Высокая энергоэффективность рассматриваемой теплотехнологической системы свидетельствует о целесообразности использования холодильных машин, работающих в режиме теплового насоса при осциллирующей сушке с организацией замкнутых циклов теплоносителей. Смешивание холодного и горячего воздуха в различных пропорциях дает возможность оптимизировать параметры сушки в соответствии с видом масличного сырья и его начальными свойствами.

Ключевые слова: эксергетический анализ, масличные культуры, закон термодинамики

Exergy analysis of the technology of oscillating drying of oilseeds

Vitalii N. Vasilenko [1] vvn_1977@mail.ru
Larisa N. Frolova [1] fln-84@mail.ru
IvanV. Dragan [1]
Nadezhda A. Mikhailova [1]
Anastasija A. Shhepkina [1]
Dar'ja V. Voropaeva [1]

[1] Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Summary.In recent decades, the exergy method of thermodynamic analysis has become an integral part of scientific research, especially in the field of technology and technologies of grain drying. It is known that the information obtained during the exergy analysis is not available when using other types of analysis, for example, energy. The article demonstrates the advantages and prospects of in-depth exergy analysis, the purpose of which is to expand the information obtained by researchers in the analysis of energy-generating system in the development of strategies for thermodynamic improvement of energy-generating systems, a special case of which are dryers and refrigerators.The paper presents an assessment of thermodynamic efficiency of the technology of oscillating drying of oilseeds, taking into account the degree of use of different types of energy spent in technological processes, based on the properties of raw materials, work carried out on the system and the total amount of all types of energy involved from the outside. The main objective was to assess, on the basis of the second law of thermodynamics, the degree of thermodynamic perfection of the technical system as a whole, as well as to identify the stages of the technical process on which the main exergy losses are concentrated, in order to increase the efficiency of its work. To assess the energy efficiency of the technology under consideration, we performed an analysis based on Brodyansky's method, in accordance with the Shargut environmental model, which showed its high degree of thermodynamic perfection due to the use of waste heat carriers and the organization of the system in a closed cycle.High energyefficiency of the considered thermal technology system testifies to expediency of use of the refrigerating machines working in the mode of the heat pump at oscillating drying with the organization of the closed cycles of heat carriers. Mixing of hot and cold air in different proportions makes it possible to optimize the drying parameters in accordance with the type of oilseeds and its initial properties.

Keywords:exergy analysis, oilseeds, dynamics, thermodynamics law

Для цитирования

Василенко В.Н., Фролова Л.Н., Драган И.В., Михайлова Н.А., Щепкина А.А., Воропаева Д.В. Эксергетический анализ технологии осциллирующей сушки семян масличных культур // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 1. С. 81–89. doi:10.20914/2310-1202-2018-1-81-89

For citation

Vasilenko V.N., Frolova L.N., Dragan I.V., Mihajlova N.A., Shhepkina A.A., Voropaeva D.V. Exergy analysis of the technology of oscillating drying of oilseeds. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 1. pp. 81–89. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-1-81-89

Введение

Достигнутые к сегодняшнему моменту знания в области теории и практики сушки зерна создали предпосылки к созданию энергосберегающих технологических схем с циклическим использованием агента сушки. Использование энергии, вырабатываемой тепловыми насосами (ТН), для сушки семян злаковых, зернобобовых и масличных культур позволяет с достаточной эффективностью заменить традиционные энергоносители (уголь, нефтепродукты). Кроме реализации принципа энергосбережения, достигается повышение экологичности производства за счет исключения выброса агента сушки в атмосферу [1, 2].

Предложенные технические решения по энергосбережению основаны на проведенных исследованиях [3–5], базирующихся на системном подходе и призванных выявить закономерности функционирования ТН в процессе сушки зерна.

Оценка степени энергосбережения, выражаемая термодинамической эффективностью теплотехнологических систем, к которым принадлежит сушка зерна [7, 8], осуществляется посредством эксергетического анализа [6, 9–13], позволяющего выявить в том числе и «узкие места» технологии, имеющие потенциал энергосбережения.

Основная часть

Используем эксергетический анализ для оценки термодинамической эффективности сушки семян масличных культур в осциллирующем режиме с чередованием циклов нагрева и охлаждения (таблица 1) [1].

Степень эффективности осциллирующей сушки как процесс взаимодействия влажного продукта и агента сушки находится в сильной зависимости от начального воздействия на продукт определяемый, согласно принципу Ле-Шателье [6] скоростью процесса сушки. Обеспечение каскада начальных импульсов, т. е. режима осциллирующей сушки продукта, достигается использованием пароэжекторной холодильной машины, работающей в режиме теплового насоса (ПЭТН) для получения теплоносителей (нагретого и охлажденного воздуха).

Согласно технологической схеме, осциллирующей сушки семян масличных культур влажный материал последовательно подвергается следующим операциям:

– магнитное сепарирование;

– предварительная сушка нагретым воздухом, получаемым в конденсаторе ПЭТН;

– предварительное смешивание с антиоксидантом;

– охлаждение предсмеси в камере предварительного охлаждения охлажденным воздухом, получаемым в холодоприемнике ПЭТН;

– окончательная сушка;

– окончательное охлаждение.

Для определения энергетической эффективности технологическая система сушки условно отделена от окружающей среды замкнутыми контрольными поверхностями: I – предварительная сушка, II – предварительное охлаждение, III – окончательная сушка, IV – окончательное охлаждение, V – холодильная машина, VI – подготовка пара, VII – первый теплообменник, VIII – второй теплообменник (рисунок 1).

Эксергетическим параметром, учитываемым в процессе расчетов, в данной работе является эксергетическая мощность E, измеряемая в кДж/ч и учитывающая как энергию материальных, энергетических и тепловых потоков, так и расход вещества в потоке (производительность). Динамика прироста или уменьшения эксергетической мощности в выбранных контрольных поверхностях рассматриваемой теплотехнологической системы, вычисляется в соответствии с формулой [6]:

$$\sum_{i=1}^{n} E_i^{э} = \sum_{k=1}^{l} E_i^{э} + \sum_{j=1}^{m} D_j \,, \qquad (1)$$

где $\sum_{i=1}^{n} E_i^{э}$ – суммарная эксергетическая мощность подводимых к каждой контрольной поверхности потоков; $\sum_{i=1}^{l} E_i^{э}$ – суммарная эксергетическая мощность отводимых от каждой контрольной поверхности полезных потоков; $\sum_{j=1}^{m} D_j = T_0 \cdot \Delta S$ – сумма потерь эксергии, вычисляемая в соответствии с уравнением Гюи-Стодоллы.

Уравнение (1) для рассматриваемой теплотехнологической системы [4] осциллирующей сушки рапса с начальной влажностью 18,0%, высушиваемого до конечного содержания влаги 8,5%, в виде:

$$\begin{gathered} E_1^{н} + E_2^{н} + E_3^{н} + E_4^{н} + \sum E^{эп} = \\ = E^{гп} + \sum D^{i} + \sum D^{e} \end{gathered} \,, \qquad (2)$$

где члены уравнения – эксергетическая мощность (кДж/ч): вводимых семян $E_1^{н}$, воздушных потоков $E_2^{н}$, пара $E_3^{н}$, вводимого антиоксиданта $E_4^{н}$, подаваемых в систему; высушенных и охлажденных семян рапса $E^{гп}$; эксергетическая мощность, подводимая к системе в виде электрической энергии для приводов оборудования $\sum E^{эп}$; эксергетические потери от необратимости процессов внутри выделенных контрольных поверхностях $\sum D^{i}$; эксергетические потери в окружающую среду $\sum D^{e}$.

Таблица 1.

Эксергетический баланс теплотехнологической системы осциллирующей сушки семян масличных культур

Table 1.

Exergic balance of the heat-technological system of oscillating drying of oilseeds

Контрольн ая пов. Т	Подвод эксергии | Input			Отвод и потери эксергии | Output			
	Наименование| Name	E, 10^3 мДж/ч	% от суммарной эксергии	Наименование Name	Обозначение Mark	кДж/ч	% от суммарной эксергии % total exergy
I	Камера предварительной сушки | The camera pre-drying	7,92	3,98	Внутренние | Internal Внешние | External	D^i_I D^e_I	8,69 8,75	4,37 4,40
II	Камера предварительного охлаждения Pre-cooling chamber	39,22	19,73	Внутренние | Internal Внешние | External	D^i_{II} D^e_{II}	39,98 8,75	20,12 4,40
III	Камера окончательной сушки | Final drying chamber	6,93	3,49	Внутренние| Internal	D^i_{III} D^e_{II}	8,89 1,98	4,47 1,00
IV	Камера окончательного охлаждения Fina lcooling chamber	43,01	21,64	Внутренние | Internal Внешние | External	D^i_{IV} D^e_{IV}	36,19 13,01	18,21 6,55
V	ПЭХМ | РАНМ	12,87	6,48	Внутренние | Internal Внешние | External	D^i_V D^e_V	11,35 37,73	5,71 18,98
VI	Парогенератор и сборник для конденсата Steam generator and the collector for condensate	88,80	44,68	Внутренние | Internal Внешние | External	D^i_{VI} D^e_{VI}	4,99 1,19	2,51 0,60
VII	Первый теплообменник | The first heat exchanger	0	0	Внутренние | Internal Внешние | External	D^i_{VII} D^e_{VII}	1,17 0,79	0,59 0,40
VIII	Второй теплообменник | The second heat exchanger	0	0	Внутренние | Internal Внешние | External	D^i_{VIII} D^e_{VII}	2,16 1,25	1,09 0,63
ИТОГО | TOTAL		198,75	100	ИТОГО | TOTAL		198,75	100
Эксергетический КПД, % | Exergy η, %			5,98				

Для связи с редакцией: post@vestnik-vsuet.ru

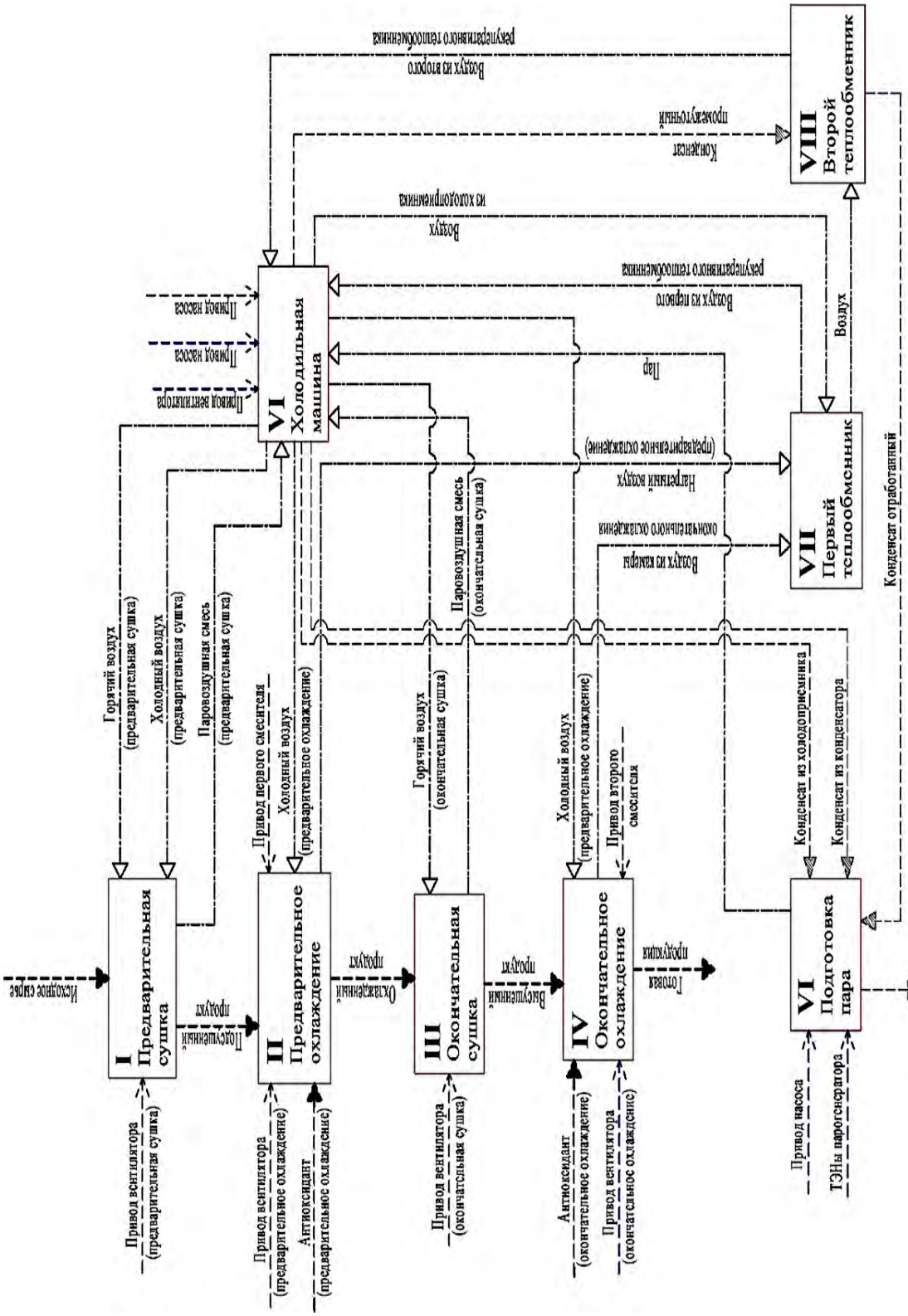


Рисунок 1. Контрольные поверхности технологической системы сушки

Figure 1. Control surfaces of the technological drying system

Выражение (2) учитывает изменение эксергетической мощности рассматриваемой системы в процессе подвода семян, воздуха, пара и антиоксиданта, электрической энергии к приводам оборудования и электронагревательным элементам парогенератора; уравновешивания эксергетических потерь от необратимости тепловых и механических воздействий на обрабатываемый продукт; изменения его теплофизических свойств; уравновешивания воздействия окружающей среды.

Эксергетическая мощность подводимых к системе семян $E_1^н$, воздуха $E_2^н$, пара $E_3^н$ и антиоксиданта $E_4^н$ равна нулю, так как данные потоки пребывают в состоянии термодинамического равновесия с внешней средой. Указанные потоки не учитываются в эксергетическом балансе.

При термообработке рапса в оборудовании технологической линии его химическая эксергия постоянна вследствие неизменности состава. В расчетах принимается во внимание его удельная термическая эксергия, определяемая на основании уравнения Гюи-Стодолы:

$$\Delta e = e - e_0 = h - h_0 - T_0(S - S_0) \qquad (3)$$

где e, e_0, h, h_0, S, S_0 – удельная термическая эксергия, кДж/кг, удельная энтальпия, кДж/кг и энтропия, кДж/(кг·К) продукта при текущих параметрах технологического процесса и в состоянии равновесия с окружающей средой.

Эксергетическая мощность вычисляется исходя из значений удельной эксергии, определяемой по формуле (3), и производительности данного потока (соответствует расходу вещества).

Удельная изобарная теплоемкость рапса, (Дж/кг·К), вычисляется в соответствии с выражением, полученным опытным путем [9]:

$$c = \left(891,7 + 87,49W - 1,545W^2 + 0,01149W^3\right) \times \times \left(1 + 0,287 \cdot 10^{-3} \cdot (25 - W) \cdot (t - 28)\right), \qquad (4)$$

где W – влажность семян, %; t – температура семян, °С.

Теплофизические свойства пара, воздуха и воды при различных температурах и давлении найдены по материалам справочной литературы [8, 9].

В данной работе учтены внутренние D^i, связанные с необратимостью любых реальных процессов, и внешние D^e, вызванные взаимодействием системы с внешней средой, потери эксергии. К внутренним потерям эксергии относятся потери, вызванные конечностью разности температур при теплообмене между продуктом и теплоносителями, и гидравлические потери, происходящие при резком снижении давления теплоносителя при поступлении из подводящего трубопровода в рабочий объем оборудования. Внешние потери D^e обусловлены разностью температур потоков внутри системы и окружающей среды, а также несовершенством теплоизоляции машин и аппаратов.

Термодинамическое совершенство рассматриваемой технологической линии определяли в соответствии с эксергетическим КПД [6, 7]:

$$\eta_{экс} = \frac{\sum_{k=1}^{l} E_i^п}{\sum_{i=1}^{n} E_i^з}, \qquad (5)$$

где $\sum_{k=1}^{l} E_i^п$ – эксергетическая мощность суммы полезных выводимых потоков, кДж/ч; $\sum_{i=1}^{n} E_i^з$ – суммарная подведенная к системе эксергетическая, кДж/ч.

При построении эксергетической диаграммы Грассмана–Шаргута (рисунок 2) в качестве абсолютного эксергетического параметра использовалась эксергетическая мощность P_e, кДж/ч. Обозначения потоков представлены в таблице 2

Эксергетический КПД предлагаемой системы осциллирующей сушки масличных культур с применением холодильной машины составил 5,98%, что на2,3–2,7% выше, чему существующих технологических решений. Этобыло достигнуто вследствие применения замкнутых циклов потеплоносителям с их периодической регенерацией вхолодильной машине, работающей врежиме теплового насоса.

Заключение

Высокая энергоэффективность рассматриваемой теплотехнологической системы свидетельствует оцелесообразности использования холодильных машин, работающих врежиме теплового насоса при осциллирующей сушке сорганизацией замкнутых циклов теплоносителей. Смешивание холодного игорячего воздуха вразличных пропорциях дает возможность оптимизировать параметры сушки всоответствии свидом масличного сырья и его начальными свойствами.

Таблица 2.

Обозначения потоков

Table 2.

Notation of flows

№ потока Flow no.	Наименование потока | The name of the thread	*E*, кДж/ч
1	Свежее сырье | Fresh raw materials	0
2	Подсушенное сырье | Dried raw materials	9268
3	Охлажденное сырье | Chilled raw material	1170
4	Высушенное сырье | The dried raw material	14010
5	Конечный продукт | Final product	3290
6	Горячий воздух, подаваемый в камеру предварительной сушки | Hot air supplied into the chamber for pre-drying	24901
7	Холодный воздух, подаваемый в камеру предварительной сушки | Cold air supplied into the chamber for pre-drying	260
8	Паровоздушная смесь, отводимая из камеры предварительной сушки | Steam-air mixture removed from the pre-drying chamber	6570
9	Холодный воздух, подаваемый в камеру предварительного охлаждения | Cold air supplied to the pre-cooling chamber	2601
10	Воздух, отводимый из камеры предварительного охлаждения | The air is with drawn from pre-cooling	434
11	Горячий воздух, подаваемый в камеру окончательной сушки | The hot air supplied in the chamber of the final drying	27888
12	Паровоздушная смесь, отводимая из камеры окончательной сушки | Steam-air mixture removed from the final drying chamber	10961
13	Холодный воздух, подаваемый в камеру окончательного охлаждения | Cold air supplied into the chamber of thefinal cooling	2601
14	Воздух, отводимый из камеры окончательного охлаждения | The air with drawn from the final cooling	12
15	Воздух, отводимый из второго рекуперативного теплообменника в конденсатор | Air discharged from these condheat exchanger to the condenser	5679
16	Воздух, отводимый из первого рекуперативного теплообменника в холодоприемник | Air discharged from the first heat exchanger to the cold collector	2839
17	Воздух, отводимый из холодоприемника в первый рекуперативный теплообменник | Air discharged from the cold collector to the first heat exchanger	10404
18	Воздух, отводимыйизпервогорекуперативноготеплообменникаво второй | Air discharged from the first heat exchanger to the second heat exchanger	7027
19	Пар | Steam	106576
20	Конденсат, поступающий из холодоприемника | The condensat ecoming from coldcollector	241
21	Конденсат, поступающийизконденсатора | The condensate coming from the condenser	1528
22	Конденсат, поступающийво второйрекуперативныйтеплообменник | The condensate received in the second recuperative heat exchanger	4583
23	Конденсат, поступающийизвторогорекуперативноготеплообменника | The condensate coming from the second regenerative heat exchanger	1294
24	Антиоксидант, вводимый в сырье после камеры предварительной сушки | The oxidant introduced into the raw material after pre-drying chamber	0
25	Антиоксидант, вводимый в сырье после камеры окончательной сушки | The oxidant introduced into the raw material after final drying chamber	0
26	Электроэнергия вентилятора, подающего воздух в камеру предварительной сушки | Electric power of the fan feeding air into the pre-drying chamber	7920
27	Электроэнергия вентилятора, подающего воздух в камеру предварительного охлаждения | Electricpower of the fan supplying air to the pre-cooling chamber	7920
28	Электроэнергия привода первого смесителя | Electricpower of the first mixer drive	39600
29	Электроэнергия вентилятора, подающего воздух в камеру окончательной сушки | Electricpower of the fan feeding air into the final drying chamber	7920
30	Электроэнергияприводавторогосмесителя | Electric power of the second mixer drive	39600
31	Электроэнергия вентилятора, подающего воздух в камеру окончательного охлаждения | Electricpower of the fan supplying air to the final cooling chamber	7920
32	Электроэнергия вентилятора, подающего пар в эжектор | Electricity fan, feed steam to the ejector	900
33	Электроэнергия насоса, подающего хладагент в холодоприемник | Electricity pump supplying refrigerant to coldcollector	7200
34	Электроэнергия насоса, подающего конденсатв испаритель | Electricity from the condensate pump to the evaporator	7200
35	Электроэнергия ТЭНов парогенератора | Electricity to the heating elements of the steam generator	104400
36	Электроэнергиянасоса, подающегоконденсатв парогенератор | Electric power of the condensate pump to the steam generator	7200
37	Избыткиводы, выводимыеизсистемы | Excess water discharged from the system	241

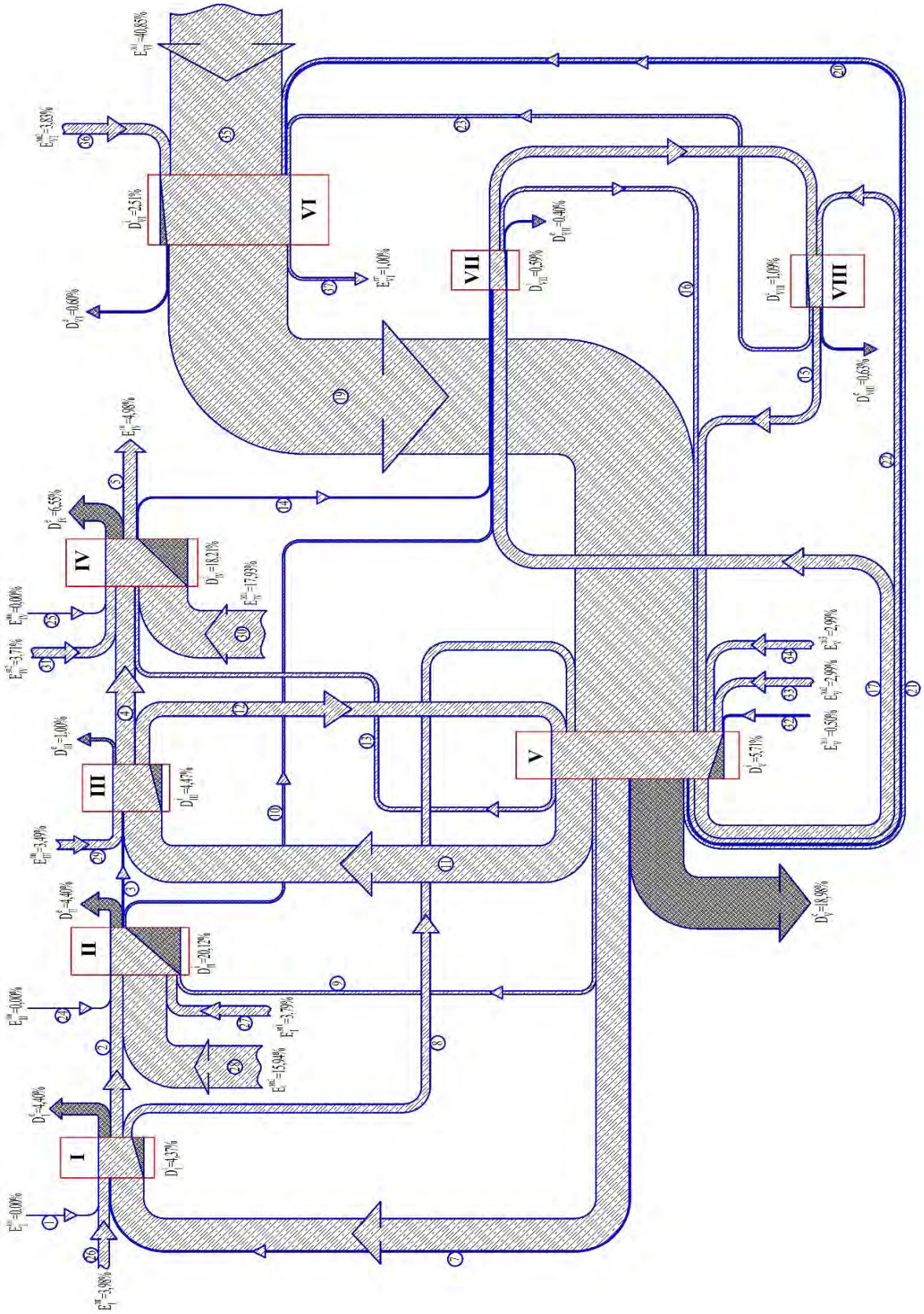


Рисунок 2. Эксергетическая диаграмма Грассмана-Шаргута
Figure2. The exegetic diagram of Grassmann-Shargut

ЛИТЕРАТУРА

1 Бегунов А. А., Рогозина Е. А. К вопросу об измерении массы в пищевых лабораториях. Часть 1. Средства измерений массы //Хранение и переработка сельхозсырья. – 2016. – №. 6. – С. 52-57.

2 Бегунов А. А., Рогозина Е. А. К вопросу об измерении массы в пищевых лабораториях. Часть 2. Методы измерений массы //Хранение и переработка сельхозсырья. – 2016. – №. 7. – С. 45-51.

3 Василенко В.Н., Копылов М.В., Фролова Л.Н., Драган И.В. Математическая модель движения сырья в шнековом канале маслопресса // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2013. № 3 (57). С. 18-22.

4 Шевцов А.А., Бритиков Д. А., Острикова Е.А., Пономарев А. В. Сравнительная энергетическая оценка способов сушки зерна с применением тепловых насосов методом эксергетического анализа // Известия вузов. Пищевая технология. 2012. № 4. С. 88-92.

5 Шевцов А.А., Павлов И.О., Воронова Е.В., Тертычная Т.Н. Структурно-функциональный анализ технологической системы сушки и хранения зерна // Автоматизация и современные технологии. 2008. № 9. С. 8 – 13.

6 Шаргут Я., Петела В. Эксергия. М.: Энергия, 1968. 279 с.

7 Бродянский В. М., Фратшер В., Михалек К. Эксергетический метод и его приложения. М.: Энергоатомиздат, 1988. 287 с.

8 Базаров И. П. Термодинамика. М.: Высшая школа, 1991. 376 с.

9 Богословский С. В. Физические свойства газов и жидкостей. СПб.: СПбГУАП, 2001. 73 с.

10 Berghout J.A.M. et al. Sustainability assessment of oilseed fractionation processes: A case study on lupin seeds // Journal of Food Engineering. 2015. V. 150. P. 117-124.

11 Ranjbaran M., Zare D. Simulation of energetic-and exergetic performance of microwave-assisted fluidized bed drying of soybeans // Energy. 2013. V. 59. P. 484-493.

12 Ferreira M.E.M., Neto A.C., Costa P.A.B. Exergy Evaluation of the Production Process of Babassu Biodiesel Synthesized via Methanolic and Ethanolic Route // International Journal of Applied. 2014. V. 4. №. 3.

13 Boldrin A., Balzan A., Astrup T. Energy and environmental analysis of a rapeseed biorefinery conversion process // Biomass Conversion and Biorefinery. 2013. V. 3. №. 2. P. 127-141.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Виталий Н. Василенко д.т.н., профессор, кафедра технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, vvn_1977@mail.ru

Лариса Н. Фролова д.т.н., профессор, кафедра технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, fln-84@mail.ru

REFERENCES

1 Begunov A.A., Rogozina E.A. On the measurement of mass in food laboratories. Part 1. Means of measuring the mass. *Khranenie I pererabotka sel'skhozsyr'ya* [Storage and Processing of Grain] 2016. no. 6. pp. 52-57. (in Russian)

2 Begunov A.A., Rogozina E.A. On the measurement of mass in food laboratories. Part 2. Methods of measuring the mass. *Khranenie I pererabotka sel'skhozsyr'ya* [Storage and Processing of Grain] 2016. no. 7. pp. 45-51. (in Russian)

3 Vasilenko V.N., Kopylov M.V., Frolova L..N, Dragan I.V. A mathematical model of the movement of raw materials in the screw channel of the oil press. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of Voronezh State University of Engineering Technology] 2013. no. 3 (57). pp. 18-22. (in Russian)

4 Shevtsov A.A., Britikov D.A., Ostrikova E.A., Ponomarev A.V. Comparative energy evaluation of grain drying methods using heat pumps using the exergic analysis method. *Izvestiya Vuzov*. [News of universities Food technology] 2012. no. 4. pp. 88-92. (in Russian)

5 Shevtsov A.A., Pavlov I.O., Voronova E.V., Tertychna T.N. Structurally functional analysis of the technological system of drying and storage of grain. *Avtomatizatsiya I sovremennye tekhnologii* [Automation and modern technologies] 2008. no 9. pp. 8 - 13. (in Russian)

6 Shargut J., Petela V. Eksergiya [Exergy] Moscow, Energia, 1968. 279 p. (in Russian)

7 Brodyanskii V.M., Fratsher V., Mikhalek K. Eksergeticheskii metod [The exergy method and its applications] Moscow, Energoatomizdat, 1988. 287 p. (in Russian)

8 Bazarov I. P. Termodinamika [Thermodynamics] Moscow, Higher School, 1991. 376 p. (in Russian)

9 Bogoslovsky S.V. Fizicheskie svoistva gazov [Physical Properties of Gases and Liquids] Saint-Petersburg, SPbGUAP, 2001. 73 p. (in Russian)

10 Berghout J.A.M., Pelgrom P.J.M., Schutyser M.A.I., Boom R.M. et al. Sustainability assessment of oilseed fractionation processes: A case study on lupin seeds. Journal of Food Engineering, 2015. vol. 150. pp 117-124.

11 Ranjbaran M., Zare D. Simulation of energetic-and exergetic performance of microwave-assisted fluidized bed drying of soybeans. Energy, 2013. vol. 59. pp. 484-493.

12 Ferreira M.E.M., Neto A.C., Costa P.A.B. Exergy Evaluation of the Production Process of Babassu Biodiesel Synthesized via Methanolic and Ethanolic Route. International Journal of Applied, 2014. vol. 4. no. 3.

13 Boldrin A., Balzan A., Astrup T.. Energy and environmental analysis of a rapeseed biorefinery conversion process. Biomass Conversion and Biorefinery, 2013. vol. 3(2). no. 127-141.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Vitalii N. Vasilenko Dr. Sci. (Egin.), professor, technology of fats, processes and devices of chemical and food productions department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, vvn_1977@mail.ru

Larisa N. Frolova Dr. Sci. (Egin.), professor, technology of fats, processes and devices of chemical and food productions department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, fln-84@mail.ru

Иван В. Драган к.т.н., кафедра технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Надежда А. Михайлова к.т.н., кафедра технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Анастасия А. Щепкина студент, кафедра технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Дарья В. Воропаева студент, кафедра технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 22.01.2018

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 19.02.2018

IvanV. Dragan Cand. Sci. (Engin.), technology of fats, processes and devices of chemical and food productions department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Nadezhda A. Mikhailova Cand. Sci. (Engin.), technology of fats, processes and devices of chemical and food productions department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Anastasija A. Shhepkina student, technology of fats, processes and devices of chemical and food productions department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Dar'ja V. Voropaeva student, technology of fats, processes and devices of chemical and food productions department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

CONTRIBUTION

All authors equally took part in writing the manuscript and are responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 1.22.2018

ACCEPTED 2.19.2018

Информационные технологии, моделирование и управление

Оригинальная статья/Original article.

УДК 681.3

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-90-96

Разработка системы телемониторинга больных

Александр В. Лемешкин [1] Sansan55@mail.ru
Юлия А. Сафонова [1] kulakova7@yandex.ru
Людмила А. Коробова [1] lyudmila_korobova@mail.ru

[1] Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, Россия

Реферат. Сердечная недостаточность – современная проблема общества, у лиц достигших преклонного возраста, характеризуется следующими проблемами, что приводит к потере трудоспособности и очень пагубно влияет на качество жизни у большинства людей. Не смотря на последние достижения науки в медицине с применение различных компьютерных технологий, в том числе поэтапного усовершенствования и постоянной модернизации медицинские центры принявших в рамках развития модернизаций клиник и оборудований, изучения у людей, страдающих болезнью от этого недуга, остается по-прежнему на данной стадии развития. Эта проблема является одной из часто возникающих у людей от 45 до 65 лет, тягостных и трудноизлечимых осложнений всей сердечнососудистой системы. Хроническая сердечная недостаточность (ХСН) по частым госпитализациям находится на третьем месте и на первом месте у лиц старше 65 лет. В возрастной категории у лиц старше 45 лет постоянно заболеваемость увеличивается в два раза каждые последующие 10 лет. Денежные затраты на лечение хронической сердечной недостаточностью в западных странах составляют до 2% от всех вложенных средств медицинского бюджета. В период мировой экономической нестабильности это является основной проблемой. Особо актуальна большая часть расходов стала на вопрос числа заболеваний сердечно сосудистого тракта. Можно сказать, что порядка 65 процентов расходов ложится на госпитализацию. В нашей стране число зафиксированных случаев превысило 4 млн. и ежегодно фиксируются новые случаи выявленных заболеваний. У людей в пожилом возрасте показатели больных в 2 раза выше. Количество ежегодно зафиксированных случаев летального исхода превышает полмиллиона случаев в год. Данные цифры говорят о серьезной проблеме ХСН и ставят вопрос патогенеза, профилактики лечение сердечно сосудистых заболеваний в современной кардиологии.

Ключевые слова: сердечная недостаточность, мобильный терминал, web-сервер, телемедицина

Development of the system of telemonitoring patients

Aleksandr V. Lemeshkin [1] Sansan55@mail.ru
Yuliya A. Safonova [1] kulakova7@yandex.ru
Lyudmila A. Korobova [1] lyudmila_korobova@mail.ru

[1] Voronezh state university of engineering technologies, Revolution av., 19, Voronezh, 394000, Russia,

Summary.Heart failure – a modern problem of society, individuals have reached old age, is characterized by the following problems that lead to disability and a very detrimental effect on the quality of life for most people. Despite the latest scientific achievements in medicine with the use of various computer technologies, including gradual improvements and ongoing modernization of health centers have taken in the framework of modernization of clinics and equipment, the study of people suffering illness from this disease, still remains at this stage of development. This problem is one of the frequently occurring in people 45 to 65 years old, painful and intractable complications throughout the cardiovascular system. Chronic heart failure by frequent hospitalizations is in third place and first place in people older than 65 years. In the age category in persons over 45 years of constant incidence doubles every next 10 years. Cash costs of treatment chronical heart failure in Western countries make up 2% of the total investment budget of health. In the period of global economic instability, it is a major problem. Particularly relevant was the biggest part of the cost to the question of cardio vascular tract. You can say that about 65% of expenditures falls on the hospital. In our country, the number of reported cases has exceeded 4 million annually fixate new cases diagnosed diseases. People in elderly patients in figures 2 times higher. The number of annually reported cases of death more than half a million cases a year. These figures suggest a CHF serious problem and poses the question of the pathogenesis, prevention and treatment of cardiovascular disease in modern cardiology.

Keywords:heart failure, a mobile terminal, web-server, telemedicine

Введение

Развитие телемедицинских технологий требует наличия высокопроизводительного оборудования и разработки специального программного обеспечения, поэтому всегда являлось высокозатратным. Облачные технологии развиваются стремительно и охватывают все больше и больше сфер деятельности. Современные информационные технологии могут обеспечить мягкий переход на повсеместное использование телемедицины в практике здравоохранения.

В настоящий момент рынок телемедицинских систем стремительно развивается. Особый интерес представляют системы, базирующиеся на основе мобильного электрокардиографа и/или индивидуальных регистраторов-передатчиков электрокардиограммы (ЭКГ). По данным справочника «Медицинские приборы» в России доступно 6 телемедицинских систем, позволяющих регистрировать ЭКГ и передавать показания приборов по каналам связи.

Для цитирования

Лемешкин А.В., Сафонова Ю.А., Коробова Л.А. Разработка системы телемониторинга больных // Вестник ВГУИТ.2018. № 1. С 90-96. doi:10.20914/2310-1202-2018-1-90-96

For citation

Lemeshkin A.V.,Safonova Yu.A.,Korobova L.A. Development of the system of telemonitoring patients. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2018. no 1 pp. 90-96 (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-1-90-96

На сегодняшний день хроническая сердечная недостаточность (ХСН) является одной из основных главных проблем в здравоохранении, практически во всех государствах мира, в том числе, актуальна на сегодняшний день в России, Соединенных Штатах Америки, а также и других индустриально экономически развитых странах Европы и стран Запада. Это обусловлено тем, что летальность от этих болезней остается очень высокой, а сама программа по лечению и контролю по состоянию здоровья пациента очень дорогостоящие.

Основная часть

Разрабатываемый программный продукт предназначен для создания системы телемониторинга больных с ХСН и состоит из двух программных компонентов – приложения для мобильного телефона на платформе Android, реализующего функционал, необходимый больному и серверного приложения сбора данных о пациентах, реализующего функционал, необходимый лечащему врачу.

Проектируемая система базируется на использовании телемедицинских технологий – телемониторинга, удаленного наблюдения и телепатронажа. Суть телемониторинга заключается в том, что пациент может передать обслуживающему его врачу по телефонной сети или через Интернет. Вся медицинская информация о состоянии здоровья пациента, считывается особым приспособлением, при помощи которого ведется запись, и мониторинг различных замеряемых результатов будь то (контроль измерения веса, запись ЭКГ, сахара в крови, записи результатов измерения артериального давления и т. д.) и другую информацию о своем состоянии. Вся направленная информация анализируется лечащим специалистом и, опираясь на собранные данные, назначают
сам процесс лечения, а в случае надобности – организовать госпитализацию пациента в медицинское учреждение.

Основные задачи использования телемедицинского наблюдения у больных с ХСН следующие:

– молниеносного реагирования на проблематичные ситуации;

– выполнение медико-профилактических программ;

– увеличение общего количества пациентов, находящихся под присмотром без нарушения качества лечения.

Система состоит их трех структурных компонентов: блока пациента, системы сбора и накопления данных и набора приложений, обеспечивающих заданный функционал системы.

Блок пациента включает набор медицинских приборов – сенсоров, данные с которых передаются по беспроводной технологии Bluetooth на персональное коммуникационное устройство и далее по сетям сотовой связи в центральную базу данных, где они становятся доступными уполномоченному медицинскому специалисту через web-интерфейс для изучения, анализа и принятия решений. Специально разработанное телемедицинское оборудование для телемониторинга позволяет осуществить как сам процесс сбора информации, так и саму передачу медицинских данных о состоянии здоровья пациента из дома в медицинское учреждение для дальнейшего изучения и обработки специалистами. Это оборудование включает медицинские измерительные приборы и коммуникационное оборудование.

По средствам беспроводной связи собранные первичные данные передаются на домашний компьютер владельца, то есть пациента, возможна передача на КПК карманный компьютер или во встроенный компьютер мобильного телефона, где в дальнейшем происходит обрабатывание полученной информации по алгоритму заложенного в искусственный
интеллект. Следующие действия по принятию решений зависят от развертывания события, в границах которого будет использоваться надлежащие оборудование. Данные могут сохраняться как на личном компьютере пациента, для последующего анализа специалистом в режиме off-line или передаваться по средствам защищенной связи по зашифрованному каналу обмена данных в удаленный центр мониторинга.

Собранные данные – результаты измерений должны не только накапливаться, но и оперативно обрабатываться.

Такая подсистема должна представлять данные в различных форматах – текстовом для кратких оперативных сообщений и графическом – для сравнения и сопоставления в динамике. На основании изучения собираемых и накапливаемых данных могут назначаться телеконсультации с ведущими специалистами, планироваться дополнительные стационарные обследования и осуществляться направление на стационарное лечение.

Само понятие мобильного устройства подразумевает собой обширный набор похожих моделей из своего ряда. В настоящий момент все современные мобильные устройства обладают необходимой емкостью памяти для хранения и записи данных, а также функцией подключаться к другим мобильным телефонам, к компьютерам и прочей техники, как по кабельным, так и по беспроводным соединениям. С таким набором возможностей, устройство с высокой степенью адаптации и функциональности становиться универсальным инструмент для решения различных задач.

Для выполнения выделенных задач система должна состоять из следующих составных частей.

1. Мобильные терминалы (точки доступа) системы мониторинга пациентов, выполненные на базе различных телефонных устройств, поддерживающих видеовходы, пользовательский интерфейс и сетевые соединения.

2. Базовые станции (БС) операторов сотовой связи, которые организуют доступ от мобильного терминала к глобальной сети Internet.

3. Web-сервер системы удаленного наблюдения за множеством больных, который должен содержать базу данных достаточной емкости и способен обслуживать параллельные запросы как от терминалов, так и от клиентов.

4. Клиентские терминалы. Это программы (или приложения в Web-браузере) которые предназначены для удаленного доступа к информации, помещаемой на сервер мобильными терминалами.

На рисунке 1 представлена структурная схема разрабатываемой системы, включающая все перечисленные компоненты.

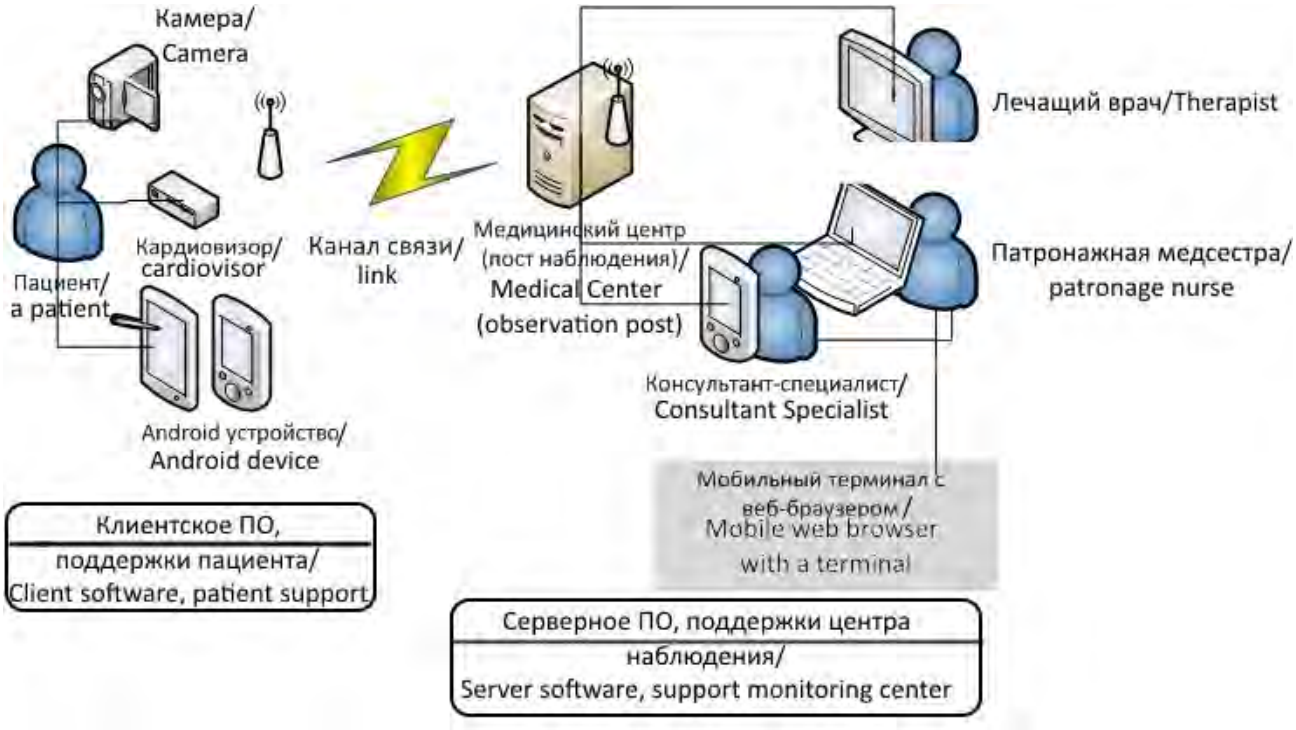


Рисунок 1. Структура системы динамического наблюдения за больными с ХСН.

Figure 1. Structure of dynamic monitoring system for patients with CHF.

Дальнейшей декомпозиции потребует клиентская и серверная часть системы.

Для детального проектирования взаимодействия между компонентами системы и различными пользователями были построены диаграммы взаимодействия на основе разработанных вариантов использования.

В прецеденте «Соблюдение схемы приема лекарств» участвуют:

1) пациент – пользователь, которым является больной с ХСН, 2) мобильный терминал больного с ХСН с клиентским ПО, 3) веб-сервер – серверное приложение, поддерживающее систему связи и / или управления БД, хранящей информацию обо всех пользователях-пациентах и доступное через интернет.

Диаграмма деятельности представлена на рисунке 2.



Рисунок 2. Диаграмма последовательности для функции соблюдение схемы приема лекарств.

Figure 2. The sequence diagram for the function of medication compliance scheme.

В работе терминала предполагается, что по истечению некоторого времени от выдачи сообщения о необходимости приема медпрепарата, при отсутствии подтверждения со стороны пользователя сообщение генерируется повторно. Все указанные действия повторяются для каждого запланированного приема. После последнего на данный день приема лекарств терминал связывается с сервером для проверки изменений в схеме на следующий день, а также формирования других обязательных сообщений для пациента.

Следует отметить, что указанные взаимодействия повторяются каждый день, поэтому время жизни приложения – сутки, с дальнейшим циклическим повторением. Аналогично время жизни и для прецедента «заполнение дневника самоконтроля», диаграмма на рисунке 3.

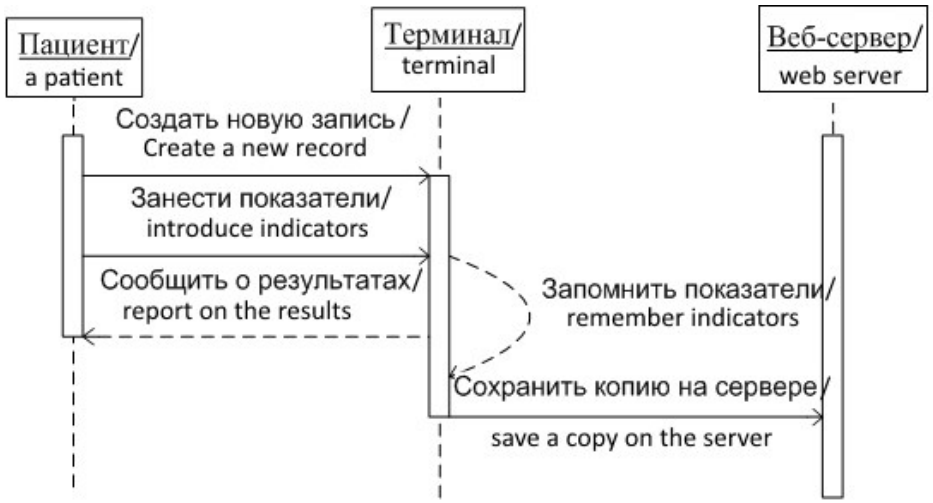


Рисунок 3. Диаграмма последовательности для функции заполнения дневника самонаблюдения.

Figure 3. Diagrams of the sequence for the function of filling the diary of introspection.

В функции заполнения дневника основную роль выполняет мобильный терминал, при инициировании начала действий со стороны пользователя. На рисунке 4 эта функция детализирована с использованием диаграммы деятельности.

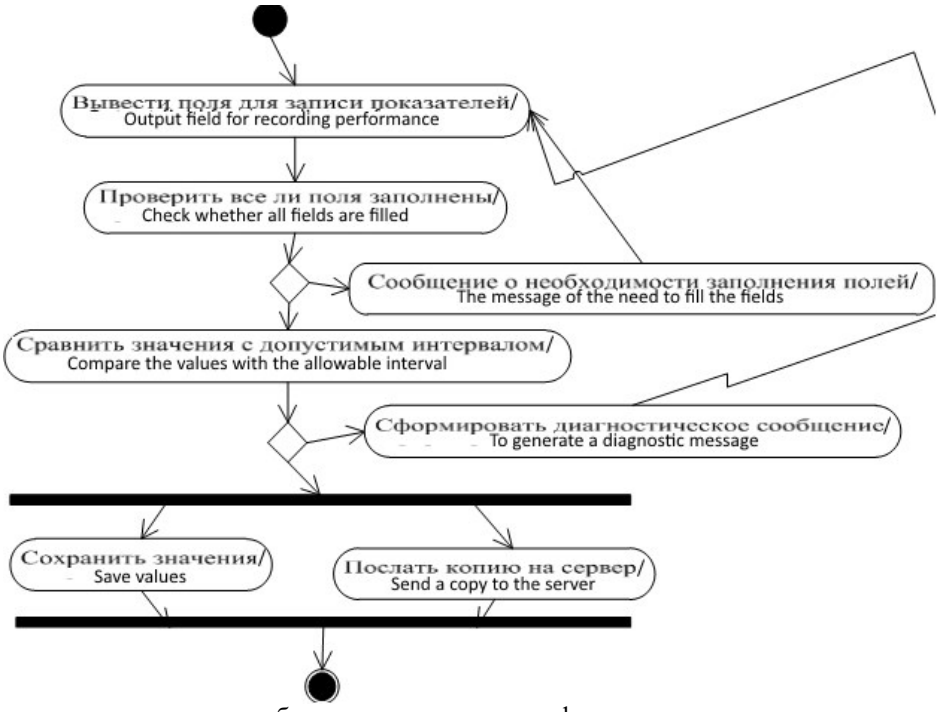


Рисунок 4. Диаграмма деятельности мобильного терминала для функции заполнения дневника самонаблюдения.
Figure 4. Diagram of the mobile terminal operations for the function of filling the diary of introspection.

Взаимодействие пациента, терминала и веб-сервера для прецедента «контроль физической активности» представлено на рисунке 5. Инициирует работу приложения на терминале пользователь в любой момент времени и без обязательного последовательного выполнения всех действий. Завершение функции считается введение второго значения пульса, для которого предполагается, что измерения выполнены после нагрузки. Контроль за обязательным вводом всех наблюдаемых параметров возлагается на терминал и выполняется после последнего приема медпрепарата.

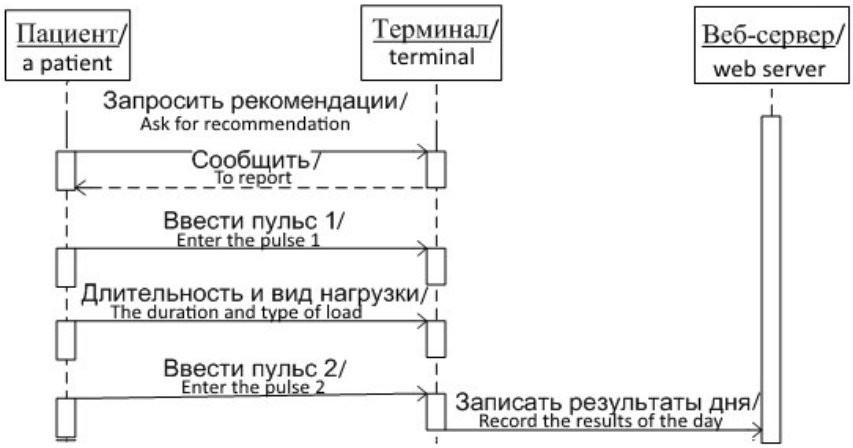


Рисунок 5. Диаграмма последовательности для функции контроля физической активности.
Figure 5. Sequence diagram for physical activity monitoring functions.

На основании проведенного анализа можно сформулировать следующие обязательные требования к клиентскому ПО, размещенному на мобильном терминале пациента:

1) формировать сообщения о необходимости приема медпрепаратов по заданной схеме;

2) обеспечивать внесение данных;

3) сохранять в локальной памяти и передавать на сервер записи о физической активности, приеме лекарств и дневника самообследования;

4) получать с сервера схему приема лекарств и информационные сообщения;

5) сравнивать вводимые параметры с заданными критериями ухудшения состояния.

Для решения этих задач мобильное приложение должно включать базу данных – схемаприема лекарств, службу поддержки фонового процесса для генерации запросов к БД через интервалы времени для проверки необходимости запуска основного интерфейсного

приложения для отображения оповещения на экране мобильного устройства и для просмотра пациентом справочной информации (рисунок 6).

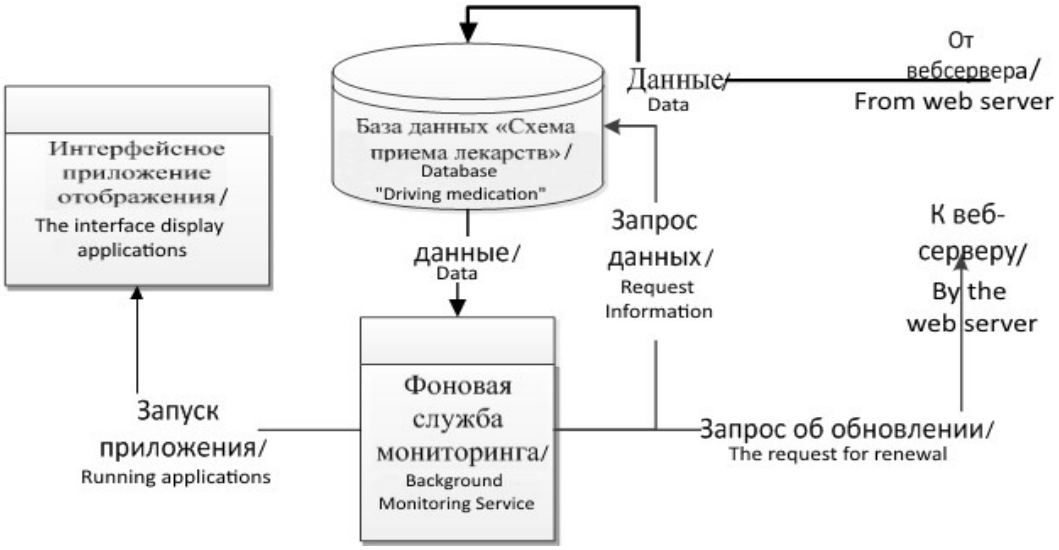


Рисунок 6. Схема клиентского приложения мобильного терминала пациента

Figure 6. Scheme of mobile client application terminal patient

Интерфейсное приложение может быть запущено пользователем для просмотра информации о приеме медпрепаратов, настройки оповещений в любой момент времени, а также оно запускается специальной службой, которая постоянно работает на мобильном терминале и через определенные промежутки времени сверяться с локальной базой данных и раз в сутки с серверной.

В прецеденте «Оценка состояния больного» участвуют:

1) врач – пользователь, которым может быть медицинский персонал, наблюдающий за больным с ХСН, 2) веб-сервер – серверное приложение, поддерживающее систему связи и / или управления БД, хранящее информацию обо всех пользователях-пациентах и доступное через интернет в веб-браузере врача, 3) мобильный терминал больного с ХСН с клиентским ПО.

Диаграмма деятельности представлена на рисунке 7.

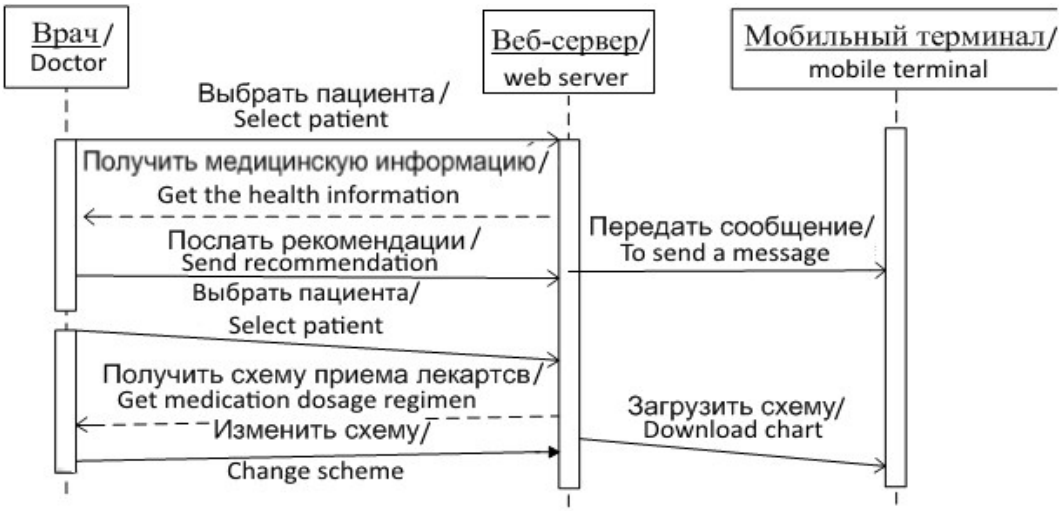


Рисунок 7. Диаграмма последовательности для функции оценки состояния больного

Figure 7. The sequence diagram for patient evaluation function

Заключение

На основании проведенного анализа можно сформулировать следующие обязательные требования к серверному ПО, помимо основной функции накопления информации о закрепленных больных с ХСН:

1. авторизированный доступ;
2. поиск по базе заданного больного или по заданным значениям параметров его состояния;
3. вывод информации в текстовой и графической форме;
4. обмен информационными сообщениями с зарегистрированными мобильными терминалами.

ЛИТЕРАТУРА

1 Abrams S. J., Smith, P., Martinez M. Heart problems and congestive heart failure and its treatment methods: clinical studies // Heart J. 2015. № 36. P. 715–723

2 Pieske B. What could be new in the 2014 recommendation? Oral presentation 02/09/2013 European Society of Cardiology (ESC). Amsterdam, 2013.

3 Басаргина Е. Н., Архипова Е. Н., Жарова О. П. Диагностика сердечной недостаточности у детей // Доктор.Ру Кардиология Ревматология. 2014. № 4(92). С. 25–27

4 Torres A., Jaski W. DI B., Hughes' G. et al. Primary results and analyzes SKHN Trial (characterization and study of heart failure with BNP in the house) // J. Am. Coll. Cardiol. 2013. V. 61. № 16. P. 1726–1735..

5 Остахов В. В.Основы патологической физиологии. Пособие для врача. М.: «Медицина», 2014. 704 с.

6 Карасюков В. А., Малинин Е. М., Сорокина М. Ю. Сравнительное рандомизированное научное исследование заболеваемости больных ХСН (хронической сердечной недостаточностью) // Здоровое сердце. 2014. №2(2). С. 65–89.

7 Петровский Д. В. Диагностика и лечение больных острым инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST электрокардиограммы. Рекомендации РКО. М., 2013

8 Медведев С. И., Гредякин Н. П. Фундаментальные понятия общей патологии. Часть 1. М., 2014. 624 с.

9 Медведев С. И., Гредякин Н. П. Фундаментальные понятия общей патологии. Часть 2. Патохимия. М., 2014. 688 с.

10 Котов В. Ю., Агеев Ф. К., Ватутин Г. Т., Коротаев А. Н. и др. Врачебные рекомендации ОССН, РКО и РНМОТ по диагностированию и лечению ХСН. М., 2013.

REFERENCES

1 Abrams S. J., Smith, P., Martinez M. Heart problems and congestive heart failure and its treatment methods: clinical studies. Heart J. 2015. no. 36. pp. 715–723

2 Pieske B. What could be new in the 2014 recommendation? Oral presentation 02/09/2013 European Society of Cardiology (ESC). Amsterdam, 2013

3 Basargina E.N., Arkhipova E.N., Zharova O.P. Diagnosis of heart failure in children. *Doktor.Ru Kardiologiya* [Doktor.Ru Cardiology Rheumatology] 2014. no. 4 (92). pp. 25–27 (in Russian)

4 Torres A., Jaski W. DI B., Hughes' G. et al. Primary results and analyzes SKHN Trial (characterization and study of heart failure with BNP in the house). J. Am. Coll. Cardiol. 2013. vol. 61. no. 16. pp. 1726–1735.

5 Ostakhov V. V. Osnovy patologicheskoi fiziologii [Basis of patologichetion physiology. Guide for the doctor] Moscow, "Medicine", 2014. 704 p. (in Russian)

6 Karasukov V. A., Malinin E. M., Sorokina M. Y. Comparative, randomized, scientific study of morbidity in patients with CHF (chronic heart failure). *Zdorovoe serdtse* [Healthy heart] 2014. no. 2(2). pp. 65–89. (in Russian)

7 Petrovski D. V. Diagnostika I lechenie bol'nykh ostrym infarktom miokarda [Diagnosis and treatment of patients with acute myocardial infarction with ST elevation ECG segment. Recommendation CSC] Moscow, 2013 (in Russian)

8 Medvedev S. I., Greacen N. P. Fundamental'nye ponyatiya obshchei patologii [The fundamental concepts of General pathology. Part 1] Moscow, 2014. 624 . (in Russian)

9 Medvedev S. I., Greacen N. P. Fundamental'nye ponyatiya obshchei patologii [The fundamental concepts of General pathology. Part 2. Patagonia] Moscow, 2014. 688 p. (in Russian)

10 Kotov V.Y, Ageev F.K., Vatutin G.T., Korotaev A.N. et al.Vrachebnye rekomendatsii OSSN, RKO I RNMOT [Doctor's recommendations PRAs, the RKO and RNMOT on the diagnosis and treatment of heart failure] Moscow, 2013. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Александр В. Лемешкин доцент, к.т.н ,кафедра информационных технологий моделирования и управления, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394000, Россия,sansan55@mail.ru

Юлия А. Сафонова доцент, к.т.н, кафедра информационных технологий моделирования и управления, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394000, Россия, Россия, kulakova7@yandex.ru

Людмила А. Коробова доцент, к.т.н.,кафедра информационных технологий моделирования и управления, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394000, Россия, Россия, lyudmila_korobova@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Александр В. Лемешкин проанализировал данные
Юлия А. Сафонова систематизировала информацию
Людмила А. Коробова написала рукопись, несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 21.09.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 12.02.2018

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Aleksandr V. Lemeshkin Cand. Sci. (Engin.), associate professor, Department informational simulation technology and management department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution av., 19, Voronezh, 394000, Russia,sansan55@mail.ru

Yuliya A. Safonova Cand. Sci. (Engin.), associate professor, Department of informational simulation technology and management, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution av., 19, Voronezh, 394000, Russia, kulakova7@yandex.ru

Lyudmila A. Korobova Cand. Sci. (Engin.), associate professor, Department of informational simulation technology and management, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution av., 19, Voronezh, 394000, Russia, lyudmila_korobova@mail.ru

CONTRIBUTION

Aleksandr V. Lemeshkin analyzed data
Yuliya A. Safonova organize information
Lyudmila A. Korobova wrote the manuscript, to be responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 9.21.2017

ACCEPTED 2.12.2018

Оригинальная статья/Original article

УДК 371.3:681.51

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-97-104

Модели и процедуры интервальной оценки результатов контроля знаний в компьютерных системах тестирования ВМФ

Денис А. Печников [1] 19pda72@bk.ru

[1] Военно-морская академия им. Адмирала Флота Советского Союза Н.Г. Кузнецова, Ушаковская набережная, 17/1, г. Санкт-Петербург, 197045, Россия

Реферат. Для осуществления эффективной военно-профессиональной подготовки специалистов ВМФ необходима соответствующая учебно-материальная база. В результате сокращения в 1990 годы отраслей военно-промышленного комплекса, разрабатывающих технику и вооружения для ВМФ, новейшие образцы этой техники теперь изготовляются не сериями, а отдельными экземплярами. Вопрос о производстве учебных и тренировочных образцов не стоит вообще. В этих условиях в качестве единственного средства, способного обеспечить военно-профессиональную подготовку, могут рассматриваться только виртуальные аналоги образцов военной техники и вооружения, разрабатываемые средствами информационных технологий, т. е. тренажерно-обучающие системы (ТОС). На современном уровне развития информационных технологий тестирование является единственным универсальным техническим средством текущего контроля знаний обучаемых. Процедуры контроля знаний в современных компьютерных системах тестирования не соответствуют предъявляемым к ним требованиям по следующим характеристикам: 1) отсутствию возможности оценки погрешности результатов тестирования; 2) отсутствию возможности прекращения тестирования при достижения заданной достоверности его результатов. Для эффективного внедрения средств оперативного критериально-ориентированного педагогического контроля знаний в процесс подготовки специалистов ВМФ и обеспечения возможности совместного анализа и обработки оценок результатов обучения, целесообразно реализовать следующие практические рекомендации: 1. Формулировку системы предпочтений преподавателя в отношении качества подготовки обучаемых и системы предпочтений преподавателя в отношении значимости единичных тестовых заданий в тесте следует рассматривать в качестве наиболее ответственных этапов подготовки теста к практическому использованию. 2. Преподавателю впервые производящему ввод своих систем предпочтений следует проверить их фактическое соответствие на выборке из 5–10 таких результатов выполнения теста, которые покрывают весь спектр возможных результатов (от полностью верных до полностью неверных). Наличие разработанных и представленных моделей обеспечивает возможность постановки и решения задачи разработки моделей и процедур управления процессом критериально-ориентированного тестирования, обеспечивающих оперативность этого процесса.

Ключевые слова: интервальная оценка, доверительный интервал, биноминальный закон распределения

Models and procedures for interval evaluating the results of control of knowledge in computer systems testing of Navy

Denis A. Pechnikov [1] 19pda72@bk.ru

[1] Naval Academy named after Admiral of the Fleet of the Soviet Union N.G. Kuznetsov, Ushakov embankment, 17/1, St. Petersburg, 197045, Russia

Summary.To implement effective military and professional training of Navy specialists, a corresponding educational and material base is needed. As a result of the reduction in the 1990s in the branches of the military-industrial complex developing weapons and equipment for the Navy, the latest models of this technology are now produced not in batches, but in individual copies. The question of the production of training and training samples is not worth it at all. Under these conditions, only virtual analogues of military equipment and weapons, developed by means of information technology, i.e., training and training systems (TOS), can be considered as the only means capable of providing military-professional training. At the modern level of the development of information technologies, testing is the only universal technical means of monitoring the knowledge of students. Procedures for knowledge control in modern computer testing systems do not meet the requirements for them according to the following characteristics: 1) the absence of the possibility of evaluating the error of the test results; 2) the absence of the possibility of stopping testing when the specified reliability of its results is achieved. In order to effectively implement the means of operational criteria-based pedagogical control of knowledge in the process of training specialists of the Navy and to enable joint analysis and processing of evaluations of learning outcomes, it is advisable to implement the following practical recommendations: 1. Formulating the teacher's preferences system regarding the quality of trainee training and the teacher's preferences system in relation to The significance of single test tasks in the test should be considered as the most important The essential steps in preparing a test for practical use. 2. The teacher who first enters the input of his preference systems should check their actual compliance on a sample of 5-10 such test results that cover the full range of possible outcomes (from fully faithful to completely incorrect). The presence of the developed and presented models provides the possibility of setting and solving the task of developing models and procedures for managing the process of criterion-oriented testing, ensuring the efficiency of this process.

Keywords:interval estimation, confidence intervals, binomial distribution

Для цитирования

Печников Д.А. Модели и процедуры интервальной оценки результатов контроля знаний в компьютерных системах тестирования ВМФ // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 1. С. 97–104. doi:10.20914/2310-1202-2018-1-97-104

For citation

Pechnikov D.A. Models and procedures for interval evaluating the results of control of knowledge in computer systems testing of Navy. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 1. pp. 97–104. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-1-97-104

Введение

Для того чтобы осуществлять военно-профессиональную подготовку специалистов ВМФ необходима соответствующая учебно-материальная база. Основу такой базы раньше всегда составляли действующие учебные и тренировочные образцы военной техники и вооружения, которые ранее поступали в военно-морские учебные заведения в достаточном количестве и обеспечивали необходимый уровень как теоретической, так и практической подготовки будущих офицеров ВМФ. В результате резкого сокращения в 1990 годы отраслей военно-промышленного комплекса, разрабатывающих технику и вооружения для ВМФ, новейшие образцы этой техники и вооружений теперь изготовляются не сериями, а отдельными экземплярами. Вопрос о производстве учебных и тренировочных образцов не стоит вообще. В этих условиях в качестве единственного средства, способного обеспечить военно-профессиональную подготовку, могут рассматриваться только виртуальные аналоги образцов военной техники и вооружения, разрабатываемые средствами информационных технологий, т. е. тренажерно-обучающие системы (ТОС) ВМФ.

В тенденциях развития ТОС ВМФ отмечается следующий ряд основных противоречий: 1) между ростом возможностей ТОС как средств моделирования управляемых объектов и неизменностью их дидактических характеристик; 2) между необходимостью индивидуализации процесса подготовки и ограниченными психофизиологическими возможностями обучающих по управлению обучением в группах с количественным составом более 5–7 обучаемых; 3) между ростом числа и сложности задач управления обучением и неизменностью психофизиологических возможностей руководителей обучения. В качестве средства разрешения этих противоречий рассматривается автоматизация в ТОС ВМФ функций управления обучением.

Ключевой функцией, без автоматизации которой нельзя автоматизировать все остальные функции управления обучением, является функция педагогического контроля качества подготовки обучаемых.

Качество реализации в ТОС ВМФ функции контроля качества подготовки различно в отношении знаний и действий (умений и навыков) обучаемых.

В направлении автоматизации функции оценивания деятельности выполнен целый ряд исследований (Челышкова М.Б [31], Вадзинский Р.Н [3], Ю.А. Ветров [4], Ю.Ф. Волынец [5], В.Н. Иванов [8], В.Д. Мосин [11], Д.А. Печников [13–15], А.Н. Платов [16], В.Ю. Пузырев [17], А.А. Скоров [19], А.М. Стручков [20], Е.В. Хекерт [23, 24], О.Е. Чудаков [25], К.Ю. Шилов [26], Н.В. Щербаков [27] Kaftandjieva, F [36]), Wim J. van derLinden [37] завершившихся созданием оригинальной автоматизированной системы оценки, которая прошла испытания и внедряется в программное обеспечение перспективных ТОС ВМФ.

В направлении автоматизации функции оценивания знаний выполнено менее значительное число исследований. Первая их группа (В.Н. Наумов [12], А.Н. Ханников [29], П.В. Филиппов [28]) носит поисковый характер и ориентирована на создание технологий искусственного интеллекта. На совершенствование моделей и процедур тестирования направлена вторая группа исследований (Р.Р. Туктаров [21], А.О. Туровская [22]), которые были направлены на совершенствование моделей и процедур оценивания отдельных видов тестовых заданий и не касались вопросов управления процессом тестирования.

На достижение целей контроля усвоения знаний в ТОС ВМФ ориентирована компьютерная система тестирования военного назначения (КСТ ВН) “Система автоматизированного контроля (САК)”, которая входит в состав комплекса программ инструментальных средств (КПИС) “Медиатор”. Эта КСТ является типичным представителем современных КСТ и полностью соответствует современному уровню их развития.

ГОСТ РВ 51540-2005 [6] и ГОСТ РВ 15.205-2004 [7] определяют КСТ по функциональному предназначению как продукцию двойного назначения и относятся КСТ к комплектующим изделиям межотраслевого применения (КИМП), представляющим собой “изделие военной техники (ВТ), предназначенное для выполнения определенных технических функций в составе изделий ВТ или их составных частей, создаваемое не для конкретного изделия ВТ по самостоятельным комплектам и не подвергаемое изменениям в процессе создания изделий ВТ, в котором его применяют”. В соответствии с классификациями, приведенными в ГОСТ РВ 51540-2005 [6] и ГОСТ Р 50-605-80-93 [7], КСТ должны быть необходимо отнесены к изделиям ВТ, которые входит в категорию учебно-тренировочных средств, принадлежащих к учебной военной техники как виду военной техники.

Основная часть

В настоящее время в компьютерных системах тестирования наибольшее распространение получили тестовые задания закрытого типа с единственным верным ответом. Задания этого типа применяются не менее чем в 92% случаев. В рассматриваемых тестовых заданиях успешность выполнения задания оценивается

путем установления факта совпадения ответа обучаемого с заранее заданным правильным вариантом ответа. Любой другой вариант ответа является неправильным. Для последующей статистической обработки результаты (верно–не верно) выполнения таких тестовых заданий представляются представляет в виде дихотомическая переменной (0 – 1).

Безошибочность (правильность) ответов обучаемого определяется в виде показателя частности *B*, который имеет вид:

$$B = \frac{\sum_{i=1}^{n} j_i}{n} \qquad (1)$$

где i $(i = \overline{1,n})$ – номер тестового задания, n – общее число тестовых заданий, j_i $(j_i = 0,1)$ результат выполнения отдельного тестового задания в тесте $j_i = 1$ – верный ответ, $j_i = 0$ – неверный ответ.

Все существующие модели и процедуры обработки результатов выполнения систем тестовых заданий основаны на точечной оценке вида (1). Эти точечные оценки результатов тестирования не обеспечивают оперативность процедуры и не вполне обеспечивают достоверность результатов тестирования. Ниже предлагаются модели и процедуры интервальной оценки результатов выполнения систем тестовых заданий тестовые задания закрытого типа с единственным верным ответом.

Предлагаемые модели и процедуры базируются на том факте, что показатель "правильность" является дихотомической переменной, а процедура его определения в процессе решения обучаемым тестирующей выборки из *n* заданий соответствует схеме Бернулли.

Схемой Бернулли называется последовательность независимых в совокупности испытаний, в каждом из которых возможны лишь два исхода – "успех" и "неудача", при этом успех в одном испытании происходит с вероятностью $p \in (0,1)$, а неудача – с вероятностью $q = 1 - p$. "Схема Бернулли лежит в основе таких целочисленных распределений, как биномиальное, геометрическое и отрицательное биномиальное [4].

Для корректного применения схемы Бернулли должны быть выполнены следующие условия [1]: 1) каждое испытание имеет ровно два исхода, условно называемых успехом и неудачей; 2) независимость испытаний: результат очередного эксперимента не должен зависеть от результатов предыдущих экспериментов; 3) вероятность успеха должна быть постоянной (фиксированной) для всех испытаний.

Выполнение первого условия определяется характеристиками самих систем тестовых заданий закрытого типа с единственным верным ответом, в которых результаты выполнения задания обозначаются дихотомической переменной j_i $(j_i = 0,1)$. Выполнение второго условия обусловливается независимостью тестовых заданий в тесте и возможностью их предъявления в случайном порядке. Выполнение третьего условия обеспечивается тем, фактом, что в процессе тестирования обучаемым никаких новых сведений об объектах тестируемой предметной области не сообщается.

Примем допущение о том, что вероятность правильного выполнения тестовых заданий обучаемым определяется только знаниями обучаемого о тестируемой предметной области и не зависит ни от каких-либо других факторов (например, от фактора угадывания). Если принятое допущение выполняется, то выполняется и третье условие соответствия процедуры тестирования схеме Бернулли. В соответствии с принятым допущением безошибочность выполнения тестовых заданий обучаемым характеризуется некоторой постоянной вероятностью $p = const$ правильного выполнения задания и соответствующей ей вероятностью $q = 1 - p$ ее неправильного выполнения.

Пусть в результате решения обучаемым выборки из *n* тестовых заданий получен вектор (приме ров приведены в таблице 1)

$\vec{j} = (j_1, ..., j_i, ..., j_n)$, (2), в котором $j_i = 0,1$ есть оценки успешности выполнения соответствующего задания ($j_i = 1$ – задание выполнено без ошибок, $j_i = 0$ – задание выполнено с ошибками). Требуется оценить вероятность *p* безошибочной деятельности.

Таблица 1.

Некоторые варианты векторов результатов тестирования для $n = 12$

Table 1.

Some variants of vectors of test results for $n = 12$

Вариант Option	j_1	j_2	j_3	j_4	j_5	j_6	j_7	j_8	j_9	j_{10}	j_{11}	j_{12}
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
4	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
5	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
6	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
7	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1
8	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1
9	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0
10	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0

Рассмотрим те законы распределений, которые могут быть использованы для интервальной оценки вероятности p безошибочного выполнения тестовых заданий.

Как отмечалось выше, эмпирические данные, полученные по схеме Бернулли, подчиняются законам таких целочисленных распределений, как биномиальное, геометрическое и отрицательное биномиальное. "Механизм возникновения этих распределений определяется тем способом, которым обрывается последовательность испытаний Бернулли" [4].

Биномиальное распределение имеет место в тех случаях, когда последовательность испытаний Бернулли обрывается после проведения фиксированного числа n испытаний. При этом под биномиальной случайной величиной X понимается число успехов в серии из n испытаний Бернулли.

Вероятность $P(J)$ появления вектора J при биномиальном распределении оценивается как:

$$P(J) = C_n^k p^{n-k} q^k \text{ при } C_n^k = \frac{n!}{k!(n-k)!}, \quad (3)$$

где J – рассматриваемый вариант (вектор) результатов тестирования; p – вероятность безошибочного выполнения тестового задания, $q = 1 - p$ – вероятность выполнения задания с ошибкой, k – число заданий, выполненных с ошибкой, n – общее число заданий, $n - k$ – число заданий, выполненных без ошибок.

Отрицательное биномиальное распределение имеет место в тех случаях, когда последовательность испытаний обрывается сразу же после m-ого успеха. При этом рассматриваются две случайные величины: случайная величина Z – число неудач, предшествовавших m-ому успеху, и случайная величина W – общее число испытаний до m-ого успеха (включая m-ый успех).

Вероятность $P(J)$ появления вектора J при отрицательном биномиальном распределении оценивается как:

$$P(J) = C_{z+m-1}^z p^m q^z \text{ при } C_n^z = \frac{(z+m-1)!}{z!(m-1)!}, \quad (4)$$

где J – рассматриваемый вариант (вектор) результатов тестирования; p – вероятность безошибочного выполнения тестового задания, $q = 1 - p$ – вероятность выполнения задания с ошибкой, z – число заданий, которые выполнены с ошибкой и предшествуют m-ому успеху.

Геометрическое распределение является частным случаем отрицательного биномиального распределения и возникают при обрыве серии испытаний сразу же после первого успеха или неудачи. При этом рассматриваются две случайные величины: случайная величина X – число неудач (успехов), предшествовавших первому успеху (неудаче), и случайная величина Y – число испытаний до первого успеха (неудачи). Сам успех (неудача) может включаться и не включаться в число Y.

Геометрическое распределение – это единственное дискретное распределение со свойством отсутствия памяти (последействия): знание об отсутствии успеха (неудачи) в предыдущих опытах никак не влияет на распределение оставшегося числа опытов до появления успеха (неудачи).

При геометрическом распределении вероятность $P(J; j_i = 1)$ появление вектора $J(j_i = 1; i = \overline{1,n})$ оценивается как:

$$P(J; j_i = 1) = p^h q, \quad (5)$$

а вектора $J(j_i = 0; i = \overline{1,n})$ как

$$P(J; j_i = 0) = q^h p, \quad (6)$$

где p – вероятность безошибочного выполнения задания, $q = 1 - p$ – вероятность выполнения задания с ошибкой, h ($h = \overline{1,n}$) – номер i последнего задания, выполненного без ошибки или, наоборот, с ошибкой (число "неудач (ошибок)" до первого "успеха" или число "успехов" до первой "неудачи (ошибки)".

В целях интервальной оценки вероятности p безошибочного выполнения тестовых заданий целесообразно использовать те законы распределения, которые принципиально обеспечивают обработку любого числа $(i, i = \overline{1,+\infty})$ тестовых заданий. Такому требованию соответствуют только законы биномиального и геометрического распределения.

Закон отрицательного биномиального распределения может быть использован для оценивания результатов тестирования только после появления m-ого успеха. При его использовании минимальная длина оцениваемого вектора J лежит в пределах $z + m \le J \le +\infty$. Другими словами, при самом благоприятном стечении обстоятельств отрицательное биномиальное распределение обеспечит возможность оценки результатов тестирования только при числе $i = z + m$ выполненных заданий, а при самом неблагоприятном – не обеспечит никогда.

Введем понятие вектора $\vec{n}$ непрерывного результата (успеха или неудачи), под которым будем понимать любую часть вектора (1), каждый из элементов которой равен 1 или 0: если все элементы вектора равны 1 ($j_i = 1$) –

вектор $\vec{n}$ непрерывного успеха, если [illegible] элементы вектора равны 0 ($j_i = 0$) – вектор $\vec{n}$ непрерывной неудачи [illegible] ер, [illegible] це 1 д[illegible] ланта вектора $\vec{j}$ это [illegible] $\vec{n}_1 = (j_1, j_2)$, $\vec{n}_2 = (j_3, j_4, j_5, j_6, j_7, j_8, j_9)$, $\vec{n}_3 = (j_{10}, j_{11}, j_{12})$.

Вероятность появления вектора (1) можно оценивать с двух позиций:

1) как вероятность события L, заключающееся в том, что при выполнении n заданий обучаемым было достигнуто $(n-k)$ успехов (допущено k ошибок);

2) как вероятность события H, заключающегося в появлении в векторе (1) m векторов непрерывного результата.

Вероятность $P(L)$ наступления события L оценивается по биномиальному закону (2). Соответственно при определении доверительного интервала (ДИ) для оценок вероятности p успешного выполнения тестового задания корректно использование следующих формул оценки доверительных интервалов биномиального распределения:

1) оценка точного ДИ [2, 3]:

$$\left(\frac{(n-k)}{(n-k)+(k+1)F_{2(k+1),2(n-k),1-\varepsilon/2}}, \frac{(n-k+1)F_{2(n-k+1),2k,1-\varepsilon/2}}{k+(n-k+1)F_{2(n-k+1),2k,1-\varepsilon/2}} \right), \quad (7)$$

где n – число испытаний, k – число ошибок, а $F_{f,g,\alpha}$ – квантиль порядка α распределения F с f, g степенями свободы;

2) оценка приближенного ДИ в соответствии с центральной предельной теоремой, когда при больших n распределение биномиальной случайной величины будет близко к нормальному [2, 3]

$$\left(p^* - u_{1-\varepsilon/2}\sqrt{\frac{p^*(1-p^*)}{n}}, p^* + u_{1-\varepsilon/2}\sqrt{\frac{p^*(1-p^*)}{n}} \right) = \left(\frac{n-k}{n} - u_{1-\varepsilon/2}\sqrt{\frac{(n-k)k}{n^2}}, \frac{n-k}{n} + u_{1-\varepsilon/2}\sqrt{\frac{(n-k)k}{n^2}} \right), \quad (8)$$

где p^* – оценка эмпирической частости правильного выполнения тестовых заданий; $u_{1-\varepsilon/2}$ – квантили стандартного нормального распределения порядка $1-\varepsilon/2$.

Оценим вероятность события H, которое заключается в появлении в векторе (2) m векторов непрерывного результата.

В с[illegible]и с введенным выше понятием [illegible] $\vec{n}_s$ непрерывного результата события $\vec{n}_s \in H$ появления таких векторов относятся к категории попарно несовместных событий. Поэтому вероятность $P(H)$ любого из вариантов их реализаций (см. табл. 1) оценивается по формуле:

$$P(H) = P(h_1 \cup ... \cup h_s \cup ... \cup h_m) = = P(h_1) + ... P(h_s) + ... P(h_m), \quad (9)$$

где s $(s = \overline{1,m};\ m \le n)$ – номер вектора непрерывного результата; n – число выполненных тестовых заданий.

В (8) вероятности $P(h_s)$ оцениваются по геометрическому закону в соответствии с (5, 6)

$$P(h_s) = \begin{cases} p^h q & при \quad j_i = 1; \\ q^h p & при \quad j_i = 0 \end{cases}, \quad (10)$$

где p – вероятность безошибочного выполнения задания, $q = 1-p$ – вероятность выполнения задания с ошибкой, h ($h = \overline{1,(n-k)}$) – номер i последнего задания, выполненного без ошибки или, наоборот, с ошибкой (число "неудач (ошибок)" до первого "успеха" или число "успехов" до первой "неудачи (ошибки)".

Для оценки в (9, 10) неизвестного параметра p предлагается использовать метод максимального правдоподобия, при котором в качестве оценки вероятности p принимается ее значение

$$p = \arg\max_{p\in(0,1)} f(\vec{j}\,|p) = \arg\max_{p\in(0,1)} P(H), \quad (11)$$

максимизирующее вероятность $P(H)$ появления [illegible] олнении n тестовых заданий вектора $\vec{j} = (j_1, ..., \cdot\ \cdot)$, включающего m $(m = \overline{1,n})$ векторов $\vec{n}_s$ непрерывного результата.

Каждый из полученных векторов $\vec{n}_s$ непрерывного результата позволяет по (10) получить оценку p_s с ошибкой σ_s: $p_s \pm \sigma_s$. Соответственно функция $W(p_s, p)$ правдоподобия (совместной плотностью вероятности) для любой из реализаций события $H = \cup h_s$ может быть представлена в виде

$$W(p_s, p) = \prod_{s=1}^{s=m} P(h_s) = = \prod_{s=1}^{s=l} P(h_s^+) \prod_{s=l}^{s=m} P(h_s^-) = p^t q^k \quad (12)$$

при $t > 0, k > 0$,

где p – вероятность безошибочного выполнения тестового задания, $q=1-p$ – вероятность выполнения задания с ошибкой, k – число заданий, выполненных с ошибкой, t – число заданий, выполненных правильно, $n=t+k$ – общее число выполнен заданий, $s\ (s=\overline{1,m})$ – номера векторов $\vec{n}_s$ непрерывно- результата, $s\ (s=\overline{1,l})$ – номера векторов $\vec{n}_s$ непрер- успеха, $s\ (s=\overline{l+1,m})$ – номера вектор $\vec{n}_s$ непрерывной неудачи.

Например, для предст -го в таблице 1 ва 6 ве , включающего ве $\vec{n}_1=(j_1,j_2)$, $\vec{n}_2=(j_3,j_4,j_5,j_6,j_7,j_8,j_9)$ и $\vec{n}_3=(j_{10},j_{11},j_{12})$. функция (11) имеет вид

$$W(p_s,p)=\prod_{s=1}^{s=m}P(h_s)=$$

$$=P(h_1)P(h_2)P(h_3)=p^2q^7p^3=p^5q^7.$$

Если рассматриваемый вектор являе единичным вектором непрерывного успеха $\vec{n}_s$ (в таблице 1 вариант 1) или непрерывной неудачи $\vec{n}_s$ то такие вектора оцениваются по формуле (10).

Поиск p целесообразно реализовать путем решения следующей задачи нелинейного программирования

$$\left.\begin{array}{l} p^{n-k+1}q^{k+1}\to\max\limits_{p}, \\ p\in(0,1),\ k=\overline{1,n} \end{array}\right\}, \qquad (13)$$

Для решения (12) можно использовать стандартную функцию “Solve (Поиск решения)” MicrosoftExcel.

ДИ оценки p может быть определен как

$$\left(p-u_{1-\varepsilon/2}\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}},\ p+u_{1-\varepsilon/2}\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}\right) \qquad (14)$$

Сравним оценки обучаемых, полученные обычным путем на основе предлагаемых моделей.

Пусть обучаемыми выполнено 13 заданий и получены результаты, приведенные в таблице 1. Оценки этих результатов тестирования приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Оценки результатов тестирования, приведенных в таблице 1

Table 2.

Evaluation of test results given in table 1

№ варианта option	n	$n-k$	k	l	$m-l$	Точечная оценка по модели (2.1) Point estimate by the model (2.1)	Интервальные оценки Interval estimates					
							на основе биномиального распределения based on binomiall distribution			на основе геометрического распределения on the basis of geometric distribution		
							Вероятнейшее значение по (2.3) The most probable value according to (2.3)	Границы ДИ по (2.7) The boundaries of CI by (2.7)		Вероятнейшее значение по (2.13) The most probable value according to (2.13)	Границы ДИ по (2.14) The boundaries of the CI by (2.14)	
								Нижняя Lower	Верхняя Upper		Нижняя Lower	Верхняя Upper
1	12	12	0	1	0	1,000	1,000	0,735	1,000	0,923	0,754	1,000
2	12	6	6	1	1	0,500	0,500	0,211	0,789	0,500	0,182	0,818
3	12	6	6	1	1	0,500	0,500	0,211	0,789	0,500	0,182	0,818
4	12	6	6	6	6	0,500	0,500	0,211	0,789	0,500	0,182	0,818
5	12	6	6	6	6	0,500	0,500	0,211	0,789	0,500	0,182	0,818
6	12	5	7	2	1	0,417	0,417	0,152	0,723	0,400	0,089	0,711
7	12	9	3	3	2	0,750	0,750	0,428	0,945	0,647	0,343	0,951
8	12	10	2	4	2	0,833	0,833	0,516	0,979	0,667	0,367	0,966
9	12	8	4	2	2	0,667	0,667	0,349	0,901	0,625	0,317	0,933
10	12	7	5	4	4	0,583	0,583	0,277	0,848	0,550	0,234	0,866

Оценки, приведенные в таблице 2, свидетельствуют, что применение предлагаемых моделей оценки результатов тестирования обеспечивает переход от точечных оценок эмпирической частости к адекватным теоретически обоснованным оценкам вероятности правильного действия, которые имеют количественно оцениваемый ДИ.

Поскольку задачи текущего контроля решаются непосредственно в процессе обучения и имеют целью выработку адресных обучающих воздействий, то процесс критериально-ориентированного тестирования должен занимать минимум времени. Иначе говоря, к самому процессу критериально-ориентированного тестирования, а также процедурам обработки и презентации его результатов должно быть предъявлено требование оперативности.

Оперативность процедур обработки и отображения результатов действий обучаемых проблем не вызывает, поскольку полностью обеспечивается за счет быстродействия аппаратно-программных средств КСТ. А вот оперативность самой процедуры тестирования соответствующего обеспечения не имеет. Поэтому условия и методы ее реализации требуют более подробного рассмотрения.

Наличие моделей (3, 7, 13, 14) интервальной оценки результатов тестирования обеспечивает возможность постановки и решения задачи разработки моделей и процедур управления процессом критериально-ориентированного тестирования, обеспечивающих оперативность этого процесса.

Выводы

На современном уровне развития информационных технологий тестирование является единственным универсальным техническим средством текущего контроля знаний обучаемых. Процедуры контроля знаний в современных компьютерных системах тестирования не соответствуют предъявляемым к ним требованиям по следующим характеристикам: 1) отсутствию возможности оценки погрешности результатов тестирования; 2) отсутствию возможности прекращения тестирования при достижения заданной достоверности его результатов.

Для эффективного внедрения средств оперативного критериально-ориентированного педагогического контроля знаний в процесс подготовки специалистов ВМФ и обеспечения возможности совместного анализа и обработки оценок результатов обучения, полученных компьютерных систем тестирования и преподавателем, целесообразно реализовать следующие практические рекомендации:

1. Формулировку системы предпочтений преподавателя в отношении качества подготовки обучаемых и системы предпочтений преподавателя в отношении значимости единичных тестовых заданий в тесте следует рассматривать в качестве наиболее ответственных этапов подготовки теста к практическому использованию.

2. Преподавателю впервые производящему ввод своих систем предпочтений следует проверить их фактическое соответствие на выборке из 5–10 таких результатов выполнения теста, которые покрывают весь спектр возможных результатов (от полностью верных до полностью неверных).

ЛИТЕРАТУРА

1 Аванесов В.С. Проблема формы тестовых заданий. URL: http://testolog.narod.ru/Theory32.html

2 Ван дер Варден Б.Л. Математическая статистика. М.: Изд-во Иностранной литературы, 1960. 436 с. URL: http://www.twirpx.com/file / 275786/

3 Вадзинский Р.Н. Справочник по вероятностным распределениям. СПб.: Наука, 2001. 295 с. URL: http:// налекцию. рф/content / 786

4 Буравлев А.И., Переверзев В.Ю. Выбор оптимальной длины педагогического теста и оценка надежности его результатов // Открытое образование. 1999. № 2. С. 23 – 26. URL: http://www.e-joe.ru/sod / 99/2_99/st160.html

5 Ветров Ю.А. Повышение качества тактической подготовки офицеров запаса ВМФ на основе рационального использования компьютерных технологий обучения. СПб: БГТУ “Военмех”, 1999. 193 с.

6 Волынец Ю.Ф. Концепция, принципы построения и функционирования инфологической автоматизированной среды подготовки специалистов ВМФ. Петродворец: ВМИРЭ, 1999. 199 с.

7 ГОСТ РВ 51540–2005. Военная техника. Термины и определения. М.: Стандартинформ, 2011. -12 с. URL: http://www.twirpx.com/file / 1699773/

8 ГОСТ РВ 15.205–2004. Система разработки и постановки продукции на производство. Военная техника. Порядок выполнения опытно-конструкторских работ по созданию комплектующих изделий межотраслевого применения. М.: Стандартинформ, 2005. 65 с. URL: http://www.twirpx.com/file / 520927/

9 Иванов В.Н. Метод автоматизированной оценки качества профессиональной деятельности в корабельных автоматизированных системах. Петродворец: ВМИРЭ, 1999. 187 с.

10 Кремер Н.Ш. Теория вероятностей и математическая статистика. М.: Юнити-Дана, 2004. 573 с. URL: http://www.e-joe.ru/sod / 99/2_99/st160.html

11 Крокер Л., Алгина Дж. Введение в классическую и современную теорию тестов. М.: Логос, 2010. 668 с. URL: http://www.twirpx.com/file / 1346290/

12 Мосин В.Д. Моделирование процесса адаптивного управления деятельностью курсантов в ходе практического обучения на автоматизированных тренажерах. Петродворец: ВМИРЭ, 1999. 164 с.

13 Наумов В.Н. Теоретические основы представления содержания профессиональной подготовки специалистов ВМФ в интеллектуальных обучающих системах. Петродворец: ВВМУРЭ им. А.С. Попова, 1994. 296 с.

14 Печников А.Н. Комплекс методов и моделей оценки качества и эффективности деятельности операторов вооружения и военной техники в тренажерно-обучающих системах ВМФ. СПб.: СПбГЭТУ, 2011. 343 с.

15 Печников А.Н., Ветров Ю.А. Проектирование и применение компьютерных технологий обучения. Ч. 1. Концепция систем автоматизированного обучения и моделирование процессов деятельности. СПб: БГТУ, 2002. 195 с.

16 Печников А.Н., Стручков А.М., Хекерт Е.В. и др. Генератор оценки: Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2009613362 от 26.06.2009.

17 Платов А.Н. Автоматизация управления контролем подготовки на тренажерах ВМФ. СПб: ЦНИИ МО РФ, 2000. 125 с.

18 Пузырев В.Ю. Диагностика деятельности операторов корабельных электромеханических систем в специализированных тренажерах ВМФ. Новороссийск: НГМА, 2005. 129 с.

19 ГОСТ Р 5060580–93. Система разработки и постановки продукции на производство. Термины и определения. М.: ВНИИстандарт, URL: http://gostrf.com/normadata / 1/4293827/4293827526.htm

20 Скоров А.А. Методологические основы использования компьютерных технологий обучения в процессе профессиональной подготовки специалистов ВМФ. Петродворец: ВМИРЭ, 2001. 318 с.

21 Стручков А.М. Проектирование компьютерных систем обучения и интеллектуального тренажа. Петродворец: ЗАО "Фирма "Пассат", 2002. 166 с.

REFERENCES

1 Avanesov V.S. Problema formy [The problem of the form of test tasks] Available at: http://testolog.narod.ru/ThErou32.html (in Russian)

2 Van der Waerden B.L. Mtematicheskaya statistika [Math statistics] Moscow, Publishing House of Foreign Literature, 1960. 436 p. Available at: http://www.twirpx.com/file/275786 (in Russian)

3 Vadzinsky R.N. Spravochnik [Handbook of probability distributions] Saint-Petersburg, Science, 2001. 295 p. Available at: http: // налекцию. рф / content / 786 (in Russian)

4 Buravlev A.I., Pereverzev V.Yu. Choice of the optimal length of the pedagogical test and evaluation of the reliability of its results. *Otkrytoe obrazovanie* [Open Education] 1999. no. 2. pp. 23 - 26. Available at: http://www.e-joe.ru/sod/ 99 / 2_99 / st160.html (in Russian)

5 Vetrov Yu.A. Povyshenie kachestva taktich-eskoi podgotovki [Improving the quality of tactical training of Navy reserve officers based on the rational use of computer learning technologies] Saint-Petersburg, BSTU "Voenmeh", 1999. 193 p. (in Russian)

6 Volynets Yu.F. Kontseptsiya, printsipy postroeniya I funktsionirovaniya [The concept, principles of construction and functioning of the informational automated environment for training specialists of the Navy] Petrodvorets, VMIRE, 1999. 199 p. (in Russian)

7 GOST RV 51540-2005. Voennaya tekhnika [State standard 51540-2005 Military equipment. Terms and Definitions] Moscow, StandardInform, 2011. 12 p. Available at: http://www.twirpx.com/file/1699773 (in Russian)

8 GOST RV 15.205-2004. Sistema azrabotki I postanovki [State standard 15.205-2004 System for the development and production of products for production. Military equipment. The order of performance of developmental works on creation of completing products of interbranch application] Moscow, Standartinform, 2005. 65 p. Available at: http://www.twirpx.com/file/520927 / (in Russian)

9 Ivanov V.N. Metod avtomatizirovannoi otsenki kachestva [The method of automated assessment of the quality of professional activity in shipborne automated systems] Petrodvorets, VMIRE, 1999. 187 p. (in Russian)

10 Kremer N.Sh. Teoriya veroyatnostei I matematicheskaya statistika [Theory of Probability and Mathematical Statistics] Moscow, Unity-Dana, 2004. 573 p. Available at: http://www.e-joe.ru/sod/99 / 2_99 / st160.html (in Russian)

11 Crocker L., Algina J. Vvedenie v klassicheskuyu i sovremennuyu teoriyu testov [Introduction to the classical and modern theory of tests] Moscow, Logos, 2010. 668 p. Available at: http://www.twirpx.com/file/ 1346290 (in Russian)

12 Mosin V.D. Modelirovanie protsessa adaptivnogo upravleniya [Modeling the process of adaptive management of cadets' activities in the course of practical training on automated simulator] Petrodvorets, VMIRE, 1999. 164 p. (in Russian)

13 Naumov V.N. Teoreticheskie osnovy predstavleniya soderzhaniya professioal'noi podgotovki [Theoretical bases of representation of the content of professional training of specialists of the Navy in intellectual training systems] Petrodvorets, VVMURE, 1994. 296 p. (in Russian)

14 Pechnikov A.N. Kompleks metodov i modelei otsenki [A set of methods and models for assessing the quality and efficiency of the activities of weapons and military equipment operators in the training and training systems of the Navy] Saint-Petersburg, SPbGETU, 2011. 343 p. (in Russian)

15 Pechnikov A.N., Vetrov Yu.A. Proektirovanie i primenenie komp'yuternykh tekhnologii [Design and application of computer learning technologies. Part 1. The concept of automated learning systems and the modeling of activity processes] Saint-Petersburg, BSTU, 2002. 195 p. (in Russian)

16 Pechnikov A.N., Struchkov A.M., Heckert E.V. et al. Generator otsenki [Evaluation generator: Certificate of state registration of computer programs No. 2009613362 of 26.06.2009] (in Russian)

17 Platov A.N. Avtomatizatsiya upravleniya kontrilem [Automation of control of training control on simulators of the Navy] Saint-Petersburg, Central Research Institute of the Ministry of Defense of the Russian Federation, 2000. 125 p. (in Russian)

18 Puzyrev V.Yu. Diagnostika deyatel'osti operatorov [Diagnostics of the activity of operators of ship electromechanical systems in specialized simulators of the Navy] Novorossiysk, NGMA, 2005. 129 p. (in Russian)

19 GOST R 5060580-93. Sistema razrabotki i postanovki [System for the development and production of products for production. Terms and Definitions] Moscow, VNIIstandart. Available at: http://gostrf.com/normadata / 1/4293827 / 4293827526.htm (in Russian)

20 Skorov A.A. Metodologicheskie osnovy ispol'zovaniiya komp'yuternykh [Methodological bases of using computer training technologies in the process of professional training of Navy specialists] Petrodvorets, VMIRE, 2001. 318 p. (in Russian)

21 Struchkov A.M. Proektirovanie kompyuternykh sistem obucheniya [Designing of computer training systems and intellectual training] Petrodvorets, Passat, 2002. 166 p. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Денис А. Печников к.т.н., доцент, докторант, Военно-морская академия им. Адмирала Флота Советского Союза Н.Г. Кузнецова, Ушаковская набережная, 17/1, г. Санкт-Петербург, 197045, Россия,19pda72@bk.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Денис А. Печников полностью подготовил рукопись и несет ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 22.01.2018
ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 19.02.2018

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Denis A. Pechnikov Cand. Sci. (Engin.), associate professor, doctoral, Naval Academy named after Admiral of the Fleet of the Soviet Union N.G. Kuznetsov, Ushakov embankment, 17/1, St. Petersburg, 197045, Russia,19pda72@bk.ru

CONTRIBUTION

Denis A. Pechnikov completely prepared the manuscript and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The author declare no conflict of interest.

RECEIVED 1.22.2018
ACCEPTED 2.19.2018

Оригинальная статья/Original article

УДК 004.94

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-105-109

Применение методологий SADT и ARIS для моделирования и управления бизнес-процессами информационных систем

Ольга В. Федорова [1] fiodorova_olga@rambler.ru
Александра А. Мамаева [1] mamaeva_aleksa@mail.ru
Елена А. Якунина [1] asd0995@mail.ru

1 Университет управления «ТИСБИ», ул. Муштари, 13, г. Казань, 420012, Россия

Реферат. Статья посвящена применению методологий SADT и ARIS для моделирования и управления бизнес-процессами информационных систем. Актуальность данной статьи не вызывает сомнения, т.к. проектирование архитектуры информационных систем, основанное на тщательном системном анализе предметной области, имеет первостепенное значение для разработки информационных систем в целом. Авторами проведена серьезная работа по анализу применения методологий SADT и ARIS для моделирования и управления бизнес-процессами информационных систем. Анализ проведен, как с точки зрения моделирования бизнес-процессов (нотации) и применения CASE-средства, так и с точки зрения управления бизнес-процессами. Первая точка зрения отражает взаимодействие бизнес-аналитика и программиста при разработке информационной системы. Вторая точка зрения – взаимодействие бизнес-аналитика и заказчика. Основой многих современных методологий моделирования бизнес-процессов является методология SADT. С помощью методологии семейства IDEF можно эффективно отображать и анализировать модели деятельности широкого спектра сложных информационных систем в различных аспектах. CASE-средство ARIS представляет собой комплекс средств анализа и моделирования деятельности организации. Методическую основу ARIS составляет совокупность различных методов моделирования, отражающих разные взгляды на исследуемую систему. Выводы авторов являются вполне обоснованными. Результаты работы могу быть полезны специалистам в области моделирования бизнес-процессов информационных систем. Кроме того, статья имеет ориентированный характер при работе над составляющими элементами учебных программ для студентов специальностей информационных специальностей и управления, обеспечивает актуализацию содержания и структуры дисциплин по моделированию архитектуры информационных систем и управлению организацией, с помощью моделей.

Ключевые слова: методология, бизнес-процессы, моделирование, CASE-средство, управление, информационная система, модель

Application of SADT and ARIS methodologies for modeling and management of business processes of information systems

Olga V. Fedorova [1] fiodorova_olga@rambler.ru
Aleksandra A. Mamaeva [1] mamaeva_aleksa@mail.ru
Elena A. Yakunina [1] asd0995@mail.ru

1 University of Management “TISBI”, Mushtari str., 13, Kazan, 420012, Russia

Summary.The article is devoted to application of SADT and ARIS methodologies for modeling and management of business processes of information systems. The relevance of this article is beyond doubt, because the design of the architecture of information systems, based on a thorough system analysis of the subject area, is of paramount importance for the development of information systems in general. The authors conducted a serious work on the analysis of the application of SADT and ARIS methodologies for modeling and managing business processes of information systems. The analysis was carried out both in terms of modeling business processes (notation) and applying the CASE-tool, and in terms of business process management. The first point of view reflects the interaction of the business analyst and the programmer in the development of the information system. The second point of view is the interaction of the business analyst and the customer. The basis of many modern methodologies for modeling business processes is the SADT methodology. Using the methodology of the IDEF family, it is possible to efficiently display and analyze the activity models of a wide range of complex information systems in various aspects. CASE-tool ARIS is a complex of tools for analysis and modeling of the organization's activities. The methodical basis of ARIS is a set of different modeling methods that reflect different views on the system under study. The authors' conclusions are fully justified. The results of the work can be useful for specialists in the field of modeling business processes of information systems. In addition, the article has an oriented character when working on the constituent elements of curricula for students specializing in information specialties and management, provides an update of the content and structure of disciplines on modeling the architecture of information systems and organization management, using models.

Keywords: methodology, business processes, modeling, CASE-tool, management, information system, model

Введение

На сегодняшний день методологии и инструменты моделирования бизнес – процессов являются в то же время и направлением для научных исследований, и развивающим сектором рынка программного обеспечения (ПО). Для описания бизнес-процессов информационных систем (ИС) существует большое количество методов моделирования.

Актуальность данной статьи очевидна, т. к. моделирование бизнес-процессов информационных систем, основанное на тщательном системном анализе предметной области, имеет первостепенное значение для разработки информационных систем в целом.

Описание и моделирование бизнес-процессов – это, прежде всего, информационная база для системного аналитика для проведения

Для цитирования

Федорова О.В., Мамаева А.А., Якунина Е.А. Применение методологий SADT и ARIS для моделирования и управления бизнес-процессами информационных систем // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 1. С. 105–109. doi:10.20914/2310-1202-2018-1-105-109

For citation

Fiodorova O.V., Mamaeva A.A., Yakunina E.A. Application of SADT and ARIS methodologies for modeling and management of business processes of information systems. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 1. pp. 105–109. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-1-105-109

реинжиниринга бизнес-процессов организации. Для проведения реинжиниринга необходимо четко сформулировать цели, границы предметной области и глубину детализации модели, для того чтобы разработка информационной системы была оправдана, а сама информационная система эффективно применима [5].

Основная часть

Для описания и моделирования бизнес-процессов организациипримeняются методологии SADT,RUP, ARIS, MSF и другие.

В данной статье рассмотрим две методологии – SADT и ARIS и проведем их анализ с трех точек зрения:

1. Моделирование бизнес-процессов (нотации).
2. Применение CASE-средств.
3. Управление бизнес-процессами.

Моделирование бизнес-процессов (нотации)

Модели SADT, в нотацииIDEF0, наиболее удобны при выявлении функций организации. Они наглядно показывают функциональную структуру объекта, т. е. производимые действия и связи между этими действиями. Таким образом, четко прослеживается логика и взаимодействиебизнес-процессов организации. Основным достоинством нотации IDEF0 является возможность получить полную информацию о каждом действии, благодаря жестко регламентированной структуре организации. С помощью SADT-модели можно выявить все недостатки, которые касаются не только самого действия (функции), но и с помощью чего оно реализуется: дублирование функций, отсутствие механизмов, регламентирующих данный процесс, отсутствие контрольных переходов и т. д.

На рисунке 1 показаны основные элементы графической нотации IDEF0. Функции «Деятельность отдела кадров», которая имеет фиксированную цель и приводит к некоторому конечному результату.

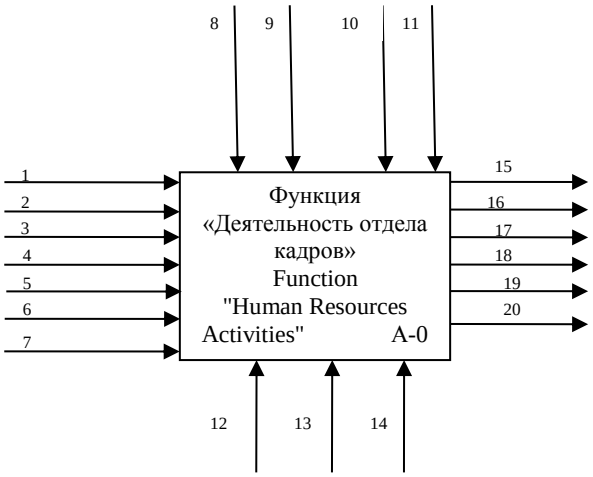


Рисунок 1. Функциональная модель «Деятельность отдела кадров» (методологияSADT)

Figure 1. Functional model “Human Resources Activities” (SADT methodology)

Входы:

1. Заявление о приеме на работу.
2. Персональные данные сотрудника.
3. Резюме.
4. Штатное расписание.
5. Данные из трудовой книжки.
6. Тарификацияпорасчетуоплатытруда, табельучетаработысотрудниковучреждениязамесяц.
7. Заявление на отпуск.

Управление:

8. Приказы руководителя.
9. Распоряжения.
10. Трудовой кодекс.
11. Положения о ведении табельного учета.

Механизмы:

12. Руководитель.
13. Бухгалтерия.
14. Инспектор.

Выходы:

15. Личная карточка сотрудника.
16. Приказ о приеме на работу.
17. Трудовой договор.
18. Приказ об увольнение.
19. Ведомость выдачи заработной платы.
20. Приказ об отпусках.

Рассмотрим методологию ARIS. Методология ARIS (рисунок 2)является наиболее объемной и содержит примерно 90 разнообразных бизнес-моделей, которые используются для описания, анализа и оптимизации различных аспектов деятельности организации.

Основным преимуществом методологии ARIS является эргономичность и высокая степень визуализации бизнес-моделей, что делает ее удобнее и доступнее в использовании всеми сотрудниками организации. Цвет в методологии ARIS имеет огромное значение, это повышает восприимчивость и читабельность схем бизнес-моделей.

При моделировании бизнес-процессов с помощью методов ARIS используются полуконцептуальные методы. Данные методы позволяют взглянуть на ситуацию с позиции управления бизнесом[2-5].

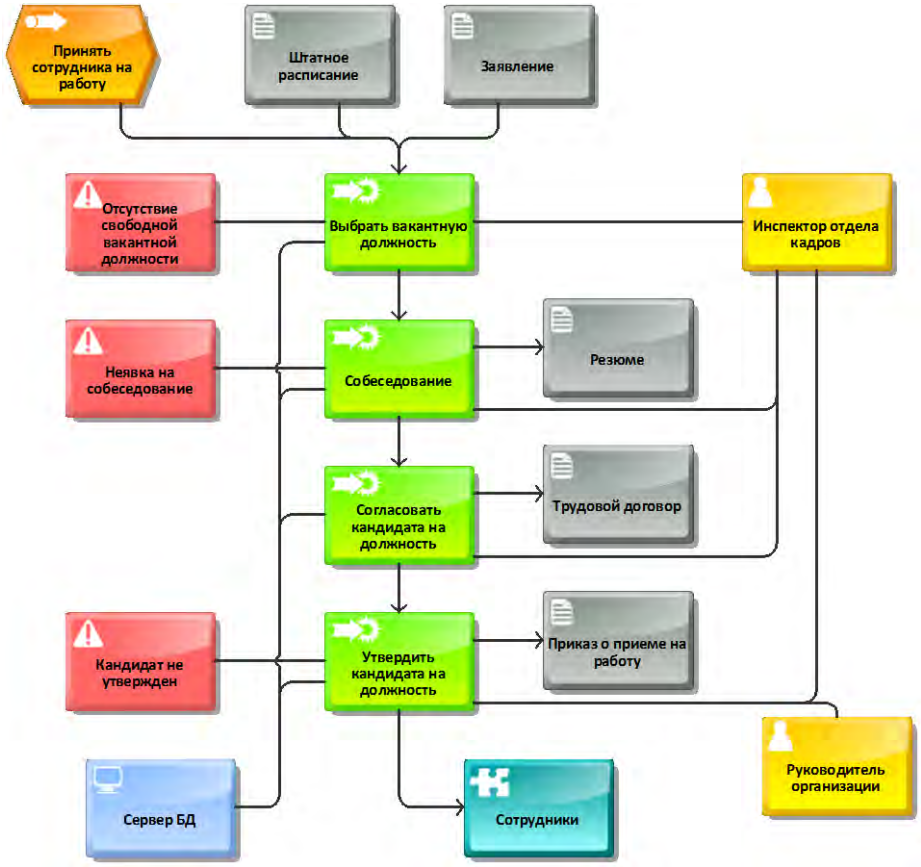


Рисунок 2. Диаграмма бизнес-процессов (методология ARIS)

Figure 2. The business process diagram (ARIS methodology)

Сравнивая методологии SADT и ARIS, можно сделать вывод, что обе методологии позволяют провести качественный анализ предметной области и выявить соответствующие функции (бизнес-процессы).

Применение CASE-средств

Для моделирования функций организации с использованием методологии SADT используется CASE-средство BPWIN.

Данное CASE-средство основано на методологии IDEF и предназначено для структурно-функционального моделирования и анализа деятельности организации. Структурно-функциональная модель IDEF отображает функциональную структуру объекта, т. е. действия, которые производит объект и связи между этими действиями.

Для моделирования бизнес-процессов организации с использованием методологии ARIS используют CASE-средство ARIS.

Данное CASE-средство объединяет разнообразные методы моделирования и анализа информационных систем. Прежде всего, это средство описания, анализа, оптимизации и документирования бизнес-процессов.

CASE-средство BPWIN используется только на этапах анализа и проектирования бизнес-процессов ИС. CASE-средство ARIS используется на всех этапах разработки ИС, включая реверсный инжиниринг бизнес-процессов и генерацию кода [6-9].

Управление бизнес-процессами

Методология SADT не предназначена для управления бизнес-процессами.

Нотация BPMN (методология ARIS) предназначена для использования при работе с малым и средним бизнесом. Не нужно реализовать бизнес-модель на уровне программного обеспечения, так как это всегда – дополнительные затраты, и в условиях малого бизнеса нет необходимости в подобных инструментах контроля и анализа работы. Но, тем не менее, на уровне неисполняемых бизнес-процессов используют именно BPMN (рисунок 3). Для чтения нотаций BPMN не требуется вообще никаких особых знаний и навыков, т. к. они очень удобны для понимания. Нотация BPMN создавалась специально для того, чтобы найти общий язык между бизнес-аналитиком и обычными бизнес-менами (управленцами). При помощи нотации BPMN вы экономите свое время и время заказчика (руководителя) и добиваетесь максимально высокого уровня взаимопонимания [10, 11].

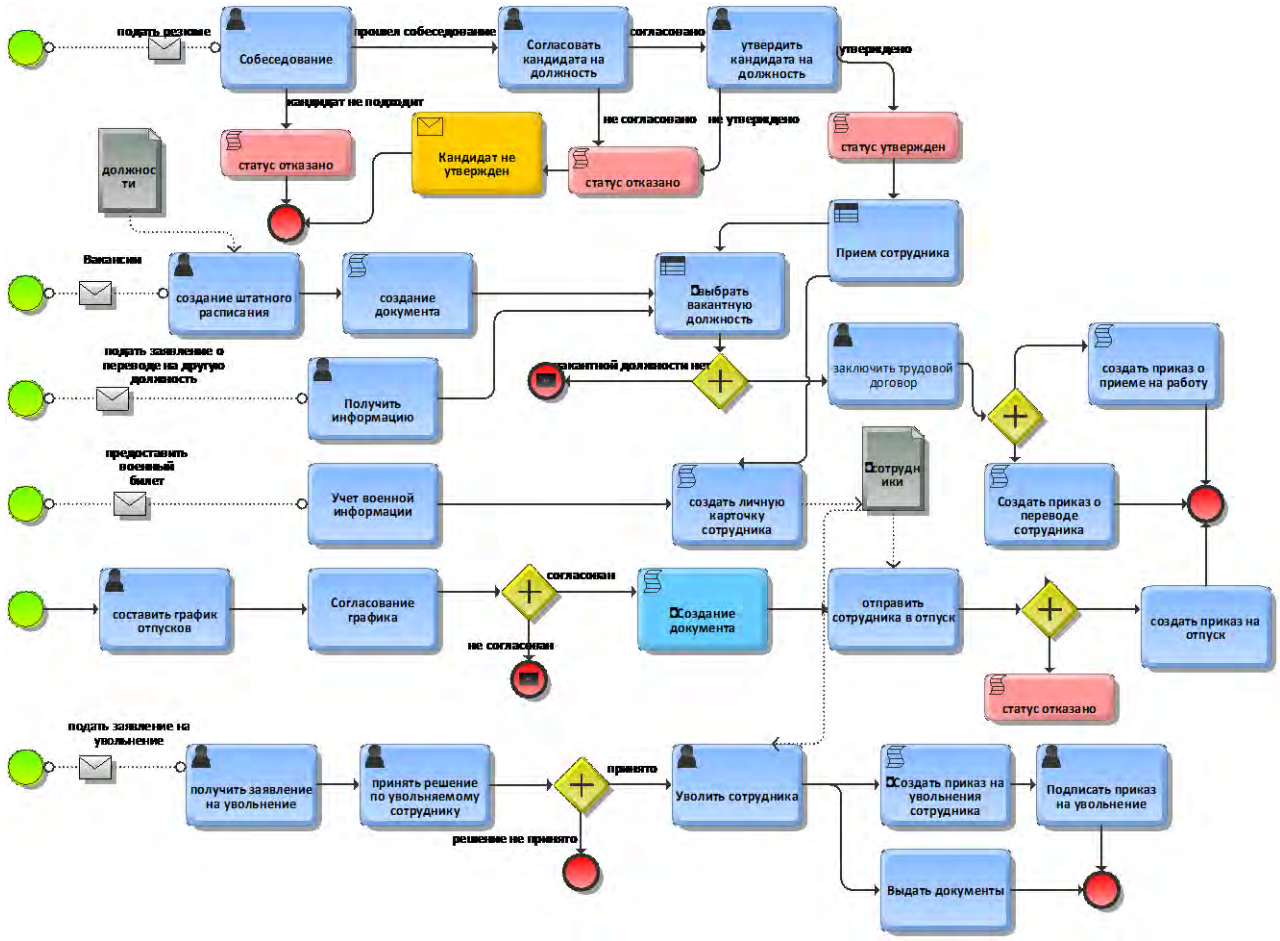


Рисунок 3. BPMN диаграмма «Деятельность отдела кадров» (методология ARIS)

Figure 3. BPMN diagram “Human Resources Activities”(ARIS methodology)

Заключение

Произведен анализ применения методологий SADT и ARIS для моделирования и управления бизнес-процессами информационных систем. Анализ проведен, как с точки зрения моделирования бизнес-процессов (нотации) и применения CASE-средства, так и с точки зрения управления бизнес-процессами. Первая точка зрения отражает взаимодействие бизнес-аналитика и программиста при разработке информационной системы. Вторая точка зрения – взаимодействие бизнес-аналитика и заказчика.

Сопоставляя методологии по критериям сравнения, отметим, что в условиях развивающегося рынка и рыночной конкуренции целесообразней использовать методологию ARIS. Основные его достоинства – прозрачность, ориентированность всей командына положительный результат и гибкость системы управления. В то же время методологии ARIS и SADT не являются противопоставлением друг другу. При применении одновременно двух методологий организация будет иметь систему взаимосвязанных оптимизированных процессов, которые объединяют схожие функции в рамках различных бизнес-процессов. Для достижения наилучших результатов организации целесообразней одновременно использовать ARIS и SADT методологии.

В заключении отметим, что моделирование бизнес-процессов позволяет проанализировать не только, как работает организация в целом, как оно взаимодействует с внешними организациями, заказчиками, но и как организована деятельность на каждом отдельно взятом рабочем месте.

ЛИТЕРАТУРА

1 Марка Д.А., МакГоуэн К. Методология структурного анализа и проектирования. URL: http://www.pqm-online.com/assets/files/lib/books/marka.pdf

2 Федорова О.В. Применение CASE-технологий RationalRose и ARIS в моделировании бизнес-процессов // Вестник ТИСБИ. 2013. №2. С. 178–185.

3 Шеер А.В. ARIS – моделирование бизнес-процессов. М.: Вильямс, 2008. 224.С.

4 Якунина Е.А., Федорова О.В. Проектирование информационной системы для отдела кадров // Сборник материалов VIII Всерос., научно-практической конференции с международным участием «Россия молодая». Кемерово, 2016.

5 Шеер А.В. Моделирование бизнес-процессов. М.: Серебряные нити-Москва, 2014. 219 с

6 Кинжалин А. Моделирование баз данных при помощи ERwin. URL: http://old.ci.ru/inform12_98/astr1.htm.

7 Дубейковский В. Эффективное моделирование с CAErwinProcessModeler (BPwin; AllFusionProcess Modeler). М.:Диалог-МИФИ, 2009. 384 с

8 Маклаков С.В. Моделирование бизнес-процессов с AllFusionProcessModeler. М.: Диалог-МИФИ, 2008. 224 с

9 Jesse Russel C.A. ERwinDataModeler. М.: Книга по Требованию, 2012. 90 с.

10 Silver B. BPMN Method and Style: A levels-based methodology for BPM process modeling and improvement using BPMN 2.0. Cody-Cassidy, 2009.

11 Мистров Л.Е., Дерканосова А.А. Методы информационного воздействия при синтезе стратегий управления конкурентоустойчивостью социально-экономических организаций // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2013. № 4 (58). С. 282-288.

REFERENCES

1 Mark D.A., McGowan C. Metodologiya strukturnogo analiza [Methodology of structural analysis and design] Available at: http://www.pqm-online.com/assets/files/lib/books/marka.pdf (in Russian)

2 Fedorova O.V. Application of CASE-technologies Rational Rose and ARIS in modeling ofbusiness processes. *Vestnik TISBI*. [Proceedings of TISBI] 2013. no. 2. 178-185 pp. (in Russian)

3 Scher A.V. ARIS-modelirovanie biznes-protsessov [ARIS – modeling of business processes] Moscow, Williams, 2008. 224 p. (in Russian)

4 Yakunina E.A., Fedorova O.V. Designing an information system for the HR department. Sbornik materialov “Rossiya molodaya” [Collection of materials of the VIII All-Russian, scientific-practical conference with international participation "Young Russia"] Kemerovo, 2016. (in Russian)

5 Scheer A.V. Modelirovanie biznes-protsessov [Modeling business processes] Moscow, Silver threads, 2014. 219 p. (in Russian)

6 Kinzhalin A. Modelirovanie baz dannykh [Database modeling using Erwin] Available at: http://old.ci.ru/inform12_98/astr1.htm (in Russian).

7 Dubeykovskiy V. Effektivnoe modelirovnie s CA Erwin Process Modeler [Effective modeling with CA Erwin Process Modeler (BPwin; AllFusion Process Modeler)] Moscow, Dialog-MIFI, 2009. 384 p. (in Russian)

8 Maklakov S.V. Modeliovanie bizness-protsessov [Modeling of business processes with AllFusionProcessModeler] Moscow: Dialog-MIFI, 2008. 224 p. (in Russian)

9 Jesse Russel C.A. ERwin Data Modeler. Moscow, Book on Demand, 2012. 90 p.

10 Silver B. BPMN Method and Style: A level-based methodology for BPM process modeling and improvement using BPMN 2.0. Cody-Cassidy, 2009.

11 Mystrov L.E., Derkanosova A.A. Methods of information impact in the synthesis of strategies for managing the competitiveness of socio-economic organizations. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2013. no. 4. pp. 282–288. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Ольга В. Федорова к.п.н., доцент, кафедра информационных технологий, Университет управления «ТИСБИ», ул. Муштари, 13, г. Казань, 420012, Россия, fiodorova_olga@rambler.ru

Александра А. Мамаева ассистент, кафедра информационных технологий, Университет управления «ТИСБИ», ул. Муштари, 13, г. Казань, 420012, Россия, mamaeva_aleksa@mail.ru

Елена А. Якунина ассистент, кафедра информационных технологий, Университет управления «ТИСБИ», ул. Муштари, 13, г. Казань, 420012, asd0995@mail.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Olga V. Fedorova Cand. Sci. (Ped.), associate professor, information technologies department, University of Management “TISBI”, Mushtari str., 13, Kazan, 420012, Russia, fiodorova_olga@rambler.ru

Aleksandra A. Mamaeva assistant, information technologies department, University of Management “TISBI”, Mushtari str., 13, Kazan, 420012, Russia, mamaeva_aleksa@mail.ru

Elena A. Yakunina assistant, information technologies department, University of Management “TISBI”, Mushtari str., 13, Kazan, 420012, Russia, asd0995@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

CONTRIBUTION

All authors equally participated in writing the manuscript and responsible for the plagiarism

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

ПОСТУПИЛА 21.01.2018

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 19.02.2018

RECEIVED 1.21.2018

ACCEPTED 2.19.2018

Оригинальная статья/Original article

УДК 378:37.032

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-110-116

Модель процесса развития коммуникативной толерантности

Евгения А. Балданова [1] jenny_july@mail.ru

1 Забайкальский институт железнодорожного транспорта, ул. Магистральная, 11, г.Чита, 672040, Россия

Реферат. В статье представлена модель процесса развития коммуникативной толерантности студентов технического вуза при обучении иностранному языку. Разработанная педагогическая модель процесса развития коммуникативной толерантности студентов включает в себя взаимообусловленные компоненты: целевой, концептуальный, содержательный, процессуальный, технологический компоненты и результат. Рассмотрены методические принципы, культуроведческого образования и коммуникативно-ориентированного обучения. При моделировании процесса развития коммуникативной толерантности средствами иностранного языка использованы следующие технологические подходы: личностно-ориентированный, личностно-деятельностный, социокультурный и коммуникативный подходы. Педагогические условия: использование материалов национально-культурного содержания, организация обучения студентов практическому применению знаний иностранных языков в деловом общении, интеграция учебной и внеаудиторной работы по иностранному языку способствуют формированию опыта проявления коммуникативной толерантности. В соответствии с моделью процесса развития коммуникативной толерантности студентов средствами иностранного языка обучение включает три этапа: когнитивно-мотивационный, ценностно-аналитический, поведенческой саморегуляции. Компонентами модели процесса развития коммуникативной толерантности студентов технического вуза также являются формы, средства и методы обучения и воспитания.

Ключевые слова: педагогическая модель, коммуникативная толерантность, моделирование

Model of the process of students' communicative tolerance development by means of a foreign language

Evgeniya A. Baldanova [1] jenny_july@mail.ru

1 Zabaikal Railway Transport institute, Magistralnaya st., 11 Chita, 672040, Russia

Summary. The article presents a model of the process of development of communicative tolerance of technical university students while teaching a foreign language. The developed pedagogical model of the process of development of students' communicative tolerance includes interdependent components: target, conceptual, informative, procedural, technological components and a result. Methodological principles, culture education and communicative-oriented learning are considered. In modeling the development of communicative tolerance by means of a foreign language, the following technological approaches are used: personal-oriented, personality-activity, sociocultural and communicative approaches. Pedagogical conditions: the use of materials of national and cultural content, the organization of teaching students for practical application of foreign languages knowledge in business communication, the integration of educational and extracurricular work in a foreign language contribute to the formation of the communicative tolerance experience. In accordance with the model of the process of developing communicative tolerance of students by means of a foreign language, the training involves three stages: cognitive-motivational, value-analytical, behavioral self-regulation. The forms, means and methods of teaching and upbringing are also components of the model of the process of communicative tolerance development of technical university students.

Keywords: pedagogical model, communicative tolerance, modeling

Introduction

The processes of globalization, the integration of financial markets, the intensification of trade and cultural and information exchanges, the transition to a different world order, where the world becomes integral and inseparable, actualize the need to establish tolerant relationships between peoples.

These processes are reflected in education, which becomes the main productive force of society. Innovative education sets new requirements for a technical specialist. The main goal is the preparation and education of a person, not only intelligent, highly professional, creative, but also the one possessing communicative tolerance, able to establish business interaction and communication with representatives of different cultures.

The system of higher education can be an enabling environment for the formation of communicative tolerance, since it involves not only the arming of the future specialist with professional knowledge, but also the process of socialization of the individual, the inculcation of universal values – respect for the other person, rights, freedoms, equality and other values of a democratic society.

Material and methods

The peculiarity of a modern professional activity is the actualization of language training. Knowledge of a foreign language is a real necessity and an indispensable condition for the development of communicative tolerance, which, in turn, is the basis of successful professional activity. Practice

Для цитирования

Балданова Е.А.Модель процесса развития коммуникативной толерантности //Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 1. С. 110–116. doi:10.20914/2310-1202-2018-1-110-116

For citation

Baldanova E.A.Model of the process of students' communicative tolerance development by means of a foreign language. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 1. pp. 110–116. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-1-110-116

proves that the most useful in the professional world are not just engineers, but qualified specialists who know a foreign language, capable of establishing a communicative relationship.

Communicative tolerance is a socially valuable personality quality, manifested in everyday interpersonal communication, respectful attitude to other people and their views, other customs, habits and tastes; aspiration for dialogue, cooperation and a positive assessment of the surrounding people, in accordance with their objective opinion. It is an empathy and emotional flexibility of reactions to a new situation; the presence of adequate behavior in non-standard situations, understanding of another point of view, the ability to forgive other people's mistakes and delusions; the tolerability of unpleasant or unacceptable actions of the partners in the interaction. In the structure of the concept of "communicative tolerance" we have identified the following components: *cognitive, motivational, behavioral, emotional and valuable* [1].

The development of communicative tolerance presupposes the mastery of knowledge about the similarities and differences in cultures, the development of a breadth of professional thinking, the formation of a new mental and emotional consciousness that will allow the future specialist to adapt more quickly to new conditions of activity, build a better professional communication, avoid interpersonal and intercultural conflicts.

The development of communicative tolerance of students is possible with the effective pedagogical support of the process aimed at creating favorable conditions for the most complete realization of the educational opportunities of the discipline "Foreign Language". Researchers-linguists, methodologists, teachers offer various methods and approaches in teaching foreign languages. We used such technological approaches as a person-oriented, personality-activity, sociocultural and communicative approaches in teaching a foreign language with a certain didactic processing to modelize the development of students' communicative tolerance by means of a foreign language.

The term "*modeling"* in pedagogy came from technical knowledge, where it meant creating a leading model of what would then be done in kind. The development of pedagogical knowledge, the growth of the number of methods, means, forms of upbringing and training, identification of an increasing number of factors that influence these processes makes the pedagogical activity excessively complex. Therefore, pedagogical science is forced to resort to recommendations of a technocratic orientation. Thanks to the modeling, the pedagogical process becomes technological. In pedagogy, modeling means the material and mental imitation of a really existing pedagogical system by creating special models in which the principles of the organization and functioning of this system are reproduced.

The process of development of communicative tolerance of a technical school students by means of a foreign language includes the following interconnected and interdependent components:

1) target (goal, objectives);

2) conceptual (orientation to the humanistic values of the student, namely, the development of communicative tolerance);

3) meaningful (using materials of national cultural content, selection of educational material in the context of business communication);

4) procedural (three stages: cognitive-motivational, value-analytical and behavioral self-regulation); (Figure 1).

5) technological (principles, functions, forms and methods, pedagogical conditions, approaches);

6) result (increase in the level of the formation of communicative tolerance among students due to the optimization of the teaching and upbringing process management).

The development of students' communicative tolerance can be considered in the context of multicultural education. The tasks of language multicultural education can be achieved with the consideration of such **methodological principles** as *the principle of dialogue of cultures, the principle of dominance of problematic cultural assignments, the principle of cultural variations, and the principle of cultural reflexing* [5].

The principle of cultures dialogue presupposes the construction of such process of teaching foreign languages, in which a comparative study of cultures is carried out, where it is necessary to train students to perform the role of a mediator of communication between representatives of different cultures.

The principle of cultural variations involves familiarizing students with cultural options and encouraging the perception of cultural diversity as a norm.

The principles of cultural reflexing include tasks for the recognition of oneself as a subject in the sociocultural community; understanding that group affiliation varies depending on the context of communication; the students identify cultural similarities between representatives of different cultural groups.

The principle of dominance of problematic cultural tasks or assignments involves the creation of problem situations in which students learn tolerant behavior in unfamiliar cultural communities, the election of interaction forms with people in conditions of intercultural communication and in finding ways to exit from sociocultural communicative dead ends.

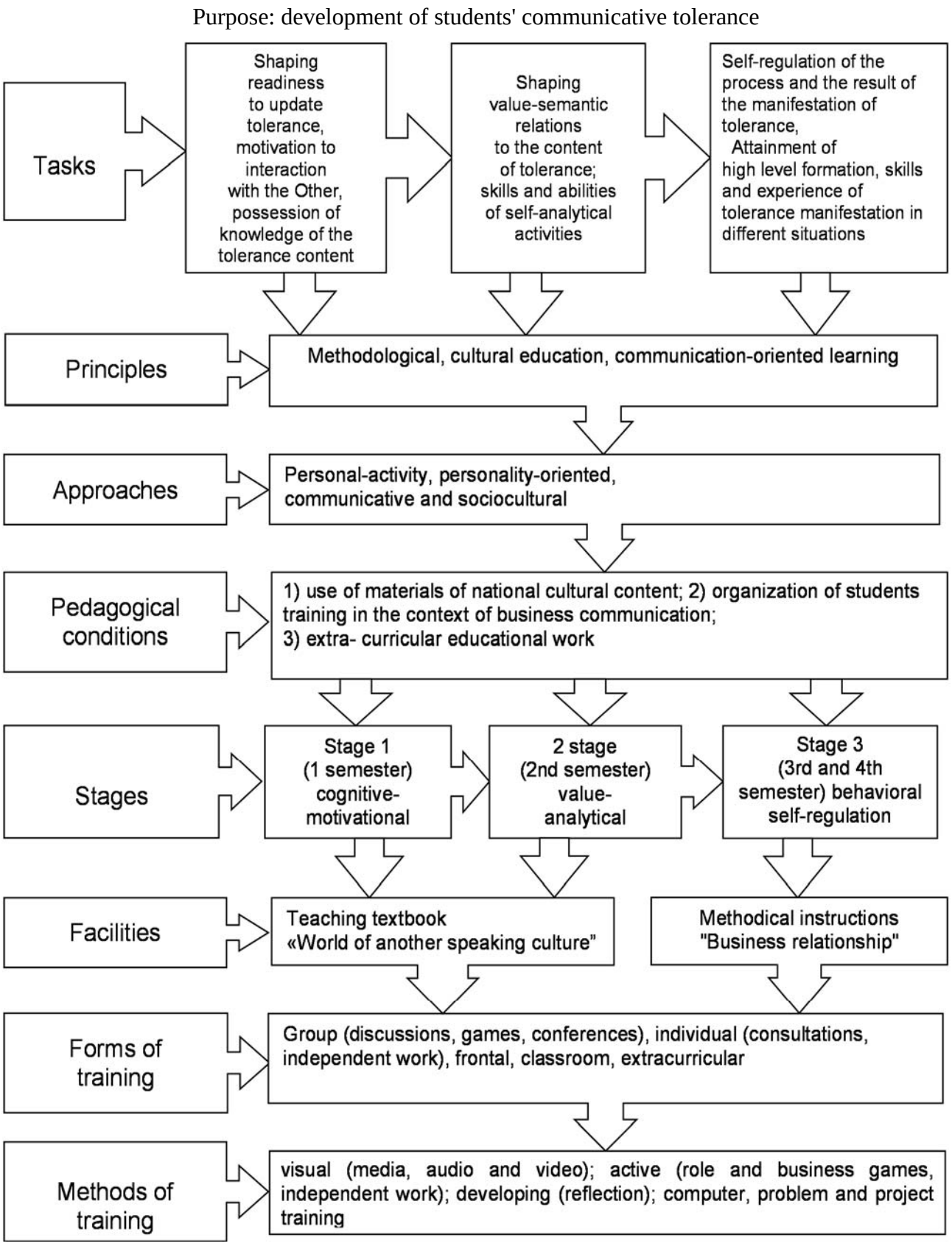


Figure 1. Model of the process of development of communicative tolerance of technical school students with a foreign language means

Principles of cultural education developed by V.V. Safonova, P.V. Sysoev [4, 5]: the principle of study of international communication languages in the context of a dialogue of cultures and civilizations; the principle of interrelated multicultural and bilingual development of the student's personality; the principle of actualization of the support for students' interdisciplinary knowledge and skills add the principles of teaching culture that are broader in their didactic and methodological content and create conditions for cultural self-determination of students studying in conditions of linguistic multicultural education.

Highlighting the principles that reflect the didactic side of the process of developing students' tolerance, we took into account the fact that in the foreign language teaching system today the foreign and Russian scientists [2, 6, 7, 8, 9, 10] pay much attention to communicatively-oriented and contextual learning, which allows students to be actively involved in intercultural communication. We considered *the principle of interrelated learning of all types of speech activity (listening, speaking, reading, writing and speaking) and the principle of dialogue* as **principles of communicative-oriented learning**,

Modern concepts of teaching foreign languages developing in the humanistic direction are associated with new approaches to the definition of goals, content and technology of instruction. Organizing the experimental work, we came to the conclusion that it is possible to consider separately developed approaches in teaching for developing of technical school students communicative tolerance by means of a foreign language.

The *personality-activity approach* can be correlated with the student-centered approach centered on the apprentice based on the humanistic psychology of A. Maslow [6]. This approach forms the activity of the student himself, his willingness to solve problems at the expense of equal partner subject-subject relationships with the teacher.

Sociocultural approach to the selection of the content of teaching foreign languages, developed by V.V. Safonova [4], made it possible to draw attention to the possibility of teaching the cultures of various ethnic, social, religious and other groups.

Communicative approach [2] is a strategy that simulates communication, aimed at creating a psychological and linguistic readiness for communication, at consciousness of the material and ways of dealing with it. The teacher forms the ability of the student to express various communicative intentions: a request, an order, agreement, invitation, refusal, advice, reproach, etc., i.e. the formation of communicative tolerance occurs in situations as close to life as possible. A communicative approach involves learning to communicate and form a capacity for intercultural interaction. It is important to note that the fact of interaction does not always mean that communication has taken place. For example, speakers say phrases and cues, but there is no exchange of information, understanding and mutual understanding. The reason for this is the lack of coordination of communicative tolerance.

Thus, at present communication, interactivity, authenticity of communication, language learning in a cultural context, autonomy and humanization of instruction are given priority, which makes it possible to develop communicative tolerance. Based on these approaches in the study of a foreign language, we define the **pedagogical conditions** for the development of communicative tolerance among students.

We regard *pedagogical conditions* as an essential component of the pedagogical process, integrating a set of mutually conditioned factors, requirements, measures and objective possibilities for content, forms, methods, teaching aids and organizing the learning process, ensuring effective mastery of students' knowledge and skills.

The analysis of pedagogical literature, as well as our own teaching experience, allows us to single out the condition of using materials of national cultural content that provide motivational inclusion of students in the process of developing communicative tolerance and contributing to the development of students' interest in studying foreign culture. The most important sources of formation of cognitive interests in the educational process are the content of educational material and self-education, acting as a process of organizing cognitive activity [1].

Beginning to study foreign languages at the university, students have different language training. In addition, students do not always realize the appropriateness of this discipline, since they do not see the prospects for the practical use of a foreign language, they do not feel the need for it as a means of communication. Consequently, professionally-oriented instruction in a foreign language in a non-linguistic institution puts the teacher in front of the need to find ways to ensure a smooth transition from general language preparation to the study of the specialty language.

Our experience shows that at the initial stage it is advisable to use materials whose content is to some extent known to students at the secondary school level, but in a non-linguistic high school these ones are presented in a new perspective. They

include materials reflecting the national and cultural peculiarities of the country of the studied language in different spheres of life, which have real possibilities for forming the motivation for mastering a foreign language and developing interest in a foreign culture, since information about other countries is attractive due to the existing differences in their cultures. Motivations are those internal forces of the body that induce him to work. Transformation of motivation and of the whole system of value orientations distinguishes the student's age as the central period of the formation of character and intellect, the formation of moral qualities of the individual, including communicative tolerance.

On the basis of cognitive needs, students seek to develop their attitude to life. New information about different aspects of life affects their emotional sphere and requires independent reflection, comparison with available knowledge and experience, and also developing their own attitude to different phenomena and events.

Proceeding from the above, educational materials of a national and cultural nature are fertile ground for the formation of motivation and development of interest of students of a non-linguistic high school to study foreign culture, the mentality, the character of another people. They promote the practical and educational goals and have great potential for professional development of the future specialist and his moral qualities.

In modern conditions, professionally-oriented training of a foreign language requires the inclusion in the educational process of not only professional and general scientific knowledge, appropriate vocabulary and terminology, but also the knowledge necessary for tolerant intercultural professional communication.

Thus, taking into account the age characteristics of students, the level of their development, the specifics of the education stage, we can single out the first pedagogical condition for teaching a foreign language – **the use of materials of national cultural content** that provide motivational inclusion of students in the process of developing communicative tolerance and fostering interest in studying students foreign culture.

Work experience in higher education allows us to single out the second pedagogical condition for the effective development of communicative tolerance among students, which we see **in the organization of teaching students for practical application of foreign languages knowledge in various spheres of life and business communication of a specialist**.

As the analysis of the content of teaching a foreign language in a non-linguistic university shows, practically all the content including the drafts of modern educational standards boils down to the knowledge and skills necessary to perform elementary linguistic activity in the sphere of everyday communication. The field of interpersonal communication covers one connected with the organization of a business conversation as a result of modeling formal and not formal business meetings.

Every future specialist is a person who will have to enter a new society and, possibly, carry on business communication in native and foreign languages. Proceeding from this, for effective education of students in communicative tolerance we include in the content component of the discipline "Foreign Language" the use of a business foreign language as a basis for enriching the knowledge of future specialists about communicative tolerance. Business language, including foreign language, can be in the most general sense defined as a "socio-historical" product, which reflects the history and culture of a particular people, as well as the system of social relations in the economic, political, ideological, cultural, economic and social perspectives [2].

A business foreign language is the source of detailed knowledge about cultural and ethnic values that determine the specificity of the human actions and affect the organization of enterprises and firms. It is also a source of knowledge about culturally conditioned styles of interaction, about the features of constructing discourses and arguments, about preferring written and oral forms of arrangements. Classes in a foreign language contribute to the development of conversation skills with the interlocutor, primarily in their native language. The education of a communication culture among the students in connection with future professional activities, which implies teamwork, participation in the life of the whole team is obvious.

Culture is a dialogue, the exchange of opinions and experience, the comprehension of the values and traditions of others. The dialogue of cultures in business communication is up-to-date. Differences in greetings are important, the same are in the rules of behavior at the table and in public places, the attitude towards compliments that can create a favorable atmosphere of business speech communication and contribute to success in the negotiations. Therefore, the teaching of a culture of business communication should include teaching tactics of communication, a culture of social behavior.

Taking into account the abovementioned provisions, a business foreign language can be considered as a means of directly and indirectly entering a linguistic, ethnic, cultural, social and professional community, as a means of appropriating social,

economic, communicative types of experience, and as a means of familiarizing with the traditions and culture of this community. The considered characteristics of a business foreign language are, in our opinion, the basis for using this training section to implement the process of developing communicative tolerance among students of a non-linguistic institution.

The organization of educational and extra-curricular work on a foreign language at a university can be singled out as the next pedagogical condition for the formation and development of communicative tolerance among students. Unlike training sessions, extra-curricular activities provide students with greater independence, initiative, freedom of creativity, which helps to unite the student community, give them the opportunity to discover and realize their abilities. The purpose of these extra-curricular activities is to stimulate students of a non-linguistic university to study foreign languages and foreign culture, strengthen the role of foreign languages and intercultural communication in order to achieve mutual understanding among peoples in the context of an expanding dialogue of cultures, strengthen intercultural relations between nations and peoples, friends and other nations, the improvement of interpersonal relations, which is a fruitful basis for the formation and development of tolerance.

Linguistic clubs and student scientific societies became widespread in out-of-class work with students in our university. They are socially useful, and at the same time their purpose is to expand and consolidate knowledge, skills, develop individual abilities of students.

In accordance with the model of the process of development of students' communicative tolerance by means of a foreign language [1], the training includes three stages: cognitive-motivational, value-analytical, behavioral self-regulation.

The first stage is based on the need to master the knowledge of the essence of tolerance and the qualities of a tolerant personality, the socio-cultural knowledge of the language studied country and the characteristics of other ethnos, the formation of readiness for the actualization of tolerance, the need for communication with the Other and the desire to overcome the emerging contradictions in communication.

The second stage was aimed at the formation of a value-semantic relationship to the content of tolerance, awareness of oneself as a bearer of cultural values and the co-existence of different opinions, cultures, peoples, the development of profound personality processes – empathy, humanity, ability to reflect, tolerant thinking.

At the third stage, the formation of skills to prevent conflicts, sociability and communication skills for the implementation of tolerant intercultural communication, the experience of showing patience, respect, courtesy in standard and non-standard situations, i.e. the behavioral aspect, is formed.

The important components of the model of the process of development of communicative tolerance among technical university students are **the forms, means and methods** of teaching and upbringing. In order to develop communicative tolerance, we paid particular attention to group forms of work in discussions, games, conferences. We used such methods of teaching foreign languages, such as: computer training; role-playing and business games; work with the media: reading newspapers, preparing TV news; projective method; trainings; work with authentic texts, demonstration of video films in English; extracurricular activities: holding competitions and contests.

The comprehensive approach to classes in combination with different forms, methods, means and methods of teaching allows us to test the effectiveness of the pedagogical conditions that we have allocated to educate communicative tolerance among university students by means of a foreign language and to implement the model of the process of educating communicative tolerance practically.

Conclusion

The model of the process of development of communicative tolerance among university students in the course of teaching a foreign language includes the following interrelated and interdependent components: the purpose, objectives, principles, approaches, pedagogical conditions, stages, means, forms, methods of learning and result.

The purpose of the developed model is the development of communicative tolerance among students of a non-linguistic institution by means of a foreign language. The development of communicative tolerance is carried out taking into account the following principles: methodological (the principle of the dialogue of cultures, the principle of dominance of problem cultural tasks, the principle of cultural variation and the principle of cultural reflection), culture education (the principle of the syllabus of languages of international communication in the context of a dialogue of cultures and civilizations, the principle of interrelated multicultural and bilingual development of the personality of the student, the principle of actualization of the reliance on interdisciplinary knowledge and skills of educators), communicative-oriented learning (the principle of interconnected learning for all types of speech activity and the principle of dialogic nature).

When modeling the development of communicative tolerance of students by means of a foreign language, the following technological approaches are used: personal-oriented, personal-activity, sociocultural and communicative approaches.

The process of development of communicative tolerance of students by means of a foreign language will be more effective when creating the following pedagogical conditions in the educational process: 1) use of materials of national and cultural content that ensure motivational inclusion of students in the process of education of communicative tolerance and promote the interest of students to study foreign culture; 2) organization of teaching students to practical application of knowledge of foreign languages in various spheres of life and business communication of a specialist; 3) integration of educational and extracurricular work on a foreign language that contributes to the formation of the communicative tolerance experience.

In accordance with the model of the process of development of communicative tolerance of students by means of a foreign language, training includes three stages: cognitive-motivational, value-analytical, behavioral self-regulation. The forms, means and methods of teaching and upbringing and the result are also components of the model of the process of development of communicative tolerance of technical college students.

ЛИТЕРАТУРА

1 Балданова Е.А. Соизучение языка и культур // Приоритетные направления инновационного развития железнодорожного транспорта: межвузовский сборник научно-методических трудов. 2014. С. 247-255

2 Зимняя И. А. Общая культура и социально-профессиональная компетентность человека // Интернет-журнал Эйдос. URL: http://www.eidos.ru/ journal/2006/0504.htm.

3 Маслоу А. Г. The Farther Reaches of Human Nature. СПб.: Питер, 2017. 448 с.

4 Сафонова В. В. Соизучение языков и культур в зеркале мировых тенденций развития современного языкового образования // Язык и культура. 2014.

5 Сысоев П.В. Формирование учебно-познавательной компетенции в целях обучения иностранному языку // Иностранные языки в школе. 2015. №10. С. 15-24.

6 Byram M., Wagner M. Making a Difference: Language Teaching for Intercultural and International Dialogue // Foreign Language Annals. 2018. №51(1). P. 140-151.

7 Liddicoat A. J., Scarino A. Intercultural Language Teaching and Learning. Oxford: Wiley Blackwell, 2013

8 Lim H.-Y., Griffith W. I. Developing intercultural communication competency in foreign language learning, Fifth International Conference on the Development and Assessment of Intercultural Competence. Tucson: University of Arizona, 2016.

9 Khatami M., Hassankiadeh M. Critical thinking and intercultural communication in learning environments // Enjoy Teaching Journal. 2015. V. 3. № 4. P. 1-12.

10 Lim H.-Y., Griffith W. I. Introduction to competency-based language teaching // MexTESOL Journal. 2014. V. 38. № 2. P. 1-9.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Евгения А. Балданова к.п.н., доцент, «Гуманитарные нуки», Забайкальский институт железнодорожного транспорта, ул. Магистральная, 11, г. Чита, 672040, Россия, jenny_july@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Евгения А. Балданова полностью подготовила рукопись и несет ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 22.01.2018
ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 19.02.2018

REFERENCES

1 Baldanova E. A. The study of language and cultures. Prioritetnye napravleniyainnovatsionnogo razvitiya [Priority directions of innovative development of railway transport: interuniversity collection of scientific and methodical works] 2014. pp. 247-255. (in Russian)

2 Zimnyaya I. A. General culture and social-professional competence of a person. *Eidos* [The online magazine Eidos] Available at: http://www.eidos.ru/ journal/2006/0504.htm (in Russian)

3 Maslow A. G. The farther reaches of Human Nature. Saint-Petersburg, Piter, 2017. 448 p. (in Russian)

4 Safonova V.V. The study of languages and cultures in the mirror of the world trends in the development of modern language education. *Yazyk I kul'tura* [Language and Culture] 2014. (in Russian)

5 Sysoev P. V. Formation of educational and cognitive competence for the purpose of teaching a foreign language. *Inostrannye yazyki v shkole* [Foreign languages at school] 2015. no. 10. pp. 15-24 (in Russian)

6 Byram M., Wagner M. Making a Difference: Language Teaching for Intercultural and International Dialogue. Foreign Language Annals. 2018. no. 51(1). pp. 140-151.

7 Liddicoat A. J., Scarino A. Intercultural Language Teaching and Learning. Oxford: Wiley Blackwell, 2013

8 Lim H.-Y., Griffith W. I. Developing intercultural communication competency in foreign language learning, Fifth International Conference on the Development and Assessment of Intercultural Competence. Tucson: University of Arizona, 2016.

9 Khatami M., Hassankiadeh M. Critical thinking and intercultural communication in learning environments. Enjoy Teaching Journal. 2015. vol. 3. no. 4. pp. 1-12.

10 Lim H.-Y., Griffith W. I. Introduction to competency-based language teaching. MexTESOL Journal. 2014. vol. 38. no. 2. pp. 1-9.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Evgeniya A. Baldanova Cand. Sci. (Ped.), associate professor, "Humanities" department, Zabaikal railway transport institute, Magistralnaya St., 11 Chita, 672040, Russia, jenny_july@mail.ru

CONTRIBUTION

Evgeniya A. Baldanova fully prepared the manuscript and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The author declares no conflict of interest.

RECEIVED 1.22.2018
ACCEPTED 2.19.2018

Оригинальная статья/Original article

УДК 004.051

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-117-123

Решение задач автоматизации элеваторного комплекса

Владимир С. Кудряшов [1] kudryashovvs@mail.ru
Михаил В. Алексеев [1] mwa1976@mail.ru
Андрей В. Иванов [1] andrious@rambler.ru
Константин И. Сурин [2] kosty.suri@yandex.ru

[1] Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия
[2] ООО "Интеллектуальные комплексы автоматики", Московский пр-т, 97, г. Воронеж, 394077, Россия

Реферат. Статья посвящена решению задач автоматизации при разработке автоматизированного рабочего места (АРМ) оператора для управления элеватором производительностью 280 тонн в час в рамках работ ООО "Интеллектуальные комплексы автоматики". В существующих элеваторных комплексах обеспечивается только транспортировка зерна (отсутствуют системы управления с автоматической сушкой зерна при высокой точности измерения влажности), не предусмотрено автоматическое формирование маршрутов перемещения зерна (для каждого маршрута требуется составление технического задания и внесение изменений в управляющую программу системы). Вместе с тем требуется более точное регулирование расходов потоков зерна (применяемые автоматические задвижки имеют только положения «открыто/закрыто»). Целью автоматизации элеватора является: снижение времени аварийного простоя оборудования путем отслеживания наработки оборудования, количества аварий и информирования оператора об оборудовании, которое подвержено выходу из строя; снижение времени наладки и обслуживания элеватора; повышение качества продукции; уменьшение процента брака, а также уменьшение влияния человеческого фактора на процесс. В работе приводится краткое описание предложенных алгоритмов управления задвижками, автопостроения маршрута сушки зерна, фильтрации показаний влажности зерна и фрагменты программы АРМ оператора (в среде indusoft web studio) для управления элеваторным комплексом. Предложенные решения позволяют: снизить время аварийного простоя оборудования на 20% и общее время обслуживания комплекса; отсеять недосушенное зерно на отлежку в автоматическом режиме для повторной сушки; повысить качество продукции за счет автоматического контроля перегрева зерна; уменьшить брак продукции на 3%, а также уменьшить влияние человеческого фактора на процесс транспортировки и сушки зерна.

Ключевые слова: элеваторный комплекс, автоматизация, алгоритм управления, контроллер

Solution of problems of automation of elevator complex

Vladimir S. Kudryashov [1] kudryashovvs@mail.ru
Mikhail V. Alekseev [1] mwa1976@mail.ru
Andrei V. Ivanov [1] andrious@rambler.ru
Konstantin I. Surin [2] kosty.suri@yandex.ru

[1] Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia
[2] LLC "Intellectual complexes of automatics", Moscow Av., 97, Voronezh, 394077, Russia

Summary.The article is devoted to the solution of automation tasks in the development of the operator's workstation (AWP) for controlling the elevator with a capacity of 280 tons per hour as part of the work of LLC "Intelligent Automation Complexes". In the existing elevator complexes, only grain transportation is provided (there are no control systems with automatic grain drying with high accuracy of humidity measurement), automatic generation of grain transportation routes is not provided (for each route, a technical task is required and changes to the control program of the system are required). At the same time, more precise regulation of the flow of grain flows is required (the automatic latches used have only the "open / close" positions). The goal of elevator automation is: to reduce the time of equipment downturn by tracking the operating time of the equipment, the number of accidents and informing the operator about equipment that is susceptible to failure; reduction of the time for setting up and servicing the elevator; improvement of product quality; a decrease in the percentage of rejects, as well as a decrease in the influence of the human factor on the process. The paper provides a brief description of the proposed gate valve control algorithms, the auto-building of the grain drying route, the filtering of the grain moisture readings and the fragments of the operator's workstation program (in indusoft web studio) for controlling the elevator complex. The proposed solutions allow: to reduce the time of equipment downtime by 20% and the total service time of the complex; weed out the undried grain for ridding in automatic mode for repeated drying; to improve the quality of products through automatic control of grain overheating; to reduce the production waste by 3%, and also to reduce the influence of the human factor on the process of grain transportation and drying.

Keywords:elevator complex, automation, control algorithm, controller

Для цитирования
Кудряшов В.С., Алексеев М.В., Иванов А.В., Сурин К.И. Решение задач автоматизации элеваторного комплекса // Вестник ВГУИТ. 2018.Т. 80. № 1. С. 117–123. doi:10.20914/2310-1202-2018-1-117-123

For citation
Kudryashov V.S., Alekseev M.V., Ivanov A.V., Surin K.I. Solution of problems of automation of elevator complex. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 1. pp. 117–123. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-1-117-123

Введение и постановка задачи

Зерновые продукты являются одним из главных элементов в питании людей. На сегодняшний день самым надежным местом сбережения зерна являются зерновые элеваторы. В элеваторах можно улучшить качество зерна, просушив его, а также очистив от мелких и крупных примесей [1]. В последние годы при решении задач автоматизации процессов очистки, сушки и хранения зерна достигнуты определенные успехи, но при этом некоторые задачи остаются нерешенными. В существующих элеваторных комплексах обеспечивается только транспортировка зерна (отсутствуют системы управления (СУ) с автоматической сушкой зерна при высокой точности измерения влажности), не предусмотрено автоматическое формирование маршрутов перемещения зерна (для каждого маршрута требуется составление технического задания и внесение изменений в управляющую программу СУ). Вместе с тем требуется более точное регулирование расходов потоков зерна (применяемые автоматические задвижки имеют только положения «открыто / закрыто») [2, 3].

Целью автоматизации элеватора является: снижение времени аварийного простоя оборудования путем отслеживания наработки оборудования, количества аварий и информирования оператора об оборудовании, которое подвержено выходу из строя; снижение времени наладки и обслуживания элеватора; повышение качества продукции; уменьшение процента брака, а также уменьшение влияния человеческого фактора на процесс.

Результаты

В работе приводится краткое описание решения перечисленных задач и фрагменты разработанной программы автоматизированного рабочего места (АРМ) оператора (в среде indusoft web studio) для управления элеваторным комплексом [4].

Типовой элеватор (рисунок 1) состоит из блоков приемки зерна (завальная яма, весовой контроль, ж.д. приемка); очистки зерна (машин предварительной очистки, машин предпродажной очистки, машин семенной очистки); сушки зерна (накопительный конусный силос, зерносушилка); хранения зерна и отгрузки(плоскодонные силоса с термометрией, бункера отгрузки, ж.д. отгрузка).

Для автоматизации работы подсилосных задвижек предлагается алгоритм на основе временного интервала закрытия (от пропадания сигнала от концевого выключателя на открытие до появления сигнала концевого выключателя на закрытие) и временного интервала открытия (от пропадания сигнала от концевого выключателя на закрытие до появления сигнала концевого выключателя на открытие) (рисунок 2). При реализации алгоритма рассчитывается необходимое время движения задвижки в зависимости от заданного оператором процента открытия задвижки, общего времени открытия/закрытия задвижки, текущего положения задвижки [5].

Для открытия задвижки на заданный оператором процент, необходимо рассчитать время движения задвижки. В случае если задвижка закрыта, то задвижка будет двигаться на открытие, а время движения будет следующим:

$$\text{Time\_work} = \left(\text{Time\_Test} / 100SV\right), \quad (1)$$

где Time_Test – среднее время движения задвижки в одном направлении; Time_work – расчетное время движения задвижки; SV – заданный оператором процент открытия задвижки.

Если же задвижка не закрыта, то направление движения задвижки будет зависеть от ее фактического положения. Если SV >PV, то задвижка будет двигаться на открытие, а время движения будет рассчитываться следующим образом:

$$\text{Time\_work} = \left(\text{Time\_Test} / 100SV\right) - \left(\text{Time\_Test} / 100\ PV\right), \quad (2)$$

где PV – фактическое положение задвижки в процентах открытия.

Если же SV <PV, то задвижка будет двигаться на закрытие, а время движения будет рассчитываться следующим образом:

$$\text{Time\_work} = \left(\text{Time\_Test} / 100PV\right) - \left(\text{Time\_Test} / 100SV\right). \quad (3)$$

При этом необходимо реализовать алгоритм автотестирования задвижки (проверка времени открытия/закрытия), т. к. в процессе работы комплекса некоторые части изнашиваются и меняется время движения (так же время движения задвижки может изменяться после ее смазывания или замены задвижки).

Для автопостроения маршрута необходимо программирование каждого отдельного оборудования (норий, транспортеров, клапанов, задвижек и силосов) на основе функциональных блоков. Общий алгоритм следующий (рисунок 3): после нажатия кнопки "Построение маршрута" оператору предлагается выбрать начальную и конечную емкости.

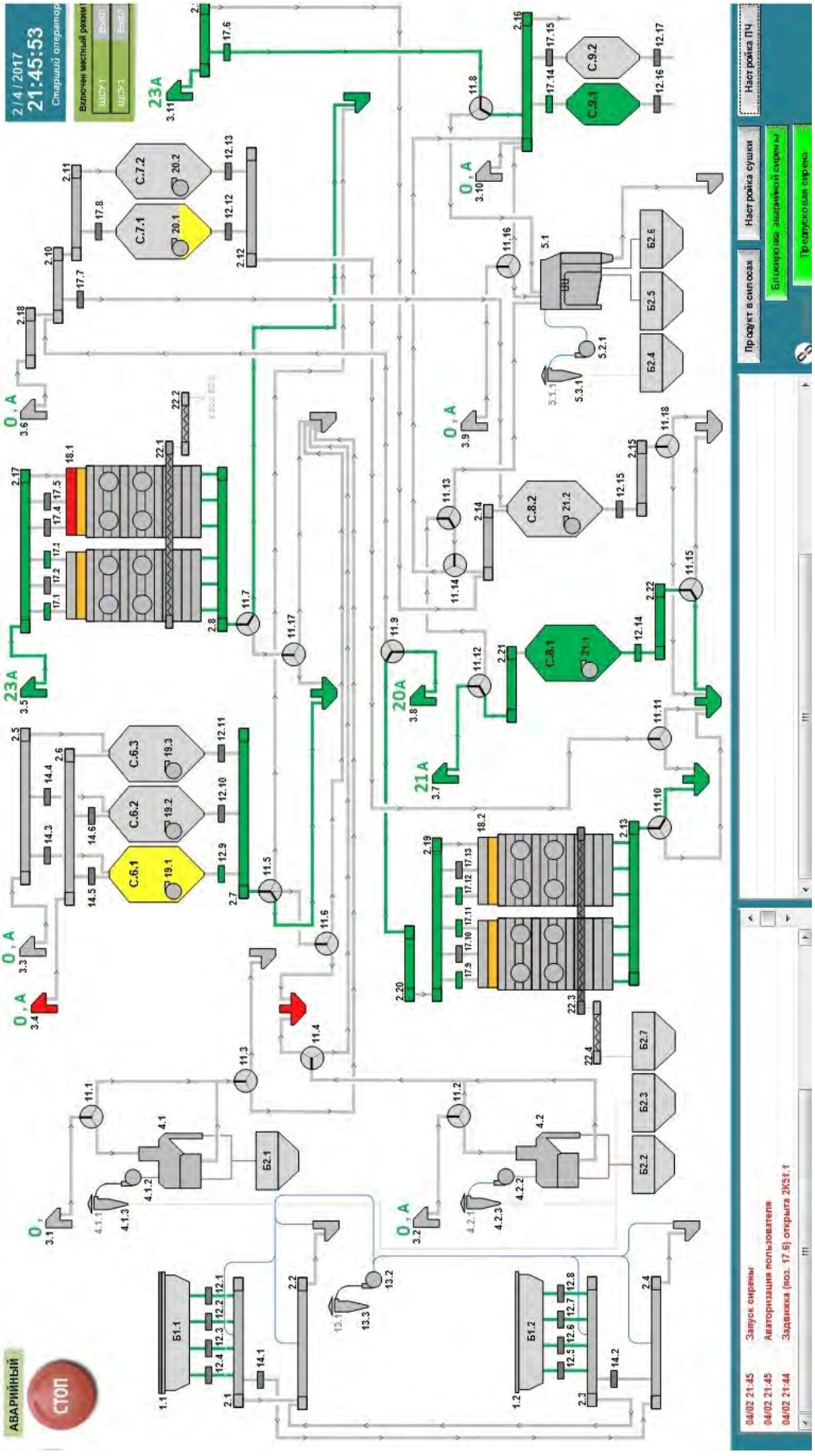


Рисунок 1. Мнемосхема элеватора (экранная форма АРМ оператора)

Figure 1. The mimic diagram of the elevator (the screen form of the operator's workstation)

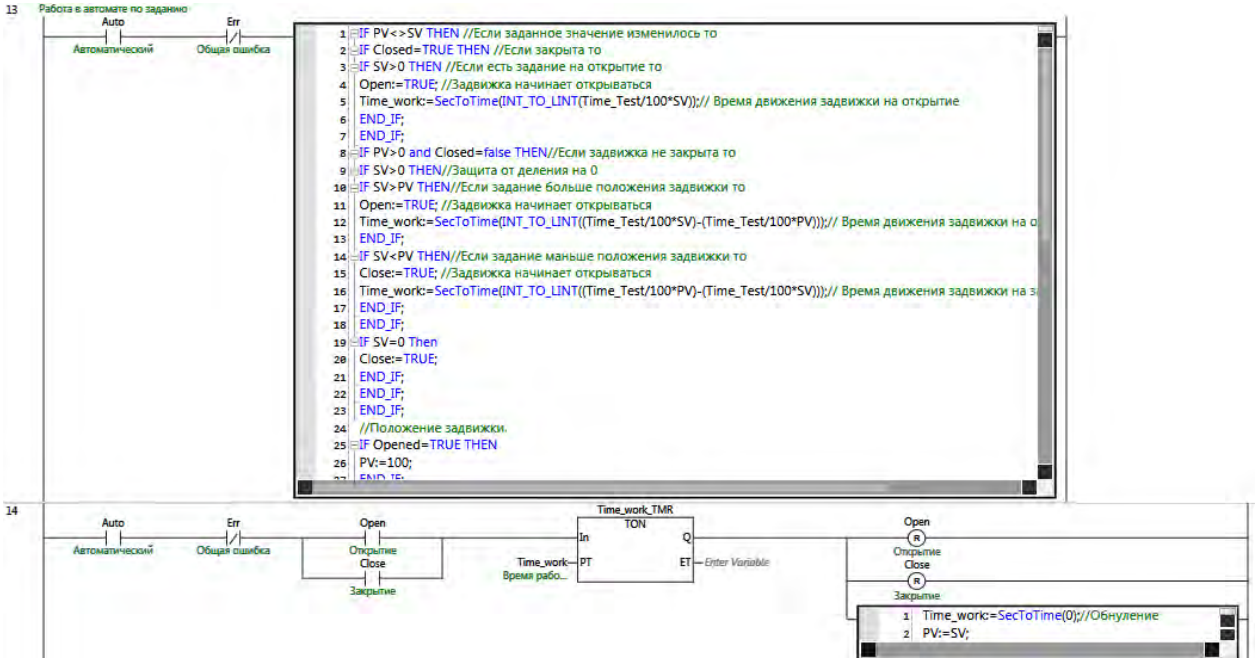


Рисунок 2. Фрагмент программы управления задвижкой

Figure 2. Fragment of the shutter control program

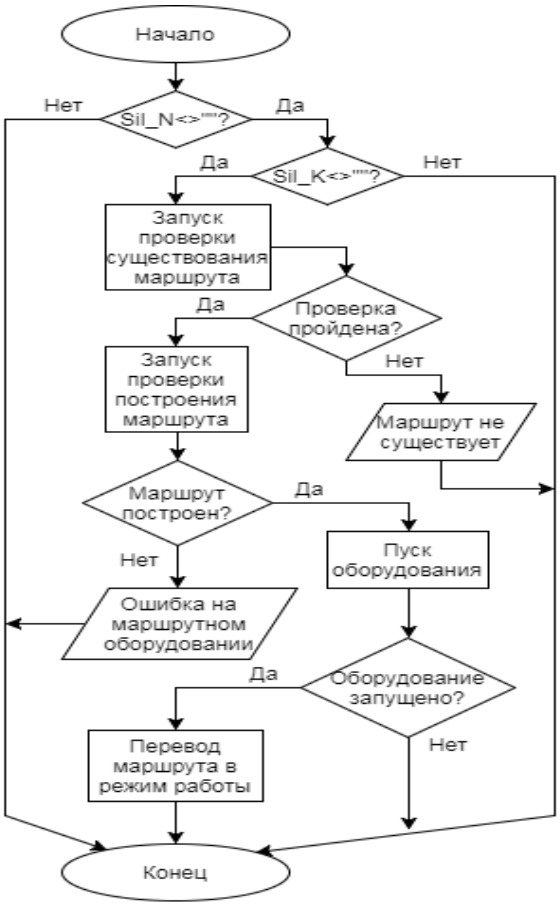


Рисунок 3. Алгоритм автопостроения маршрута

Figure3. Algorithm for auto-routing

В результате управляющий контроллер начинает проверку возможности построения данного маршрута (рисунок 4). Если такая возможность имеется, то оператору поступит предложение выбрать контрольные точки маршрута (очистительные машины, зерносушилки) и станет активна кнопка "Подготовить маршрут". Далее клапаны примут положения в соответствии с выбранным маршрутом и станет активна кнопка "Запустить маршрут". При нажатии на нее маршрут начнет последовательный запуск.

Основной сложностью при реализации алгоритма управления зерносушилкой является большая погрешность поточных влагомеров зерна [6]. Максимальная скорость замеров – 1 раз в 30 секунд. Предлагается фиксировать четыре последних показания влажности зерна, вычислять среднее значение и принимать его за действительное.

Система реагирует (с небольшой задержкой) на возможные резкие скачки влажности, что предостережет ее от принятия неверных решений, и снижает погрешность измерения влагомеров фильтрацией сигналов (рисунок 5).

Стабилизация значений температуры и влажности реализована программными ПИД-регуляторами (рисунок 6):

$$u(t) = \text{Temp\_P}e(t) + \text{Temp\_I} \cdot \int_0^t e(t)dt + \text{Temp\_D} \cdot \frac{de(t)}{dt}, \quad (4)$$

где $u(t)$ – управляющее воздействие регулятора; Temp_P – пропорциональный коэффициент регулятора; Temp_I – интегральный коэффициент; Temp_D – дифференциальный коэффициент; $e(t)$ – ошибка регулирования.

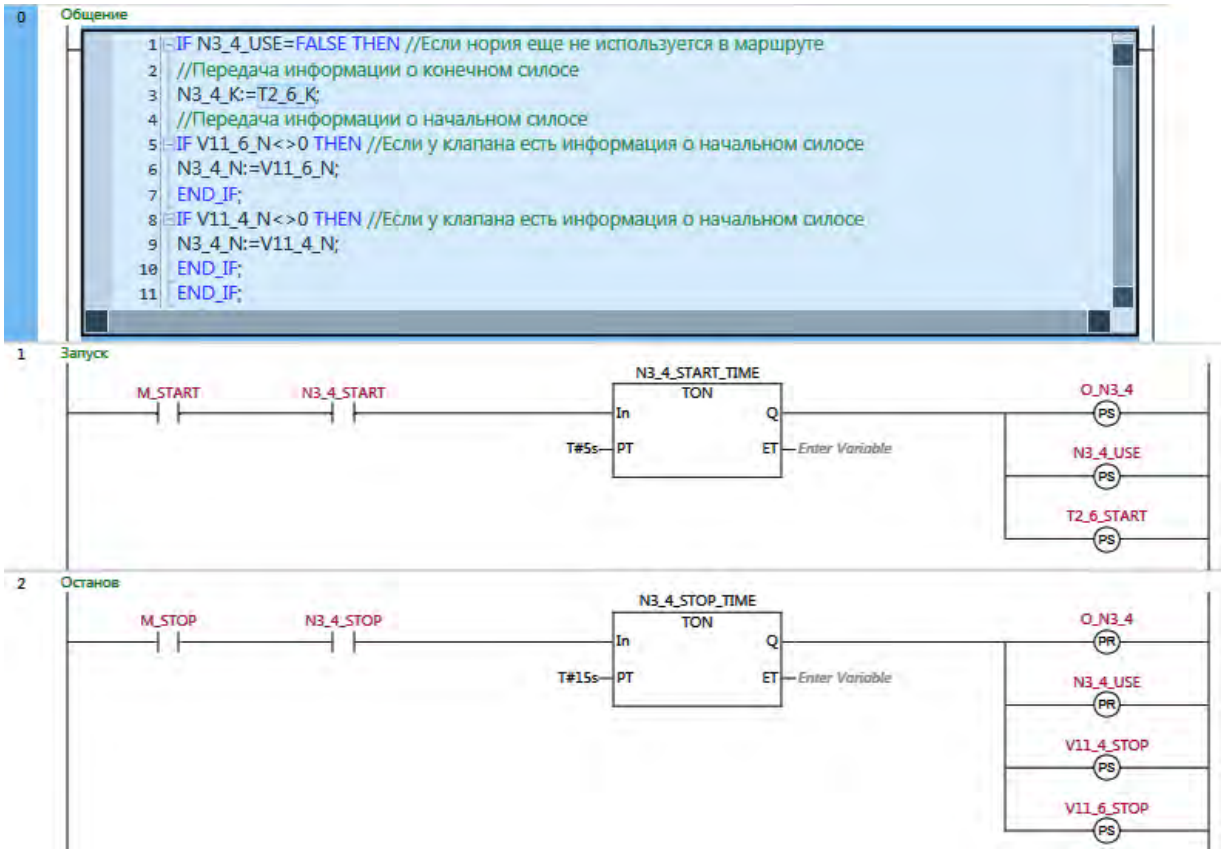


Рисунок 4. Проверка возможности построения маршрута и его запуск

Figure 4. Checking the possibility of building a route and launching it

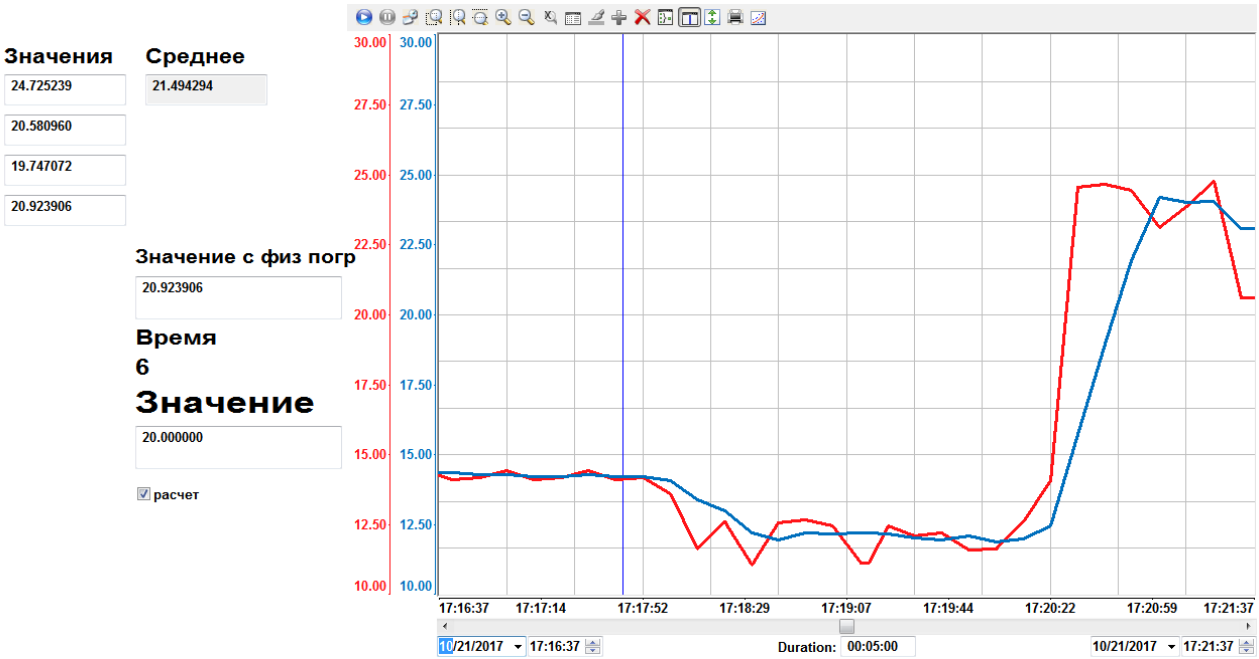
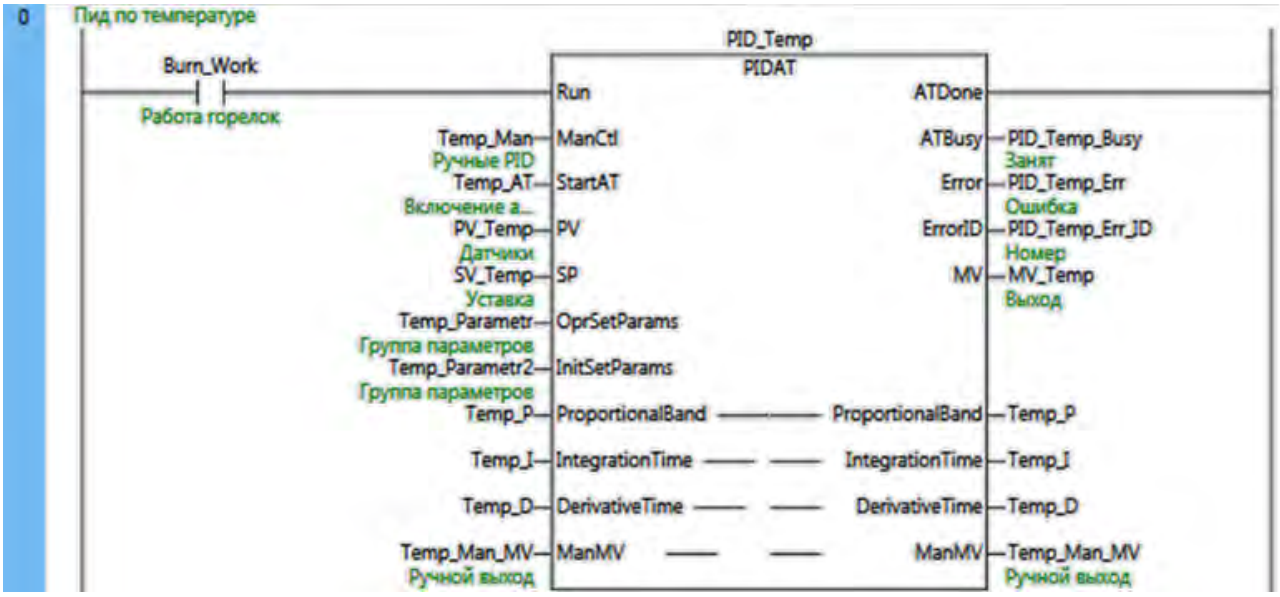
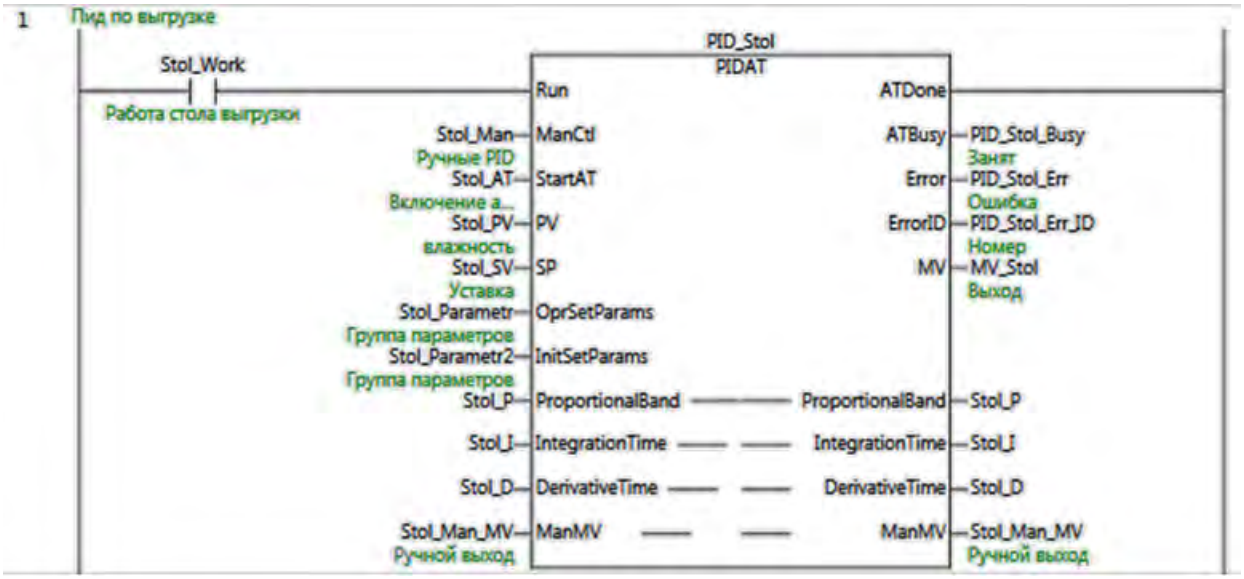


Рисунок 5. Тестирование фильтрации показаний влажности зерна: красная линия – значения влажности с физической погрешностью влагомера; синяя линия – отфильтрованные значения

Figure 5. Testing the filtration of moisture readings of the grain: the red line – the moisture values with the physical error of the moisture meter; blue line – filtered values



(a)



(b)

Рисунок 6. ПИД-регуляторы по температуре (a) и влажности (b)

Figure 6. PID-regulators for temperature (a) and humidity (b)

При работе с АРМ оператор имеет возможность управления комплексом в ручном и автоматическом режимах. В свою очередь, автоматический режим делится на сушку зерна за один цикл или на сушку зерна с использованием бункера отлежки зерна. Если производительность зерносушилки позволяет за один цикл сушки снять необходимый процент влажности с зерна, то запускается алгоритм перехода в режим сушки за один цикл. Если производительность зерносушилки не позволяет снять необходимый процент влажности с зерна, то запускается алгоритм перехода в режим сушки с использованием бункера отлежки. После запуска алгоритма смены режима система определяет количество сброшенного зерна (при достижении количества сброшенного зерна заданного значения произойдет смена режима работы сушилки). Эта задержка необходима для досушивания слоев зерна, находящихся в зерносушилке, а также для исключения повреждения зерна пересушиванием.

Предложенные решения позволяют: снизить время аварийного простоя оборудования на 20% и общее время обслуживания комплекса; отсеять недосушенное зерно на отлежку в автоматическом режиме для повторной сушки; повысить качество продукции за счет автоматического контроля перегрева зерна; уменьшить брак продукции на 3%, а также уменьшить влияние человеческого фактора на процесс транспортировки и сушки зерна.

Выводы и рекомендации

Сформулированные задачи автоматизации решены при разработке АРМ оператора для управления элеватором производительностью 280 тонн в час в рамках работ ООО "Интеллектуальные комплексы автоматики" [7–10].

Данные исследования позволили совершенствовать алгоритм управления процессом сушки и снизить брак продукции.

Разработанную СУ [4, 7] на базе современных средств автоматизации можно использовать для управления другими элеваторными комплексами.

ЛИТЕРАТУРА

1 Бурков А.И., Сычугов Н.П. Зерноочистительные машины. Конструкция, исследование, расчет и испытание. Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2000. 261 с.

2 Малин Н.И. Энергосберегающая сушка зерна. М.: Колос, 2004. 240 с.

3 Юдаев Н.В. Элеваторы, склады, зерносушилки. СПб.: ГИОРД, 2008. 128 с.

4 Сурин К.И., Алексеев М.В. Разработка комплекса переработки зерна и решение задачи его автоматизации // Материалы студенческой научной конференции за 2016 год. В 2 ч. Ч. 1. Технические науки. Воронеж: ВГУИТ, 2016. С. 347.

5 Yla-Soini A. Automatization of a grain dryer // Martti Lehtonen. 2015. V. 14. P. 40.

6 Bakker R., Borlagdan P., Hardy B. Partnerships for Modernizing the Grain Postproduction Sector. 2004. V. 7. P. 90.

7 Алексеев М.В., Сурин К.И. Проектирование автоматизированного комплекса переработки зерна // Стандартизация, управление качеством и обеспечение информационной безопасности в перерабатывающих отраслях АПК и машиностроении : матер. II Междунар. науч.-техн. конф. Воронеж: ВГУИТ, 2016. С. 384-386.

8 Grötschel M., Krumke S. O., Rambau J. Online optimization of complex transportation systems // Online Optimization of Large Scale Systems. 2001. P. 705-729.

9 Drira A., Pierreval H., Hajri-Gabouj S. Facility layout problems: A survey //Annual reviews in control. 2007. V. 31. №. 2. С. 255-267.

10 Liggett R. S. Automated facilities layout: past, present and future //Automation in construction. 2000. V. 9. №. 2. P. 197-215.

REFERENCES

1 Burkov A.I., Sychugov N.P. Zernoochistitel'nye mashiny [Grain-cleaning machines. Construction, research, calculation and testing] Kirov: NIISKh, 2000. 261 p. (in Russian).

2 Malin N.I. Energosberegayushchaya sushka [Energy-saving drying of grain] Moscow: Kolos, 2004. 240 p. (in Russian).

3 Yudaev N.V. Elevatory, sklady, zernosushilki [Elevators, warehouses, grain dryers] Saint-Petersburg, GIORD, 2008. 128 p. (in Russian).

4 Surin K.I., Alekseev M.V. Development of the grain processing complex and the solution of the problem of its automation. Materialy studencheskoi nauchnoi konferentsii [Materials of the student scientific conference for 2016. In 2 hours Part 1. Technical sciences] Voronezh, VGUIT, 2016. pp. 347. (in Russian).

5 Yla-Soini A. Automatization of a grain dryer. Martti Lehtonen. 2015. vol. 14. pp. 40.

6 Bakker R., Borlagdan P., Hardy B. Partnerships for Modernizing the Grain Postproduction Sector. 2004. vol. 7. pp. 90.

7 Alekseev M.V., Surin K.I. Design of an automated grain processing complex. Standartizatsiya, upravleie kachestvom I obespechenie bezopasnosti [Standardization, quality management and information security in the processing industries of the agroindustrial complex and mechanical engineering: mater. II Intern. scientific-techn. conf.] Voronezh, VGUIT, 2016. pp. 384-386. (in Russian).

8 Grötschel M., Krumke S. O., Rambau J. Online optimization of complex transportation systems. Online Optimization of Large Scale Systems. 2001. pp. 705-729.

9 Drira A., Pierreval H., Hajri-Gabouj S. Facility layout problems: A survey. Annual reviews in control. 2007. vol. 31. no. 2. pp. 255-267.

10 Liggett R. S. Automated facilities layout: past, present and future. Automation in construction. 2000. vol. 9. no. 2. pp. 197-215

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Владимир С. Кудряшов д.т.н., профессор, кафедра Информационных и управляющих систем, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, kudryashovvs@mail.ru

Михаил В. Алексеев к.т.н., доцент, кафедра Информационных и управляющих систем, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, mwa1976@mail.ru

Андрей В. Иванов к.т.н., доцент, кафедра Информационных и управляющих систем, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, andrious@rambler.ru

Константин И. Сурин инженер, ООО "Интеллектуальные комплексы автоматики", Московский пр-т, 97, г. Воронеж, Россия, kosty.suri@yandex.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Vladimir S. Kudryashov Dr. Sci. (Engin.), professor, Information and control systems department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, kudryashovvs@mail.ru

Mikhail V. Alekseev Cand. Sci. (Engin.), associate professor, Information and control systems department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia,mwa1976@mail.ru

Andrei V. Ivanov Cand. Sci. (Engin.), associate professor, Information and control systems department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia,andrious@rambler.ru

Konstantin I. Surin engineer, LLC "Intellectual complexes of automatics", Moscow Av., 97, Voronezh, Russia, kosty.suri@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

CONTRIBUTION

All authors equally participated in writing the manuscript and responsible for the plagiarism

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

ПОСТУПИЛА 05.02.2018
ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 28.02.2018

RECEIVED 2.5.2018
ACCEPTED 2.28.2018

Оригинальная статья/Original article

УДК 547.391.2:678.744.422

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-124-128

Математическое моделирование процесса ацетоксилирования этилена на отечественном катализаторе

Денис В. Арапов [1] arapovdv@gmail.com
Алексей В. Скрыпников [1] skrypnikovvsafe@mail.ru
Владимир В. Денисенко [1] denisenkovv@mail.ru
Елена В. Чернышова [1] elenabok@mail.ru

[1] Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Реферат. Виниловый мономер винилацетат (ВА) служит для производства поливинилового спирта, поливинилацетата, поливинилбутираля, сополимеров с этиленом и пропиленом. Мировой объём выпуска винилацетата составляет более 4 млн. т. в год. На современном этапе промышленного развития винилацетата получают в основном каталитическим синтезом этилена, уксусной кислоты (УК) и кислорода, в соотношении приблизительно равном 8:4:1. Степень конверсии за один проход – 8 %; 18 %; 45 %. Селективность по винилацетату составляет 91-92%. Основным побочным продуктом является диоксид углерода (ДУ), этилацетат, этилидендиацетат – все не более 1%. Из-за своей чрезвычайной пожаро- и взрывоопасности процесс распространен относительно мало. Всего в мире насчитывается примерно 30 таких установок. В Российской Федерации имеется только одно такое производство с производительностью по винилацетату 50 тыс. т в год (компания «Лукойл», ООО «Ставролен»), которое было закуплено в 1975 г. по лицензии фирмы «Байер» ФРГ. Для исключения зависимости от дорогостоящих импортных поставок, актуальным является переход данного производства на отечественный катализатор или производимый в странах СНГ. В этой связи авторами проведена структурная и параметрическая идентификация и получены экспериментальные данные. В данной работе приводится результат проведенных экспериментов, а именно динамическая математическая модель скорости образования целевого виниацетата (активности) и побочного – ДУ продуктов, имеющая существенно нелинейную структуру. Было принято, что реакция получения винилацетат протекает по первому порядку, а образования ДУ – по полуторному. Для использования модели при управлении реальным производственным процессом необходима параметрическая идентификация наиболее значимых коэффициентов регрессии.

Ключевые слова: ацетоксилирование, моделирование, винилацетат, виниловый мономер, катализатор

Mathematical modeling of processes of acetoxysilane of ethylene in the domestic catalyst

Denis V. Arapov [1] arapovdv@gmail.com
Aleksei V. Skrypnikov [1] skrypnikovvsafe@mail.ru
Vladimir V. Denisenko [1] denisenkovv@mail.ru
Elena V. Chernyshova [1] elenabok@mail.ru

[1] Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Summary.Vinyl acetate monomer (VA) serves for the production of polyvinyl alcohol, polyvinyl acetate, polyvinyl butyral, copolymers with ethylene and propylene. The world production of vinyl acetate is more than 4 million tons per year. At the present stage of industrial development, vinyl acetate is mainly produced by the catalytic synthesis of ethylene, acetic acid (OC) and oxygen in a ratio of approximately 8:4:1. The conversion rate for one pass is 8 %; 18 %; 45 %. The selectivity for vinyl acetate is 91-92%. The main by-product is carbon dioxide, ethyl acetate, ethylidene diacetate – all not more than 1%. Because of its extreme fire and explosiveness, the process is relatively small. There are approximately 30 such installations in the world. In the Russian Federation, there is only one such production with a capacity of 50,000 tons per year for vinyl acetate (Lukoil, Stavrolen), which was purchased in 1975 under the license of Bayer FRG. To exclude dependence on expensive import supplies, it is important to switch this production to a domestic catalyst or produced in the CIS countries. In this connection, the authors carried out structural and parametric identification and obtained experimental data. In this paper, we present the results of the experiments performed, namely, a dynamic mathematical model for the rate of formation of the target viniacetate (activity) and the secondary-carbon dioxide (DU) of products, which has a fractional-nonlinear structure. It was assumed that the reaction of obtaining the VA proceeds according to the first order, and the formation of the DM is one-and-a-half. To use the model in managing a real production process, parametric identification of the most significant regression coefficients is required.

Keywords:acetoxylation, modeling, vinyl acetate, vinyl monomer, catalyst

Синтез винилацетата на основе этилена, уксусной кислоты и кислорода реализуется путем пропускания парогазовой смеси исходных реагентов через слой катализатора при температуре 140–200 °С и давлении 0,8 МПа. Химизм процесса аппроксимируется брутто-реакциями образования целевого и побочного продуктов [1]:

$$C_2H_4 + CH_3COOH + 0,5O_2 \xrightarrow{Pd} \rightarrow CH_3COOCH = CH_2 + H_2O \quad (1)$$

$$C_2H_4 + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 2H_2O \quad (2)$$

Процесс в значительной мере зависит от поставок импортного катализатора, который представляет собой пористые алюмосиликатные

Для цитирования

Арапов Д.В., Скрыпников А.В., Денисенко В.В., Чернышова Е.В. Математическое моделирование процесса ацетоксилирования этилена на отечественном катализаторе // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 1. С. 124–128. doi:10.20914/2310-1202-2018-1-124-128

For citation

Arapov D.V., Skrypnikov A.V., Denisenko V.V., Chernyshova E.V. Mathematical modeling of processes of acetoxysilane of ethylene in the domestic catalyst. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 1. pp. 124–128. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-1-124-128

шарики диаметром 5–6 мм, на развитую поверхность которых осаждены в мелкодисперсном состоянии металлический палладий (3,3 г/л), золото (1,5 г/л) и ацетатом калия (30 г/л).

С течением времени каталитический комплекс стареет и его активность падает. Для поддержания постоянной активности катализатора процесс синтеза винилацетата проводится с медленным подъемом температуры в течение одного года от 140 до 200 С. Срок службы импортного катализатора 1 год.

Моделированию и управлению синтезом винилацетата на основе этилена, уксусной кислоты и кислорода посвящено относительно небольшое количество публикаций[2–8]. Математическая модель синтеза винилацетат на катализаторе фирмы «Байер» используется для управления этим процессом[10] на действующем производстве.

Для исключения зависимости от дорогостоящих импортных поставок, актуальным является переход данного производства на отечественный катализатор или производимый в странах СНГ [4, 5]. В [6–7] разработана математическая модель синтеза ВА на отечественном катализаторе, позволяющая определить оптимальную структуру и состав каталитического комплекса. ВЗАО «Ереванский НИИ «Пластполимер» (Республика Армения) и в РГТУ им. Д.И. Менделеева накоплен обширный экспериментальный материал по исследованию процесса ацетоксилирования этилена [3–5] на отечественном катализаторе, изготовленном на основе силикагеля КСС3. Однако полученная авторами математическая модель синтеза ВА [3, 9] обладает значительной погрешностью (15–20% отн.) относительно экспериментальных данных и нуждается в существенной доработке. Её структура и параметры могут быть использованы только в виде начальных приближений при создании адекватной модели. В этой связи была проведена структурная и параметрическая идентификация опубликованных экспериментальных данных и получена [8] динамическая математическая модель скорости образования целевого ВА (активности) и побочного – диоксида углерода (ДУ) продуктов, имеющая существенно нелинейную структуру. Было принято, что реакция получения ВА протекает по первому порядку, а образования ДУ – по полуторному:

$$K_{BA}=\frac{dG_{BA}}{V\cdot dt}=\alpha_1\exp\left(\alpha_2-4084,0/X_3\right)X_1X_2X_4\times$$
$$\times\left(\alpha_3+\alpha_4X_5^{\alpha_5}+\alpha_6\cdot\left(0,001X_5+\alpha_7\right)^{-2}\right)\cdot\exp\left(-\alpha_8t\right)/ \quad (3)$$
$$\left[\alpha_9\cdot\left(1+X_1X_2+X_2\right)^2+\left(\alpha_{10}+\alpha_{11}X_2\right)\times\right.$$
$$\left.\times\left(1+X_1X_2+X_2\right)X_4+\left(\alpha_{12}+\alpha_{13}X_1^2\right)X_4^2+\left(\alpha_{14}+\alpha_{15}X_2\right)\right];$$

$$K_{CO2}=\frac{dG_{CO2}}{Vdt}=\beta_1\exp\left(\beta_2-9607,0/X_3\right)X_1^{\beta_3}\left(X_2X_4\right)^{\beta_4}\times$$
$$\times\left(\beta_5+\beta_6X_5^{\beta_7}+\beta_8\left(0,001X_5+\beta_9\right)^{-2}\right)\exp\left(-\beta_{10}t\right)/ \quad (4)$$
$$\left[\beta_{11}\left(1+X_1X_2+X_2\right)^2+\left(\beta_{12}+\beta_{13}X_2\right)\left(1+X_1X_2+X_2\right)X_4+\right.$$
$$\left.+\left(\beta_{14}+\beta_{15}X_1^2\right)X_4^{\beta_{16}}+\left(\beta_{17}+\beta_{18}X_2\right)\right],$$

где K_{BA}, K_{CO2} – соответственно удельные скорости образования ВА и ДУ, *моль* / (*л* катал. $\cdot$ *ч*); V – объем катализатора, л; G – количество образовавшегося продукта, моль; X_1 – соотношение этилена к УК в парогазовой сырьевой смеси; X_2 – мольная доля кислорода в смеси; X_3 – температура реакции, ° К; X_4 –абсолютное давление в реакционной зоне, ата; X_5 – объемная скорость подачи парогазовой смеси, $ч^{-1}$; t – время работы катализатора, *ч*; α_i, $i=1\div15$, β_j, $j=1\div18$ – регрессионные коэффициенты. Диапазон действия модели: $2\le X_1\le8$; $0,01\le X_2\le0,07$; $413\le X_3\le473$; $2\le X_4\le10$; $2000\le X_5\le10000$. Средняя относительная погрешность модели составляет: по винилацетату (1) ±4,9%, по диоксиду углерода (2) ±5,7%.

Параметрическая идентификация математического описания проведена генетическим алгоритмом [9, 11], искомыми константами служат коэффициенты $\overline{\alpha}$ и $\overline{\beta}$. В качестве функции цели используется квадратичный критерий отклонения расчетных значений выходов скоростей образования продуктов от экспериментальных:

$$\sum_{n=1}^{N_k}\left(\sum_{k=1}^{2}\left(1-\frac{K_{kn}\left(\overline{\alpha},\overline{\beta}\right)}{K_{kn}^{ex}}\right)^2\right)\longrightarrow\min_{\overline{\alpha},\overline{\beta}}, \quad (5)$$

где $K_{kn}\left(\overline{\alpha},\overline{\beta}\right)$, K_{kn}^{ex} – соответственно расчетное и измеренное значение удельной скорости образования *k* продукта синтеза в *n* эксперименте; N_k – количество опытов для k – продукта; 2 – число основных продуктов (ВА и ДУ) процесса синтеза, используемых для идентификации.

В таблице 1 приведены значения коэффициентов α и β, рассчитанные на основании формулы (3).

Таблица 1.

Значения параметров математической модели (1), (2)

Table 1.

The values of the parameters of the mathematical model (1), (2)

$\alpha_1 = 10,0$	$\alpha_2 = -0,18487479$	$\alpha_3 = 6,2335735 \times 10^{-7}$	$\alpha_4 = 130,63863$	$\alpha_5 = 1,4222931$
$\alpha_6 = 1795,3167$	$\alpha_7 = 14,100476$	$\alpha_8 = 5,3596838 \times 10^{-5}$	$\alpha_9 = 0,63049767 \times 10^{-2}$	$\alpha_{10} = -0,16218276 \times 10^{-2}$
$\alpha_{11} = -0,31882 \times 10^{-2}$	$\alpha_{12} = 0,172464 \times 10^{-3}$	$\alpha_{13} = 0,89261043 \times 10^{-6}$	$\alpha_{14} = -0,24707023 \times 10^{-2}$	$\alpha_{15} = 0,42068918 \times 10^{-1}$
$\beta_1 = 10,0$	$\beta_2 = 8,6500656$	$\beta_3 = 1,2083872$	$\beta_4 = 1,5499401$	$\beta_5 = -1,3618666 \times 10^{4}$
$\beta_6 = 563,375184$	$\beta_7 = 0,30930987$	$\beta_8 = 3,2579163 \times 10^{6}$	$\beta_9 = 18,370189$	$\beta_{10} = 2,7646105$
$\beta_{11} = -0,219608 \times 10^{-2}$	$\beta_{12} = 0,3721551 \times 10^{-2}$	$\beta_{13} = -0,0148895$	$\beta_{14} = 0,45137469 \times 10^{-2}$	$\beta_{15} = 0,29683677 \times 10^{-4}$
$\beta_{16} = 1,1490892$		$\beta_{17} = -0,025611384$		$\beta_{18} = 0,45726603$

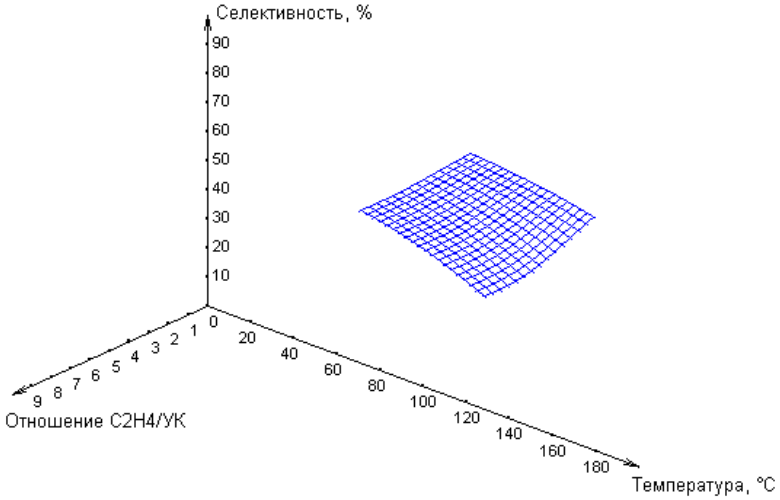


Рисунок 1. Зависимость селективности от температуры и отношения этилен/УК при концентрации кислорода 7%, давлении 9 ата, объемной скорости подаче ПГС 8000 1/ч, времени работы катализатора 3010 ч

Figure1. The dependence of selectivity on temperature and the relationship of ethylene/UK when the oxygen concentration of 7 %, a pressure of 9 ata flow rate of the calibration gas from the Eclipse 8000 1/h, working time of catalyst 3010 h

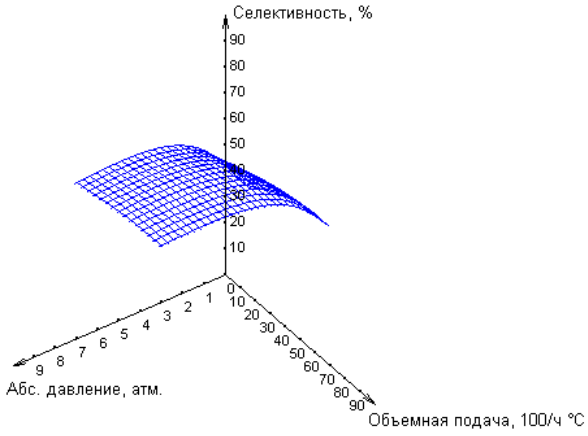


Рисунок 2. Зависимость селективности от давления и объемной подачи ПГС при концентрации кислорода 7%, температуре 155 °C, отношении этилен/УК 4, времени работы 3010 ч

Figure 2. The dependence of selectivity on pressure and volumetric flow of GHS at an oxygen concentration of 7%, a temperature of 155 °C, ethylene ratio 4, operating time 3010 h

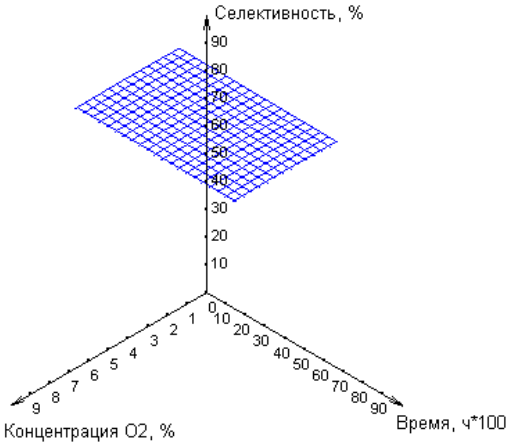


Рисунок 3. Зависимость селективности от концентрации кислорода и времени работы, при давлении 9 ата, объемной подаче ПГС 8000 1/ч, температуре 155 °C, отношении этилен/УК 4

Figure 3. Dependence of selectivity on oxygen concentration and operating time, at a pressure of 9 ata, volumetric flow of PSS 8000 Ф 1/h, temperature 155 °C, ethylene/UK 4 ratio

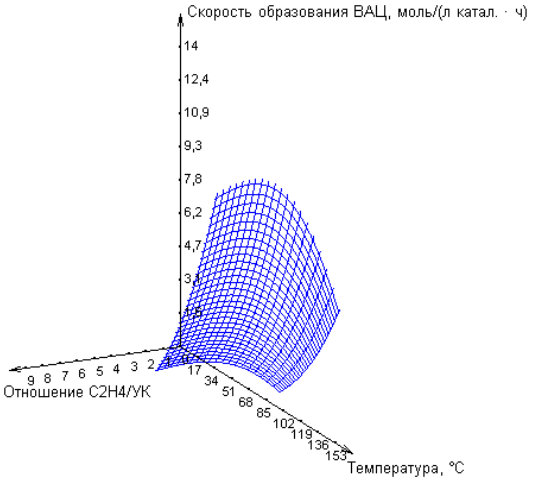


Рисунок 4. Зависимость удельной скорости образования винилацетата от от отношения этилен/УК и температуры при концентрации кислорода 7%, давлении 9 ата, объемной подаче ПГС 8000 1/ч, времени работы 3010 ч

Figure 4. Dependence of the specific rate of formation of acetate on the ratio of ethylene / UK and temperature at an oxygen concentration of 7%, pressure of 9 ata, volumetric flow PGS 8000 1/ h, operating time 3010 h

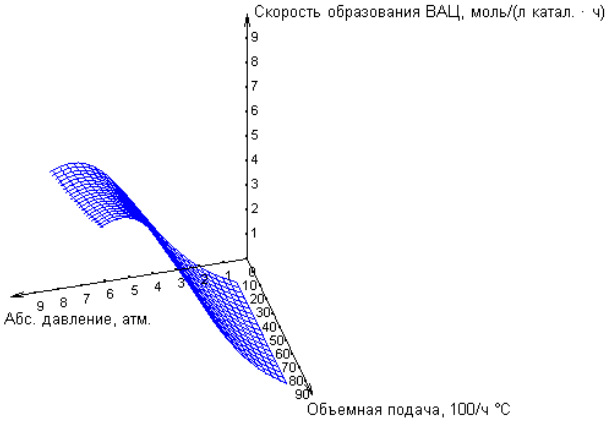


Рисунок 5. Зависимость удельной скорости образования винилацетата от давления и объемной подачи ПГС при концентрации кислорода 7%, температуре 155 °C, отношении этилен/УК 4, времени работы 3010 ч

Figure 5. The dependence of the rate of formation of vinyl acetate from the pressure and volumetric flow calibration gas when the oxygen concentration of 7 %, a temperature of 155 °C, with respect to the ethylene/UK 4

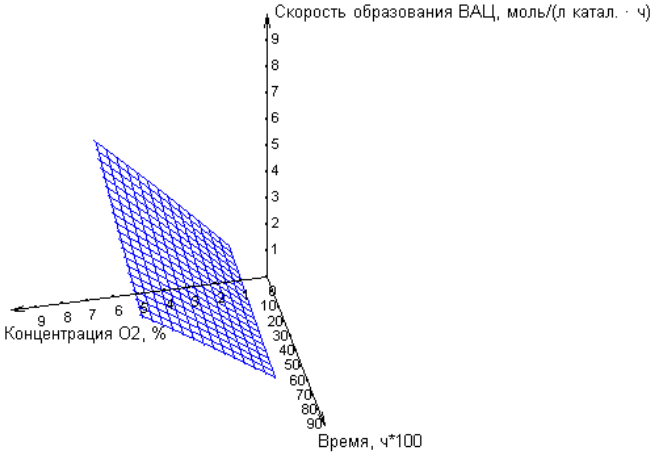


Рисунок 6. Зависимость удельной скорости образования винилацетата от концентрации кислорода и времени работы при давлении 9 ата, объемной подаче ПГС 8000 1/ч, температуре 155 °C, отношении этилен/УК 4

Figure 6. The dependence of the rate of formation of vinyl acetate from oxygen concentration and time operation at a pressure of 9 ata, volumetric flow PGS 8000 1/h, a temperature of 155 °C, with respect to the ethylene/UK 4

На рисунках 1–3 приведены 3D графики зависимости селективности образования продуктов от технологических параметров процесса синтеза, а на рисунках 4–6 3D графики зависимости удельной скорости образования ВА (активности катализатора) от технологических параметров. Скорость образования ВА имеет экстремумы по давлению и по отношению этилена к УК, селективность имеет экстремум только по давлению.

Модель (3), (4) предназначена для оптимизации и управления процессом синтеза ВА на отечественном катализаторе.

ЛИТЕРАТУРА

1 Битюков В.К., Тихомиров С.Г., Арапов Д.В., Саввин С.С. Моделирование процесса пиролиза прямогонного бензина с использованием генетического алгоритма // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2015. № 3 (65). С. 79–84

2 Бояджян В.К., Ерицян В.К. и др. Производство винилацетата на основе этилена. М.: НИИТЭХИМ, 1987. 75 с.

3 Варданян Д.В., Литвинцев И.Ю. и др. Математическая модель процесса получения винилацетата парофазным ацетоксилированием этилена // Химическая промышленность сегодня. 2003. № 3. С. 50–54.

4 Бурмистров Д.В., Козлов В.Г. и др. Математическое моделирование оптимизации и управления транспортным потоком посредством применения датчиков регистрации проходящих автомобилей и информационных устройств // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2016. № 2. С. 102-109

5 Патент РФ 2184725 Способ автоматического контроля и управления процессом получения винилацетата на основе этилена. Заявл. 26.10.2001; Опубл. 10.07.2002, Бюл. № 19. 14 с.

6 Ptitsyn P.S., Radko D.V. Analysis of security identity and access management systems // International Journal of Control Theory and Applications. № 9 (1). P. 0974-5572

7 Arapov D.V., Karmanova O.V., Tikhomirov S.G., Denisenko V.V. Software-algorithmic complex for the synthesis of catalyst of ethylene acetoxylation process // International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM 17, Informatics, Geoinformatics and Remote Sensing. 2017.P. 587–594.

8 Arapov D.V., Tikhomirov S.G., Denisenko V.V. Mathematicals of tware for the synthesis of domestic-catalystofethyleneacetoxylationprocess. // ИТНТ-2017. 2017. С. 1169–1172.

9 Skrypnikov A.V., Dorokhin S.V., Kozlov V.G., Chernyshova E.V. Mathematical Model of Statistical Identification of Car Transport Informational Provision // Journal of Engineering and Applied Sciences. 2017. V. 12 №. 2. P. 511-515

10 Zemlyanukhin M.Yu. Firewall as a tool of implementation of security policy // Science and education : materials of the viii international research and practice. Conference, Munich, march 19th–20th, 2015 / publishing office Vela Verlag Waldkraiburg. Munich, 2015. P. 345-350.

11 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

REFERENCES

1 Bityukov V.K., Tikhomirov S.G., Arapov D.V., Savvin S.S. Modeling the process of pyrolysis of straight-run gasoline using a genetic algorithm. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies] 2015. no 3 (65). pp. 79-84 (In Russian)

2 Boyadzhyan V.K., Yeritsyan V.K. et al. Proizvodstvo venilatsetata [Production of vinyl acetate based on ethylene] Moscow, NIITEKHIM, 1987. 75 p. (in Russian)

3 Vardanyan D.V., Litvintsev I.Yu. et al. Mathematical model of the process of vinyl acetate production by vapor-phase acetoxylation of ethylene. *Khimicheskaya promyshlennost'* [Chemical industry] today. 2003. no. 3. pp. 50-54. (in Russian)

4 Burmistrov D.V., Kozlov V.G. et al. Mathematical modeling of optimization and traffic flow control by means of sensors of registration of passing cars and information devices. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of Voronezh State University of Engineering Technologies] 2016. no. 2. pp. 102-109 (in Russian)

5 Sposob avtomaticheskogo kontrolya I upravleniya [A method for automatically monitoring and controlling the ethylene-based vinyl acetate production process] Patent RF, no. 2184725, 2002, 14 p. (in Russian)

6 Ptitsyn P.S., Radko D.V. Analysis of security identity and access management systems. International Journal of Control Theory and Applications. no. 9 (1). pp. 0974-5572

7 Arapov D.V., Karmanova O.V., Tikhomirov S.G., Denisenko V.V. Software-algorithmic complex for the synthesis of catalyst of ethylene acetoxylation process. International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM 17, Informatics, Geoinformatics and Remote Sensing. 2017. pp. 587–594.

8 Arapov D.V., Tikhomirov S.G., Denisenko V.V. Mathematicals oftwareforthe synthesis of domesticcatalystofethyleneacetoxylationprocess. ИТНТ-2017. 2017. pp. 1169–1172.

9 Skrypnikov A.V., Dorokhin S.V., Kozlov V.G., Chernyshova E.V. Mathematical Model of Statistical Identification of Car Transport Informational Provision. Journal of Engineering and Applied Sciences. 2017. vol. 12 no. 2. pp. 511-515

10 Zemlyanukhin M.Yu. Firewall as a tool of implementation of security polic. Science and education : materials of the viii international research and practice. Conference, Munich, march 19th–20th, 2015 / publishing office Vela Verlag Waldkraiburg. Munich, 2015. pp. 345-350.

11 Firsova A.V., Karmanova O.V., Sitnikova V.V., Blinov E.V. Synthesis and properties of butadiene-alpha-methylstyrene thermoplastic elastomer. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies]. 2016. no. 2. pp. 218-222. (in Russian) doi:10.20914/2310-1202-2016-2-218-222

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Денис В. Арапов к.т.н., доцент, кафедра высшей математики и информационных технологий, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия,arapovdv@gmail.com

Алексей В. Скрыпников д.т.н., профессор, кафедра информационной безопасности, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия,skrypnikovvsafe@mail.ru

Владимир В. Денисенко старший преподаватель, кафедра высшей математики и информационных технологий , Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия,denisenkovv@mail.ru

Елена В. Чернышова к.т.н., старший преподаватель, кафедра информационной безопасности, Воронежский государственный университет инженерных технологий,, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия,elenabok@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Денис В. Арапов провел эксперимент, выполнил расчеты

Алексей В. Скрыпников консультации в ходе исследования, предложил модель и методы расчетов

Владимир В. Денисенко обзор литературных источников по исследуемой проблеме, проведение эксперимента

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 06.12.2017
ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 12.02.2018

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Denis V. Arapov Cand. Sci. (Engin.), associate professor, department of Higher Mathematics and Information Technology, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia,arapovdv@gmail.com

Aleksei V. Skrypnikov Dr. Sci. (Engin.), professor, department of Information Security, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia,skrypnikovvsafe@mail.ru

Vladimir V. Denisenko Senior Lecturer, department of Higher Mathematics and Information Technology, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia,denisenkovv@mail.ru

Elena V. Chernyshova Cand. Sci. (Engin.), Senior Lecturer, department of Information Security, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia,elenabok@mail.ru

CONTRIBUTION

Denis V. Arapov conducted an experiment, performed calculations

Aleksei V. Skrypnikov consultations during the study, proposed a model and methods of calculations

Vladimir V. Denisenko A review of the literature on the problem under study, an experiment

Elena V. Chernyshova 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 12.6.2017
ACCEPTED 2.12.2018

Пищевая биотехнология

Оригинальная статья/Original article

УДК 640

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-129-132

Биотехнология творожного продукта с компонентами растительного происхождения

Ольга И. Долматова [1] olgadolmatova@rambler.ru
Екатерина И. Зыгалова [1] meatech@yandex.ru

[1] Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, Воронеж, 394036, Россия

Реферат. Авторами предложено использование экстракта из корней одуванчика в технологии производства творожного продукта. Корни одуванчика – самая сильная и ценная часть растения. Содержащиеся в растениях пектиновые вещества обладают широким спектром физиологической активности. Корни одуванчика оказывают противовирусное, болеутоляющее, потогонное действие, рекомендованы больным сахарным диабетом. Они содержат инулин до 40%. Осенью в корнях содержится до 18% сахаров (фруктоза, сахароза и глюкоза). В корнях обнаружены тритерпеновые соединения, стеролы (тараксерол, тараксол, тараксастерол, b ситостерин и стигмастерин), жирное масло, в состав которого входят глицериды пальмитиновой, олеиновой, линолевой, мелиссовой и церотиновой кислот. Биотехнологическая схема творожного продукта предусматривает следующие операции: приемка и подготовка сырья; подогрев и сепарирование; нормализация молока, приготовление смеси; пастеризация и охлаждение смеси; заквашивание и сквашивание смеси; разрезание сгустка, отделение сыворотки и розлив сгустка; самопрессование и прессование сгустка; охлаждение творога, внесение подготовленного компонента (экстракт корня одуванчика, сахар-песок); перемешивание; упаковка и маркировка; хранение; реализация. Количество вкусового компонента влияет на органолептические показатели продукта. Его дозировку варьировали от 0,5 до 5%. Высокими органолептическими показателями характеризовались творожные продукты с массовой долей экстракта корня одуванчика 2–3%. Творожный продукт характеризуется мягкой консистенцией, белого с кремовым оттенком цвета, приятного кисломолочного вкуса. С целью сглаживания специфического вкуса экстракта корня одуванчика рекомендовано добавление сахара-песка или подсластителя. Изучены показатели качества творожного продукта. Определен срок его годности.

Ключевые слова: биотехнология, творожный продукт, экстракт, одуванчик

Biotechnology of curd product with vegetable origin components

Olga I. Dolmatova [1] olgadolmatova@rambler.ru
Ekaterina I. Zygalova [1] meatech@yandex.ru

[1] Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia

Summary.The authors proposed the use of an extract from the roots of a dandelion in the curd product manufacture technology. Dandelion roots are the strongest and most valuable part of the plant. Pectin substances contained in plants possess a wide range of physiological activity. The roots of dandelion have antiviral, analgesic, diaphoretic action and are recommended to patients with diabetes. They contain inulin up to 40%. In autumn, roots contain up to 18% of sugars (fructose, sucrose and glucose). Triterpene compounds, sterols (taraxerol, taraxol, taraxasterol, b-sitosterol and stigmasterol), a fatty oil containing glycerides of palmitic, oleic, linoleic, melissa and cerotinic acids were found in their roots. The biotechnological scheme of the curd product includes the following operations: acceptance and preparation of raw materials; heating and separation; milk normalization, mixture preparation; mixture pasteurization and cooling; starter introduction into the mixture and its fermentation; clot cutting, whey separation and clot filling; self-pressing and pressing of the clot; curd cooling, introduction of the prepared component (extract of dandelion root, granulated sugar); mixing; packing and marking; storage; selling. The amount of the flavor component influences the organoleptic characteristics of the product. Its dosage was varied from 0.5 to 5%. Curd products with a mass fraction of the extract of dandelion root of 2-3% were characterized by high organoleptic characteristics. Curd product is characterized by a soft consistency, white with a cream color shade, pleasant sour-milk taste. In order to smooth the specific taste of the dandelion root extract, it is recommended to add sugar or sweetener. Quality indicators of the curd product were studied. Its shelf-life life was determined.

Keywords:biotechnology, curd product, extract, dandelion

Введение

Творог признан универсальным продуктом с точки зрения пищевой ценности. Он содержит наибольшее количество легкоусвояемых белков. В настоящее время существует большой ассортимент творога с растительными компонентами. Растительное сырье хорошо сочетается с молочными продуктами, при этом формируется необходимый цвет, новые вкусовые характеристики, а также повышается пищевая ценность последних [1–5].

Авторами предложено использование экстракта из корней одуванчика в технологии производства творожных продуктов.

Корни одуванчика – самая сильная и ценная часть растения. Содержащиеся в растениях пектиновые вещества обладают широким спектром физиологической активности. Корни одуванчика оказывают противовирусное, болеутоляющее, потогонное действие, рекомендованы больным сахарным диабетом. Они содержат инулин до 40%.

Для цитирования
Долматова О.И., Зыгалова Е.И. Биотехнология творожного продукта с компонентами растительного происхождения // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 1. С. 129–132. doi:10.20914/2310-1202-2018-1-129-132

For citation
Dolmatova O.I., Zygalova E.I. Biotechnology of curd product with vegetable origin components. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 1. pp. 129–132. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-1-129-132

Осенью в корнях содержится до 18% сахаров (фруктоза, сахароза и глюкоза). В корнях обнаружены тритерпеновые соединения, стеролы (тараксерол, тараксол, тараксастерол, b-ситостерин и стигмастерин), жирное масло, в состав которого входят глицериды пальмитиновой, олеиновой, линолевой, мелиссовой и церотиновой кислот [6–9].

Материалы и методы

Объектами исследования являются сырье для производства творога, творожный продукт, корни одуванчика и экстракт, приготовленный из них.

Оценку качества творожного продукта проводили по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 22935-3-2011; ГОСТ 5867-90; ГОСТ 3624-2014; ГОСТ 32901-2014.

Результаты и обсуждение

Корни одуванчика были заготовлены в осенний период. Выкопанные корни очищены и отделены от корней шейки. Промытые корни подвяливали на воздухе в течение нескольких дней (до прекращения выделения млечного сока при надрезании), а затем досушивали в сухом, хорошо проветриваемом помещении в течение двух недель. После этого корни измельчали в кофемолке и готовили экстракт.

В готовом экстракте определяли органолептические свойства (таблица 1), антиоксидантную активность и вязкость.

Таблица 1.

Органолептические показатели экстракта корня одуванчика

Table 1.

Organoleptic indices of the extract of dandelion root

Наименование показателя Indicator name	Характеристика | Characteristic
Консистенция и внешний вид Consistency and appearance	Прозрачная жидкость | Transparent liquid
Вкус и запах | Taste and smell	Горький вкус, аромат присущий корню одуванчика Bitter taste, aroma inherent in the root of a dandelion
Цвет | Color	От светло-коричневого до желтого | Light brown to yellow

Биотехнологическая схема творожного продукта предусматривает следующие операции:

– приемка и подготовка сырья;
– подогрев и сепарирование;
– нормализация молока, приготовление смеси;
– пастеризация и охлаждение смеси;
– заквашивание и сквашивание смеси;
– разрезание сгустка, отделение сыворотки и розлив сгустка;
– самопрессование и прессование сгустка;
– охлаждение творога, внесение подготовленного компонента (экстракт корня одуванчика, сахар-песок);
– перемешивание;
– упаковка и маркировка;
– хранение;
– реализация.

Количество вкусового компонента влияет на органолептические показатели продукта. Его дозировку варьировали от 0,5 до 5%. Образцы с содержанием экстракта корня одуванчика с массовой долей 0,5–1% имели белый цвет, слабовыраженный вкус наполнителя, однородную консистенцию. При внесении экстракта корня одуванчика более 5% ухудшались органолептические свойства: продукт приобретал ярко выраженный горький и вяжущий вкус. Высокими органолептическими показателями обладали творожные продукты с массовой долей экстракта корня одуванчика 2–3%.

Творожный продукт характеризуется мягкой консистенцией, белого с кремовым оттенком цвета, приятного кисломолочного вкуса. С целью сглаживания специфического вкуса наполнителя рекомендовано добавление сахара-песка или подсластителя.

Творожный продукт имеет следующие физико-химические характеристики, представленные в таблице 2. В качестве контрольного образца взят творог без вкусовых компонентов.

Установлено обогащение творожного продукта микро- и макроэлементами. Количество кальция и железа увеличилось в 2 раза по сравнению с контрольным образцом, содержание магния увеличилось незначительно (таблица 3).

Таблица 2.

Ошибка! Закладка не определена.Физико-химические показатели творожного продукта

Table 2.

Physicochemical parameters of the curd product

Показатель | Index	Вид продукта | Product type	
	Творожный продукт Curd product	Контроль Control
Кислотность титруемая, °Т Acidity titrated, ° T	175	210
Массовая доля белка, % Mass fraction of protein, %	12	16
Массовая доля жира, % Mass fraction of fat,%	7,5	9
Массовая доля сухих веществ, % Mass fraction of solids, %	35	27

Таблица 3.

Ошибка! Закладка не определена.Содержание макро и микроэлементов в творожном продукте и контрольном образце

Table 3.

The content of macro and microelements in the curd product and control sample

Название | Name	Вид продукта | Product type	
	Творожный продукт | Curd product	Контроль | Control
Ca,%	0,345	0,0164
Fe,%	0,000007	0,000004
Mg, %	0,003	0,0023

Проведены микроскопические исследования полученных образцов. Установлено, что из видимых структурных элементов творога и творожного продукта обнаружены, сгустки белкового происхождения, размер и характер расположения которых зависят от внесенных вкусовых компонентов.

Проведены микробиологические исследования творожного продукта и контрольного образца. Определяли БГКП, содержание дрожжей и плесеней. Определен срок годности продукта 10 суток при температуре 4 ± 2 °С. На основании полученных данных можно сделать вывод о целесообразности разработки и реализации биотехнологии творожного продукта на предприятиях молочной промышленности.

Заключение

Обоснован состав и рациональное соотношение экстракта корня одуванчика в рецептуре творожного продукта.

Разработана биотехнология получения творожного продукта.

Изучены показатели качества творожного продукта. Определенсрокегодности.

ЛИТЕРАТУРА

1 Dolmatova O.I., Golubeva L.V. Scientific and practical aspects of the use of new raw materials in the production of oil products with a prolonged shelf life. Raleigh, Nord Carolina, USA: Lulu Press, 2015. 102 p.

2 Golubeva L.V., Pozhidaeva Y.A., Popov Y.S., Golubeva L.N. Optimization of blend composition of polycomponent dry mix for enriched soft ice criam // Indian Journal of Science and Technology. 2015. V. 8. № 29. P. 1–7.

3 Polyanskikh S.V., Ilyina N.M., Grebenshchikov A.V., Danyliv M.M. et al. Products of animal origin with vegetable components // Indian Journal of Science and Technology. 2016. V. 9. № 39. P. 103431.

4 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. V. 3. № 2. P. 115–121.

5 Shi J. Functional Food Ingredients and Nutraceuticals: Processing Technologies // CRC Press, 2015. P. 639 – 660.

6 Остриков А.Н., Василенко Л.И. разработка технологии функционального сырного продукта с использованием нетрадиционного растительного сырья // Вестник ВГУИТ. 2015. № (3). С. 166-171.

7 Голубева Л.В., Титов С.А., Губанова А.А., Голубева Л.Н. Хранимоспособность молокосодержащих консервов с добавкой мальтодекстрина // ВестникВГУИТ. 2016. №1. С. 101-105.

8 Тигунцева Н.П., Евстафьев С.Н. Состав низкомолекулярных водорастворимых соединений

одуванчика лекарственного Taraxacumofficinalewigg // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2012. № 2(3). С. 27–29.

9 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.

REFERENCES

1 Dolmatova O.I., Golubeva L.V. Scientific and practical aspects of the use of new raw materials in the production of oil products with a prolonged shelf life. Raleigh, Nord Carolina, USA, Lulu Press, 2015.102 p.

2 Golubeva L.V., Pozhidaeva Y.A., Popov Y.S., Golubeva L.N. Optimization of blend composition of polycomponent dry mix for enriched soft ice criam. Indian Journal of Science and Technology. 2015. vol. 8. no. 29. pp. 1–7.

3 Polyanskikh S.V., Ilyina N.M., Grebenshchikov A.V., Danyliv M.M. et al. Products of animal origin with vegetable components. Indian Journal of Science and Technology. 2016. vol. 9. no. 39. pp. 103431.

4 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.

5 Shi J. Functional Food Ingredients and Nutraceuticals. Processing Technologies, Second Edition. CRC Press. 2015. pp. 639 – 660.

6 Ostrikov A.N., Vasilenko L.I. Development of technology for functional cheese product using non-traditional vegetable raw materials. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of the VSUET] 2015. no. 3. pp. 166-171. (in Russian)

7 Golubeva L.V., Titov S.A., Gubanova A.A., Golubeva L.N. Storage stability of milk-cans with the addition of maltodextrin. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of the VSUET] 2016. no. 1. pp. 101-105. (in Russian)

8 Tiguntseva N.P., Evstafiev S.N. Composition of low molecular weight water-soluble dandelion drug Taraxacumofficinalewigg compounds. *Izvestiya vuzov* [Bulletin of Higher Educational Institutions. Applied-ChemistryandBiotechnology] 2012. no. 2 (3). pp. 27–29. (in Russian)

9 Belozerova M.S., Evstigneeva T.N., Grigoreva A.A. Development of composition and technology of dairy dessert with carrot fiber. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of the VSUET] 2016. no. 2. pp. 140-147. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Ольга И. Долматова к.т.н., доцент, кафедра технологии продуктов животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, olgadolmatova@rambler.ru

Екатерина И. Зыгалова магистрант, кафедра технологии продуктов животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, meatech@yandex.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Olga I. Dolmatova Cand. Sci. (Engin.), associate professor, animal origin products technology department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, olgadolmatova@rambler.ru

Ekaterina I. Zygalova master student, animal origin products technology department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, meatech@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Ольга И. Долматова консультация в ходе исследования
Екатерина И. Зыгалова написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

CONTRIBUTION

Olga I. Dolmatova consultation during the study
Ekaterina I. Zygalova wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

ПОСТУПИЛА 13.02.2018
ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 28.02.2018

RECEIVED 2.13.2018
ACCEPTED 2.28.2018

Оригинальная статья/Original article

УДК 543.554.4

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-133-139

Определение антиоксидантной активности белого чая

Ольга В. Черноусова [1] byolval@list.ru
Алена И. Кривцова [1] sibiraychka555@mail.ru
Татьяна А. Кучменко [1] tak1907@mail.ru

[1] Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Реферат. Антиоксиданты защищают организм от вредного воздействия свободных радикалов. Высокое содержание антиоксидантов характерно для красного вина, оливкового масла, чая. На сегодня в России хорошо изучена антиоксидантная активность черного и зеленого чая, но выбор сортов чая, встречающихся в продаже, намного шире. Целью работы было изучение антиоксидантной активности белого чая, а также ее сравнение с параметрами зеленого чая и напитка ройбуша. Проведено сравнение антиоксидантной активности водных экстрактов, выделенных из белого и зеленого чая, а также напитка ройбуша спектрофотометрически с помощью реакции аутоокисления адреналина в щелочной среде (pH 10,65). Правильность спектрофотометрического определения подтверждали на приборе «Цвет Яуза-01-АА» (Россия). В качестве стандарта использовали кверцитин. В начальный период времени (до 5 мин) экстракты чая «Ява», напитка ройбуша, чая «Эликсир бессмертия» одинаково влияют на значения оптической плотности. Через 10 мин оптическая плотность принимает отличные значения для различных экстрактов, поэтому это время рекомендовано для определения антиоксидантной активности. Наибольшей антиоксидантной активностью из четырех напитков обладает экстракт белого чая «Гринфилд». Антиоксидантная активность экстракта ройбуша сопоставима по значению с белым чаем «Эликсир бессмертия». Наименьшее значение у зеленого чая «Принцесса ЯВА». Также исследовали влияние температуры воды на антиоксидантную активность экстрактов. Наибольшее значение выявлено у чая «Гринфилд» при температуре заваривания 70 °С, которое снижается при повышении температуры до 100 °С. Меньше всего температура влияет на антиоксидантную активность водного экстракта напитка ройбуш, но при этом наблюдается небольшой максимум при температуре 80 °С. Минимальное значение у водного экстракта зеленого чая «Принцесса ЯВА», при этом оно возрастает с повышением температуры до 100 °С. В работе изучали зависимость содержания антиоксидантов от времени заваривания. Использовали прибор «Цвет Яуза-01-АА». Образцом служил экстракт белого чая «Эликсир бессмертия». Температуру выдерживали 100 °С. Найдено, что рекомендуемое время заваривания равно двум минутам.

Ключевые слова: спектрофотометрия, антиоксидантная активность, белый чай

The study of antioxidant activity of white tea

Olga V. Chernousova [1] byolval@list.ru
Alena I. Krivtsova [1] sibiraychka555@mail.ru
Tatyana A. Kuchmenko [1] tak1907@mail.ru

[1] Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Summary.Antioxidants protect the organism from the harmful effects of free radicals. High content of antioxidants is characteristic for red wine, olive oil, tea. Today in Russia is well studied the antioxidant activity of black and green tea, but the choice of teas found in the sale, much wider. The aim of the work was to study antioxidant activity of white tea, as well as its comparison with the parameters of green tea and rooibos. Spectrophotometrically compared the antioxidant activity of aqueous extracts white, green tea, drink rooibos using the adrenaline autooxidation reaction in alkaline medium (pH 10.65). The correctness of the spectrophotometric determination was confirmed on the device “Tsvet Yauza-01-AA” (Russia). As a standard used quercetin. In the initial period of time (up to 5 min) tea extracts “Java”, «Elixir immortality» and rooibos are equally affect the values of optical density. After 10 min the optical density takes different values for different extracts, however this time is recommended to determine antioxidant activity. The highest antioxidant activity of the extract has white tea «Greenfield». Rooibos extract antioxidant activity could be compared with “Elixir of immortality” white tea activity. The lowest value of antioxidant activity of green tea “Princess JAVA”. The effect of water temperature on the antioxidant activity of extracts was investigated. The highest value was found in tea «Greenfield» at a brewing temperature of 70 °C, which decreases with increasing temperature to 100 °C. The water temperature has a minimal effect on the antioxidant activity of the rooibos extract, but a small maximum at 80 °C is observed. The minimum value of antioxidant activity is the extract of green tea «Princess JAVA», but it increases with the temperature rise up to 100 °C. The study was conducted according to the content of antioxidants from the brewing time. For this, the device “Tsvet Yauza-01-AA” was used. To determine the selected white tea extract «Elixir of Immortality». The temperature was maintained at 100 °C. It is found that the recommended brewing time is two minutes.

Keywords: spectrophotometric method of analysis, antioxidant activity, white tea

Введение

В настоящее время много исследований посвящено изучению воздействия свободных радикалов на биологические молекулы, их взаимосвязи с причинами болезней человека, а также преждевременного старения. Известно, что в результате воздействия радикалов могут повреждаться стенки сосудов, мембраны клеток, появляются сердечнососудистые, онкологические заболевания, диабет и многие другие болезни. Защищают клетки (точнее их мембраны) от вредного воздействия свободных радикалов –

Для цитирования

Черноусова О.В., Кривцова А.И., Кучменко Т.А. Определение антиоксидантной активности белого чая // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 1. С. 133–139. doi:10.20914/2310-1202-2018-1-133-139

For citation

Chernousova O.V., Krivtsova A.I., Kuchmenko T.A. The study of antioxidant activity of white tea. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 1. pp. 133–139. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-1-133-139

антиоксиданты [1]. Повышенное содержание антиоксидантов характерно для красного вина, оливкового масла, чая [2]. Известно, что общая антиоксидантная активность продуктов питания хорошо коррелирует с общим содержанием в них фенолов. Содержание фенолов в напитках по данным исследований [3] увеличивается в ряду: черный чай > кофе > красное вино > морковный сок > сок абрикоса > кофе по-турецки > виноградная меласса > шалфей > белые вина > сок винограда > свежая паприка > чернослив свежий > сок вишни.

Чай включает в себя различные вещества, в комплексе благотворно влияющие на организм человека [4]. Всего он содержит около 2000 химических соединений [5, 6]. Из растворимых веществ чая важными можно считать: дубильные вещества, эфирные масла, алкалоиды, аминокислоты и витамины. Считается, что антиоксидантами в чае выступают полифенолы (флавоноиды). Дубильные вещества представляют собой смесь более трех десятков полифенольных соединений (танинов, катехинов и их производных). Возникающие в ходе фабричного производства продукты окисления дубильных веществ чая – хиноны, влияют на другие вещества, что в итоге приводит к изменению состава ферментированного чая и его антиоксидантной активности. Интерес исследователей к чаю сильно возрос, когда выяснилось, что в нем много сильных природных антиоксидантов.

На сегодня в России подробно изучена антиоксидантная активность черного и зеленого чая [7–12], но выбор сортов чая, встречающихся в продаже, намного шире. Помимо черного существует несколько типов ферментации чая: зеленый, желтый, белый. Кроме того, встречаются и широко рекламируются достаточно экзотические напитки для России: ройбуш и мате. Исследование антиоксидантной активности этих напитков практически не проводилось и становится достаточно интересной задачей для изучения.

Целью работы было изучение антиоксидантной активности белого чая, а также ее сравнение с параметрами зеленого чая и напитка ройбуша.

Экспериментальная часть

Для определения антиоксидантной активности выбрали образцы, представленные в таблице 1.

Для подготовки пробы к анализу образцы чая растирали до порошкообразного состояния, после чего брали навеску 1,0000 г., заливали 50 мл бидистиллированной воды, нагретой до 100 °С. Выдерживали 5 минут, затем фильтровали.

Об антиоксидантной активности исследуемого чая судили по его способности ингибировать аутоокисление адреналина и тем самым предотвращать образование активных форм кислорода [13]. Для этого к 4 мл 0,2 М натрий-карбонатного буфера, pH = 10,65, добавляли 0,2 мл 0,1 % (5,46 мМ) аптечного раствора адреналина гидрохлорида, тщательно и быстро перемешивали, помещали в спектрофотометр КФК-3 КМ и определяли оптическую плотность каждые 30 сек в течение 10 мин при длине волны 347 нм в кювете толщиной 10 мм (A_1). Далее к 4 мл буфера добавляли 0,06 мл исследуемого экстракта и 0,2 мл 0,1 % адреналина гидрохлорида, перемешивали и измеряли оптическую плотность, как описано выше (A_2). Для учета влияния собственной окраски экстрактов, которые поглощают определенную длину волны в видимой части спектра, в качестве раствора сравнения использовали буферированный раствор экстракта, без адреналина. Антиоксидантную активность (АА) исследуемых экстрактов чая выражали в процентах ингибирования аутоокисления адреналина и вычисляли по формуле:

$$AA = \frac{A_1 - A_2}{A_1} \cdot 100\% \qquad (1)$$

Величина АА более 10 % свидетельствует о наличии антиоксидантной активности [13–15].

Таблица 1.

Образцы чая

Table 1.

Samples of tea

№	Наименование | Name	Тип ферментации Type of fermantation	Изготовитель, страна Manufacturer, country
1	Эликсир бессмертия | Elixir of immortality	белый | white	О'КЕЙ, Китай | O'key, China
2	Гринфилд | Greenfield	белый | white	ООО «НЕП»,Россия OJC"NEP",Russia
3	Ройбуш | Rooibos	–	Русская чайная компания Russian tea company
4	Принцесса ЯВА Премиум индонезийский чай зеленый байховый Princess Java Premium Indonesian tea green	зеленый | green	ООО «ОРИМИ», Россия OJC "ORIMY", Russia

Аутоокисление адреналина, попадающего в щелочную среду, инициируется супероксидными радикалами, возникающими в результате внутримолекулярных перестроек адреналина в ходе его превращения через адреналинхинон в адренохром (рисунок 1). Данный способ активно используется при исследованиях растительного сырья, в медицине для определения АА крови и слезной жидкости [13–17]. Спектрофотометрический метод с использованием адреналина и 2,2–дифенил-1-пикрилгидразила использован, например, в работе [18] при изучении антиоксидантной активности продуктов из цикория.

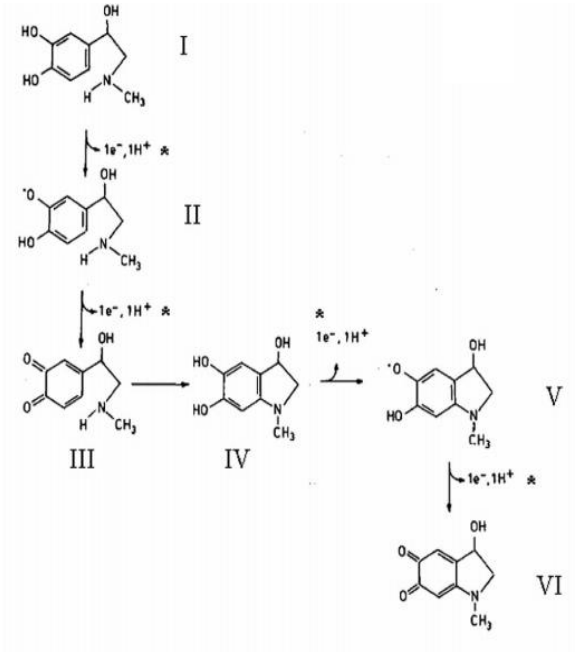


Рисунок 1. Образование адренохрома в процессе автоокисления адреналина [17]

Figure 1. The formation of adrenochrome in the adrenaline oxidation process [17]

Все исследования проводили при pH 10,65. На рисунке 2 представлены данные по влиянию различных величин pH 0.2 М карбонатного буфера на скорость реакции аутоокисления адреналина. Измерение проведено при длине волны 347 нм в начальный момент времени (2 мин). Из данных можно сделать вывод, что скорость реакции возрастает с увеличением кислотности среды, поэтому оптимальными для определения является значение pH не менее 10,6.

В таблице 2 представлены значения антиоксидантной активности (расчеты проводились по формуле (1). Условия получения водных экстрактов напитков: 5 минут заваривания, температура 100 °С. Для оценки влияния антиоксидантов чая на процесс аутоокисления а дреналина сравнили значения через 3, 5 и 10 мин после начала реакции. Согласно исследованиям в этот период происходит наибольшее образование продукта реакции аутоокисления адреналина [13].

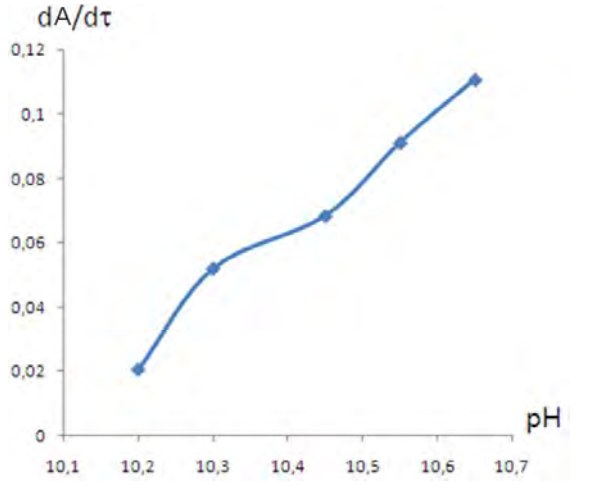


Рисунок 2. Влияние pH карбонатного буфера на скорость реакции аутоокисления адреналина

Figure 2. influence pH of the carbonate buffer on the rate adrenaline autooxidation reaction

На рисунке 3 представлено как изменялась оптическая плотность чая при реакции ингибирования аутоокисления адреналина. При этом учитывали влияние собственной окраски экстрактов. В начальный период времени (до 5 мин) экстракты чая «Ява», напитка ройбуша, чая «Эликсир бессмертия» одинаково влияют на значения оптической плотности. Через 10 мин оптическая плотность принимает отличные значения для различных экстрактов, поэтому данное время выбрали для расчета значений антиоксидантной активности.

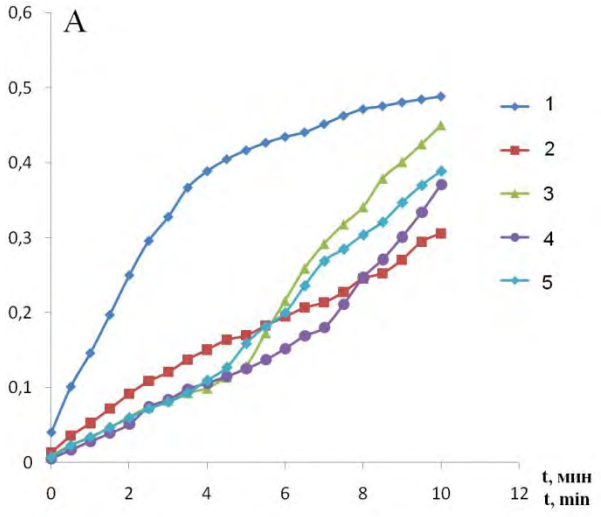


Рисунок 3. Зависимость оптической плотности от времени при реакции аутоокисления адреналина в отсутствие и в присутствии экстрактов напитков. 1 – адреналин, 2 – «Гринфилд», 3 – «Ява», 4 – ройбуш, 5 – «Эликсир бессмертия»

Figure 3. Dependence optical density on time at the adrenaline auto-oxidation reaction in the absence and in the presence of drinks extracts. 1 – adrenaline, 2 – "Greenfield", 3 – "Java", 4 – Rooibos, 5 – "Elixir of immortality"

Сравнивали влияние антиоксидантов чая на скорость процесса аутоокисления адреналина в различных экстрактах чая и изменение АА в течении 10 минут. У экстракта зеленого чая «Ява» АА изменяется наиболее резко с течением времени, а после 9,5 минут можно говорить об отсутствии антиоксидантной активности. Из рассмотренных образцов чая наименьшее изменение АА в течении 10 минут наблюдается у экстракта белого чая «Грифилд», всего на 28%. Следовательно, антиоксидантная активность наиболее устойчиво проявляется именно у белого чая «Гринфилд», а кроме того имеет максимальное значение из изученных образцов. Экстракт напитка ройбуш и экстракт чая «Эликсир бессмертия» проявляют схожие изменения АА при процессе аутоокисления адреналина.

Таблица 2.

Антиоксидантная активность экстрактов чая(5 минут заваривания, температура 100 °С)

Table 2.

Antioxidant activity of tea extracts (5 minutes of brewing, temperature 100 °C)

Время, мин Time, min	Антиоксидантная активность, % | Antioxidant activity, %			
	Гринфилд | Greenfield	Ява | Java	Ройбуш | Rooibos	Эликсир бессмертия | Elixir of immortality
3	63,11	74,70	74,39	75,30
5	59,23	69,06	70,02	61,87
10	37,42	7,98	24,10	20,45

Известно, что органолептические характеристики чая и подобных напитков зависят от температуры воды, используемой при заваривании. Рекомендуемая температура обычно находится в интервалах от 70 до 100 °С. Она зависит от типа ферментации чая и обычно указывается производителем на упаковке. Одной из задач работы являлось исследование влияния температуры воды на АА полученных экстрактов. В таблице 3 проведено сравнение значений антиоксидантной активности при разной температуре заваривания.

Наибольшее значение АА активности выявлено у чая «Гринфилд» при температуре заваривания 70 °С, которое снижается при повышении температуры до 100 °С. Меньше всего температура воды влияет на АА водного экстракта напитка ройбуш, но при этом наблюдается небольшой максимум при температуре 80 °С. Минимальное значение АА у водного экстракта зеленого чая «Принцесса ЯВА», при этом оно возрастает с повышением температуры до 100 °С.

Результаты определения АА спектрофотометрически сопоставляли с результатами полученными на приборе «Цвет Яуза-01-АА» (Россия), который активно используется для исследования напитков [1, 19]. В качестве стандарта использовали кверцитин. Для сравнения изучили влияние температуры на антиоксидантную активность (АА, %) и содержание антиоксидантов (СА, мг/дм^3) в экстракте напитка ройбуша (таблица 4).

Таблица 3.

Антиоксидантная активность в экстрактах чая при разных температурах заваривания

Table 3.

Antioxidant activity in tea extracts under different brewing temperatures

t, °С	Антиоксидантная активность, % | Antioxidant activity, %			
	Гринфилд | Greenfield	Ява | Java	Ройбуш | Rooibos	Эликсир бессмертия | Elixir of immortality
70	53,58	4,91	23,52	16,77
80	46,01	6,34	25,97	17,38
100	37,42	7,98	24,10	20,45

Таблица 4.

Антиоксидантная активность экстрактов ройбуша

Table4.

Antioxidant activity of Rooibos extracts

t, °С	Способ определения антиоксидантной активности | The method of determining antioxidant activity	
	СФ*	АМ**
	АА, %	СА, мг/дм^3| CA, mg/dm^3
70	23,52	2,05
80	25,97	2,79
100	24,1	2,33

Примечание: * – спектрофотометрическое на основе реакции аутоокисления адреналина, ** – амперометрическое на приборе «Цвет Яуза-01-АА»

Note: * – spectrophotometric method based on the adrenaline autooxidation reaction, ** – amperometric method on the device "Tsvet Yauza-01-AA"

Из результатов параллельных измерений антиоксидантной активности экстракта ройбуша с помощью двух различных методов анализа видно, что характер зависимости от температуры одинаковый. Небольшой максимум АА проявляется при температуре 80 °С.

При разном времени заваривания меняются вкусовые и питательные свойства чая, поэтому одной из задач работы являлось изучение изменений антиоксидантной активности от времени заваривания. Исследовали зависимость содержания антиоксидантов (СА, мг/дм^3)в экстрактах от времени заваривания (рисунок 4). В качестве образца выбрали белый чай «Эликсир бессмертия», температуру выдерживали равной 100 °С [20]. Исследование проводили на приборе «Цвет Яуза-01-АА». Из полученной зависимости следует, что наибольшая антиоксидантная активность для белого чая проявляется через 2 минуты после заваривания. Можно предположить, что в первые две минуты после заваривания происходит максимальное извлечение антиоксидантов, а последующий минимум связан с нестойкостью этих соединений.

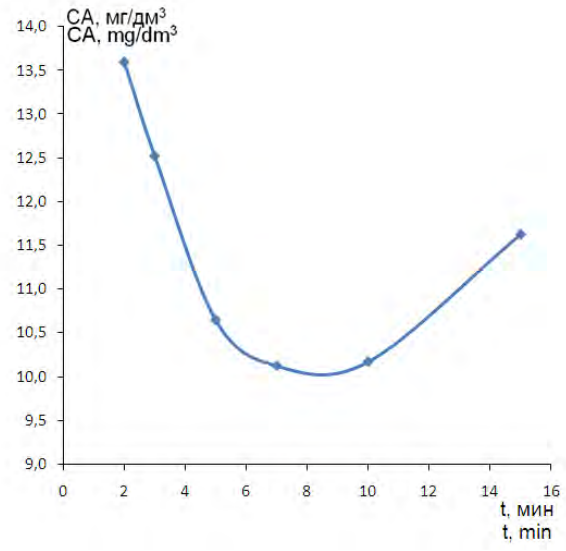


Рисунок 4. Зависимость антиоксидантной активности белого чая «Эликсир Бессмертия» от времени заваривания

Figure 4. Antioxidant activity dependence of white tea "Elixir of Immortality" from brewing time

Выводы

Наибольшей антиоксидантной активностью из рассмотренных обладает экстракт белого чая «Гринфилд». Антиоксидантная активность экстракта ройбуша сопоставима по значению с белым чаем «Эликсир бессмертия» и мало изменяется с температурой заваривания. Наименьшее значение антиоксидантной активности у зеленого чая «Принцесса ЯВА». Температура заваривания оказывает наибольшее влияние на антиоксидантную активность белого чая «Гринфилд». Оптимальной для получения высокой антиоксидантной активности можно считать температуру 70 °С. Кроме того, установлено рекомендуемое время заваривания белого чая «Эликсир бессмертия» равное двум минутам.

ЛИТЕРАТУРА

1 Яшин А.Я., Яшин Я.И., Черноусова Н.И., Пахомов В.П. Новый прибор для определения антиоксидантов в лекарственных препаратах, биологически активных добавках, пищевых продуктах и напитках ЦветЯуза-01-АА. М.: НПО «Химавтоматика», 2005. 100 с.

2 Шарафутдинова Е.Н., Иванова А.В., Матерн А.И., Брайнина Х.З. Качество пищевых продуктов и антиоксидантная активность // Аналитика и контроль. 2011. Т.15. № 3. С. 281–286.

3 Karakaya S., Ei S.N., Taş A.A. Antioxidant activity of some foods containing phenolic compounds // International journal of food sciences and nutrition. 2001. V. 52. № 6. P. 501–508.

4 Rietveld A., Wiseman S. Antioxidant effects of tea: evidence from human clinical trials // The Journal of nutrition. 2003. V. 133. № 10. P. 3285S-3292S.

5 Яшин Я.И., Яшин А.Я., Черноусова Н.И. Хроматография чая // Химия и жизнь. 2005. № 3. Р. 50–53.

6 Мареева Д.О., Цюпко Т.Г., Милевская В.В., Темердашев А.З. Определение галловой кислоты, катехина, эпикатехина и кофеина в экстрактах черного чая // Аналитика и контроль. 2015. Т.19. № 4. С. 323–330. doi: 10.15826/analitika.2015.19.4.011

7 Рябина Е.И., Зотова Е.Е., Пономарева Н.И., Мезенцева О.А. и др. Влияние ферментации и изменения кислотности среды на состав и антиоксидантную активность водных экстрактов чая // Химия растительного сырья. 2014. № 2. С. 169–175.

8 Зиятдинова Г.К., Низамова А.М., Айтуганова И.И., Будников Г.К. Вольтамперометрическая оценка антиокси-дантной емкости чая на электродах, модифицированных многослойными углеродными нанотрубками // Журнал аналитической химии. 2013. Т. 68. № 2. С. 145–152.

9 Рябинина Е.И., Зотова Е.Е., Пономарева Н.И. Танины чая и травяных экстрактов: природа, содержание, активность // Вестник ВГУ, Серия: химия, биология, фармация. 2014. № 4. С. 47–51.

10 Carloni P. et al. Antioxidant activity of white, green and black tea obtained from the same tea cultivar // Food research international. 2013. V. 53, № 2. P. 900–908.

11 Karori S.M. et al. Antioxidant capacity of different types of tea products //African Journal of Biotechnology. 2007. V.6. № 19.

12 Rusak G. et al. Phenolic content and antioxidative capacity of green and white tea extracts depending on extraction conditions and the solvent used // Food Chemistry. 2008. V.110. № 4. P. 852–858.

13 Патент РФ № 2144674 (приоритет от 24.02.1999.) Способ определения антиоксидантной активности супероксиддисмутазы и химических соединений / Сирота Т.В. Заявл.9910319214 (003673); Опубл. 20.01.2000, Бюлл. № 2.

14 Рябинина Е.И., Зотова Е.Е., Ветрова Е.Н., Пономарева Н.И. и др. Новый подход в оценке антиоксидантной активности растительного сырья при исследовании процесса аутоокисления адреналина // Химия растительного сырья. 2011. № 3. С. 117–121.

15 Рябинина Е.И., Зотова Е.Е., Ветрова Е.Н., Пономарева Н.И. Сравнение химико-аналитических методов определения танидов и антиоксидантной активности растительного сырья // Аналитика и контроль. 2011. Т.15. № 2. С. 202–208.

16 Грицук А.И., Сирота Т.В., Дравица Л.В., Крэддок Е.А. Оценка состояния антиоксидантной активности слезной жидкости // Биомедицинская химия. 2006. Т. 52. №6. С. 601–607.

17 Сирота Т.В. Новый подход в исследовании реакции автоокисления адреналина: возможность поляро-графического определения активности суперокиддисмутазы и антиоксидантных свойств различных препаратов // Биомедицинская химия. 2012. Т.58. №1. С. 77–87.

18 Бадретдинова З.А., Канарский А.В., Шуваева Г.П. Сравнительная оценка антиоксидантной активности продуктов из цикория // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2016. № 1. С. 203–206. doi:10.20914/2310–1202–2016–1–203–206.

19 Родионова Н.С., Мануковская М.В., Коломникова Я.П., Серченя М.В. Исследование анти-оксидантной активности настоек из ежевики и клюквы, приготовленных методом ультразвукового экстрагирования // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2015. № 4. С. 98–103.

20 Суворина Т.А., Кривцова А.И., Черноусова О.В. Изменение антиоксидантной активности экстрактов чая в зависимости от условий // Материалы студенческой научной конференции за 2016 год: В 2 ч. Ч.I. Технические науки. Воронеж: ВГУИТ, 2016. С. 534

REFERENCES

1 Yashin A. Ya., Yashin Ya.I., Chernousova N.I., Pakhomov V.P. Novyy pribor dlya opredeleniya antioksidantov v lekarstvennykh preparatakh, biologicheski aktivnykh dobavkakh, pishchevykh produktakh i napitkakh [New device for the determination of antioxidants in medicinal preparations, biologically active additives, foodstuffs and beverages ColorYouza-01-AA] Moscow, NGO "Himavtomatika". 2005. 100 p. (in Russian)

2 Sharafutdinova E.N., Ivanova A.V., Matern A.I., Brainina Kh.Z. Foodstuffs quality and antioxidant activity. *Analitika I kontrol'* [Analytics and control] 2011, vol. 15, no. 3, pp. 281–286 (in Russian)

3 Karakaya S., Ei S.N., Taş A.A. Antioxidant activity of some foods containing phenolic compounds. International journal of food sciences and nutrition. 2001. vol. 52. no. 6. pp. 501–508.

4 Rietveld A., Wiseman S. Antioxidant effects of tea: evidence from human clinical trials. The Journal of nutrition. 2003. vol. 133. no. 10. pp. 3285S-3292S.

5 Yashin Ya.I., Yashin A. Ya., Chernousova N.I. Chromatography of tea. *Khimiya I zhizn'* [Chemistry and Life] 2005. no. 3, pp. 50–53. (in Russian)

6 Mareyeva D.O., Tsypko T.G., Milevskaia V.V., Temerdashev A.Z. HPLC determination and estimation of gallic acid, catechin, caffeine and epicatechin content in black tea extracts. *Analitika I kontrol'* [Analytics and control] 2015, vol. 19, no. 4. pp. 323–330. doi: 10.15826 / analitika.2015.19.4.011 (in Russian)

7 Ryabina E.I., Zotova E.E., Ponomareva N.I., Mezentseva O.A. et al. Influence of fermentation and changes in the acidity of the medium on the composition and antioxidant activity of tea water extracts. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya* [Chemistry of plant raw materials] 2014. no. 2. pp.169–175. (in Russian)

8 Ziyatdinova G.K., Nizamova A.M., Aytuganova I.I., Budnikov H.C. Voltammetric evaluation of the antioxidant capacity of tea on electrodes modified with multiwalled carbon nanotubes. *Zhurnal analiticheskoi khimii* [Journal of Analytical Chemistry] 2013. vol. 68. no. 2. pp. 145–152. (in Russian)

9 Ryabinina E.I., Zotova E.E., Ponomareva N.I. Tannins of tea and herbal extracts: nature, content, activity. *Vestnik VGU* [Proceedings of VSU, Series: Chemistry, Biology, Pharmacy] 2014, no. 4, pp. 47–51. (I Russian)

10 Carloni P. et al. Antioxidant activity of white, green and black tea obtained from the same tea cultivar. Food research international. 2013. vol. 53. no. 2. pp. 900–908.

11 Karori S.M. et al. Antioxidant capacity of different types of tea products. African Journal of Biotechnology. 2007. vol. 6. no. 19.

12 Rusak G. et al. Phenolic content and antioxidative capacity of green and white tea extracts depending on extraction conditions and the solvent used. Food Chemistry. 2008. vol. 110. no. 4. pp. 852–858.

13 Sirota T.V. Sposob opredeleniya antioksidantnoi aktivnosti [Method for determining the antioxidant activity of superoxide dismutase and chemical compounds] Patent RF, no. 144674, 2000. (in Russian).

14 Ryabinina E.I., Zotova E.E., Vetrova E.N., Ponomareva N.I. et al. New approach in the evaluation of the antioxidant activity of plant raw materials in the study of adrenaline autoxidation process. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya* [Chemistry of plant raw materials] 2011. no. 3. pp.117–121. (in Russian)

15 Ryabinina E.I., Zotova E.E., Vetrova E.N., Ponomareva N.I. The comparison chemical analytical methods of determination of tanides and antioxidation activity of plant raw materials. *Analitika I kontrol'* [Analytics and control] 2011, vol. 15, no. 2, pp. 202–208 (in Russian)

16 Gritsuk A.I., Sirota T.V., Dravitsa L.V., Craddock E.A. The estimation of the antioxidant activity of lacrimal fluid. *Biomeditsinskaya khimiya* [Biomedicine Chemistry] 2006, vol.52, no. 6, pp.601–607 (in Russian)

17 Sirota T.V. A new approach to studying the autooxidation of adrenaline: possibility of the determination of superoxide dismutase activity and the antioxidant properties of various preparations by polarography. *Biomeditsinskaya khimiya* [Biomedicine Chemistry] 2012, vol.58, no. 1, pp. 77–87 doi: http://dx.doi.org/10.18097/pbmc20125801077/ (in Russian)

18 Badretdinova Z.A., Kanarsky A.V.,Shuvaeva G.P. Comparative assessment of antioxdant activity of chicory products. *Vestnik voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernyh tekhnologij* [Proceedings of Voronezh state university of engineering technologies]. 2016. no. 1. pp. 203–206. doi:10.20914/2310–1202–2016–1–203–206. (in Russian)

19 Rodionova N.S., Manukovskaya M.V., Kolomnikova J.P., Serchenya M.V. Investigation of antioxidant activity of black-berry and cranberry liqueurs, prepared by the method of ultrasonic extraction. *Vestnik voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernyh tekhnologij* [Proceedings of Voronezh state university of engineering technologies]. 2015. no. 4. pp. 98–103. (in Russian)

20 Suvorina T.A., Krivtsova A.I., Chernousova O.V. Antioxidant activity change in the of tea extracts depending on the conditions. Materialy studencheskoi nauchnoi konferentsii za 2016 god [Materials of the student scientific conference for 2016: In 2 parts. Part I. Technical science] Voronezh, VGUIT, 2016. p. 534 (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Ольга В. Черноусова к.х.н., доцент, кафедра физической и аналитической химии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, byolval@list.ru

Алена И. Кривцова студент, кафедра физической и аналитической химии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, sibiraychka555@mail.ru

Татьяна А. Кучменко д.х.н., профессор, кафедра физической и аналитической химии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, tak1907@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Ольга В. Черноусова написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

Алена И. Кривцова обзор литературных источников по исследуемой проблеме, выполнила расчёты

Татьяна А. Кучменко консультация в ходе исследования

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 22.01.2018
ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 19.02.2018

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Olga V. Chernousova Cand. Sci. (Chem.), associate professor, department of analytical and physical chemistry, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, byolval@list.ru

Alena I. Krivtsova student, department of analytical and physical chemistry, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, sibiraychka555@mail.ru

Tatyana A. Kuchmenko Dr. Sci. (Chem.), professor, department of analytical and physical chemistry, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, tak1907@mail.ru

CONTRIBUTION

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

Alena I. Krivtsova review of the literature on an investigated problem, performed computations

Tatyana A. Kuchmenko consultation during the study

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 1.22.2018
ACCEPTED 2.19.2018

Оригинальная статья/Original article

УДК 631.526.32:633.11

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-140-145

Сравнительная характеристика классификаций зерна мягкой пшеницы Казахстана и основных зернопроизводящих стран

Даригаш А. Шаймерденова [1] darigash@mail.ru

1 ОО «Казахский научно-исследовательский институт переработки сельскохозяйственной продукции», ул. Акжол, 26, Астана, 010000, Казахстан

Реферат. Мягкая пшеница – одна из важнейших сельскохозяйственных культур, выращиваемая в более чем 130 странах мира. На сегодняшний день пятая часть производимой в мире пшеницы, или около 150 млн тонн в год, продается на международных рынках. В мировой торговле традиционно доминируют США, Австралия, Канада и Аргентина. Казахстан, находясь на 15-м месте по производству зерна пшеницы, входит в первую десятку экспортеров – в 2017 году страна экспортировала порядка 8 млн тонн на сумму 1,5 млрд долл. США, тогда, как потенциально возможности экспорта значительно выше, чему свидетельствуют ежегодные переходящие запасы на уровне 3 млн тонн. По мнению специалистов, немалым препятствием на пути повышения экспортного потенциала зерна пшеницы являются значительные различия в классификациях зерна пшеницы, применяемых в Казахстане и в других странах – участниках зернового рынка, и методы оценки показателей технологического достоинства (ТД), заложенные в классификациях. Ввиду этого, был проведен анализ применяемых в важнейших зернопроизводящих странах классификаций зерна пшеницы, определены показатели ТД, методы их оценки и выявлены различия. Установлено, что в странах, отличающихся стабильностью количественно-качественных характеристик зерна, принят незначительный перечень показателей ТД, при этом они характеризуют физическое качество и состояние зерна, которые могут указывать на общую пригодность для измельчения. Определено, что в России и Казахстане при определении засоренности не учитывается такой показатель, как докедж. Проведены сравнительные испытания разных методов пробоотбора и определения засоренности и установлены коэффициенты корреляции между показателями засоренности, определенными разными методами.

Ключевые слова: пшеница, классификация, показатели, технологическое достоинство, методы, отбор проб, засоренность

Comparative characteristics of grain classifications of soft wheat of Kazakhstan and major grain-producing countries

Darigash A. Shaimerdenova [1] darigash@mail.ru

[1] Kazakh Reserch Institute of Processing of Agricultural Products, Akgol str., 26, Astana, 010000, Republic of Kazakhstan

Summary.Soft wheat is one of the most important crops, grown in more than 130 countries. To date, one-fifth of the world's wheat, or about 150 million tons a year, is sold on international markets. In the world trade traditionally dominated by the US, Australia, Canada and Argentina. Kazakhstan, being on the 15th place in the production of wheat grain, is among the first ten exporters - in 2017 the country exported about 8 million tons to the amount of 1.5 billion dollars. USA, then, as potential export opportunities are much higher, as evidenced by annual carryover stocks at 3 million tons. According to experts, considerable differences in the classification of wheat grain used in Kazakhstan and in other countries participating in the grain market and the methods for assessing the technological dignity indicators (TDs) laid down in the classifications are a significant obstacle to increasing the export potential of wheat grains. In view of this, an analysis was made of grain classifications of wheat grains used in the most important grain producing countries, TD indicators were determined, methods for their evaluation, and differences were revealed. It is established that in countries that are stable in the quantitative and qualitative characteristics of grain, an insignificant list of TD indicators is adopted, while they characterize the physical quality and state of the grain, which may indicate a general suitability for grinding. It is determined that in Russia and Kazakhstan, in determining the contamination, such an indicator as dockage is not taken into account. Comparative tests of different methods of sampling and determination of contamination have been carried out, and correlation coefficients have been established between indicators of contamination determined by different methods.

Keywords:wheat, classification, indicators, technological dignity, methods, sampling, contamination

Введение

Важным этапом на пути повышения технологического потенциала казахстанского зерна пшеницы является унификация отечественной классификации с признанными международными. По мнению Американской зерновой ассоциации (US Wheat Associates) [25], существующие в некоторых странах законодательно установленные строгие внутренние требования к качеству пшеницы часто создают серьезные проблемы для поставок пшеницы, что вызывает необходимость приведения в соответствие методов исследований и установления минимальных требований к качеству зерна пшеницы, более совместимых с требованиями мирового рынка, путем проведения исследований по выявлению различий в методах анализа и показателях технологического достоинства.

Классификация зерна пшеницы включает значимые показатели технологического достоинства и методы их определения, при этом показатели зафиксированы в соответствующих официальных нормативно-технических документах – стандартах на зерно как стран-производителей,

Для цитирования

Шаймерденова Д.А. Сравнительная характеристика классификаций зерна мягкой пшеницы Казахстана и основных зернопроизводящих стран // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 1. С. 140–145. doi:10.20914/2310-1202-2018-1-140-145

For citation

Shaimerdenova D.A. Comparative characteristics of grain classifications of soft wheat of Kazakhstan and major grain-producing countries. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 1. pp. 140–145. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-1-140-145

так и стран-потребителей. Анализ показывает, что в существующих классификациях имеются различия как в параметрах, так и методах, по которым оцениваются показатели ТД зерна пшеницы. Такие различия отмечаются в классификациях зерна пшеницы многих стран, в том числе, стран ЕврАзЭс, Украины, Северной Америки, Китая, стран Европейского Сообщества [15–18, 20–27], которые могут вызвать значительные технические проблемы и привести к финансовым потерям в той отрасли, где размер прибыли очень невелик [8].

Таким образом, выявление различий существующих международных классификаций и их сравнительный анализ с отечественной позволит определить пути унификации, что будет способствовать повышению конкурентоспособности казахстанского зерна пшеницы. Для выявления различий в методах определения основных показателей ТД был проведенный их сравнительный анализ по различным методам и проведен корреляционный анализ полученных данных.

Материалы и методы

Объектом исследований были 10 образцов зерна мягкой пшеницы урожая 2014 года.

Проведен отбор проб по методам ISO 13690:1999 [19], СТ РК ИСО 13690–2006 [11], СТ РК ГОСТ Р 50436–2003 [12], определение засоренности проведено по СТ РК ИСО 7970–2006 [13], по методу Carter Tester Dockage [25], одобренного Министерством сельского хозяйства США. Математическая обработка полученных результатов проведена методами корреляционного анализа.

Результаты и их обсуждение

Подробный анализ существующих классификаций показывает, что, по принципам классификации пшеницы можно выделить 2 группы стран, в первой из которых классификация осуществляется по ботаническим характеристикам с разделением зерна на классы в зависимости от показателей качества; во второй – только в зависимости от показателей качества [5]. К первой группе стран относятся такие страны, как Канада, Казахстан, Китай, США, Россия, Аргентина, ко второй – Франция, Германия, Великобритания, Чехия, Хорватия, Украина.

Так, например, в Канаде, в соответствии с принятым в 2017 году Канадской Зерновой Комиссией «Руководством по официальной классификации зерна» [22], пшеница, в зависимости от районов произрастания, подразделяется на 3 группы:

1 – западную (Western);
2 – прерий (Prairie);
3 – восточную (Eastern).

При этом основная часть пшеницы представлена восточной группой, в которую вошло 10 типов пшениц, в западную – 7, в прерий – 2 типа. Каждый из типов, в свою очередь, подразделяется, в зависимости от значений показателей качества, на классы: от 2 до 5 классов, при этом основными показателями качества являются: натурный вес, состояние зерна, содержание белка, инородные вещества [22].

Анализ материалов Американской пшеничной ассоциации показывает, что в США пшеница подразделяется на 6 типов в зависимости от ботанического вида зерна, биологической формы и цвета, и на 5 классов и класс по образцу по таким характеристикам, как подробное описание физического качества и состояние зерна, которые могут указывать на общую пригодность для измельчения: натурный вес, наличие дефектов, пшеницы других классов, другие примеси и зерна, поврежденные насекомыми [25].

В соответствии с классификацией зерна пшеницы, принятой в Китае, пшеница делится на 9 типов, подразделенных на 6 классов [1]. В Государственном стандарте Китая GB 1351–2008 натура колеблется от 710 г./л в бессортовой пшенице до 790 г./л в пшенице 1 класса, далее нормировано содержание дефектных зерен, сорной примеси, влажности.

На территории ЕврАзЭс принят межгосударственный стандарт ГОСТ 9353-2016 [3], который, как и национальные стандарты стран ЕврАзЭс, такие, как ГОСТ Р 52554-2006 [4] в России, СТ РК 1046-2008 [10] в Казахстане, подразделяет пшеницу на типы по устойчивым природным признакам. Однако, СТ РК 1046-2008 отличается от рассматриваемых стандартов тем, что в нем отсутствует деление зерна пшеницы на подтипы, при этом дальнейшая классификация зерна одинакова и основана на показателях влажности, состояния зерна, натуры, массовой доли клейковины, белка, качества клейковины, «число падения» («ЧП»), содержаниях сорной и зерновой примесей [27].

Система классификации зерна в ЕС – более сложная в сравнении с рассмотренными, предполагает обязательное определение белка только для твердых пшениц. Следует отметить, что в ЕС вообще не существует единой системы зерновых стандартов, имеется лишь определение так называемого зерна «среднего стандартного качества», которое используется при определении пригодности зерна требованиям интервенционных закупок ЕС [18].

В то же время, в некоторых странах ЕС в основе собственной классификации зерна пшеницы приняты массовая доля белка

или клейковины. Так, во Франции, по данным MI Prospects [21], официальная классификация пшеницы включает четыре класса: E, 1, 2 и 3, в основу которых положены массовая доля белка, «ЧП» и W. По данным этого же издания [21], в Германии пшеница подразделяется на 6 классов: E, A, B, EU, C и Un-known по следующим показателям ТД: массовая доля белка, седиментация, натура.

В Великобритании более 10 лет назад была основана классификация пшеницы на классы для облегчения зарубежным клиентам выбора мукомольной пшеницы для хлеба или печенья по спецификации, без подробного знания отдельных сортов. В настоящее время они хорошо известны на ключевых рынках Великобритании [20]. По данной классификации, деление основано на следующих показателях ТД: вес зерна в гектолитрах, влажности, «ЧП», массовой доле белка, W и P/L.

По данным Agricultural Institute Hungarian Academy of sciences [17], в классификацию пшеницы Венгрии, наряду с битыми и изъеденными зернами, включены натура, «ЧП» и массовая доля белка.

В стандарте на зерно пшеницы Украины, принятой в 2009 году, классификация основана только на показателях ТД зерна мягкой пшеницы: натуры, влажности, стекловидности, содержания примесей, массовых долей белка и клейковины, качества клейковины, «числа падения».

По мнению специалистов, применение при классификации возможно меньшего количества показателей является свидетельством более благоприятных условий производства зерна пшеницы, соблюдения агротехники и стабильности качества произведенного зерна [5].

Анализ показателей ТД зерна пшеницы, принятый в ряде основных зернопроизводящих стран мира, позволил выявить различия в существующих классификациях (таблица 1).

Таблица 1.

Сопоставление показателей технологического достоинства зерна пшеницы в классификациях США, Канады, Китая, Казахстана, России, Украины, Австралии

Table 1.

Comparison of indices of technological dignity of wheat grain in classifications of the USA, Canada, China, Kazakhstan, Russia, Ukraine, Australia

Наименование показателя Indicator name	Производители зерна / Grain manufacturers								
	США USA	Канада Canada	Китай China	Россия Russia	Казахстан Kazakhstan	Украина Ukraine	Австралия Australia	Индия India	ЕС EU
Тип, подтип Type, subtype	+	+	+	+	+	-	+	+	-
Класс Grade	+	+	+	+	+	+	+	-	-
Состояние зерна Grain condition	+	+	+	+	+	+	+	-	-
Влажность Moisture	-		+	-	-	+	+	+	+
Натура Natural weight	+	+	+	+	+	+	+	-	+
Стекловидность Vitreousness	-	-	-	+	-	+	-	-	-
Массовая доля клейковины Wet gluten content	-	-	-	+	+	+	-	-	-
Массовая доля белка Protein content	-	+	-	+	+	+	-	-	-
Качество клейковины Gluten quality	-	-	-	+	+	+	-	-	-
Число падения Falling number	-	+	-	+	+	+	+	-	+
Сорная примесь Waste impurities	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Зерновая примесь Grain impurities	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Докедж Dockage	+	-	-	-	-	-	-	-	-

Анализ показывает, что наименьшее количество показателей ТД учитывается при классификации зерна пшеницы в таких странах, как США, Канада, Китай, Индия, страны ЕС, которые в 2017 году произвели 468,4 млн тонн, что составило 60,4% от мирового производства пшеницы (таблица 2).

Таблица2.

Производство пшеницы в 2017 году в основных зернопроизводящих странах

Table2.

Wheat production in 2017 in major grain producing countries

Страна | Country	Объем производства, млн тонн Volume of production, million tons	% от общего урожая в мире % of total crop in the world
ЕС | EU	141,2	18,2
Китай | China	129,8	16,7
Индия | India	98,8	12,7
Россия | Russia	84,9	11,2
США | USA	47,4	6,1
Канада | Canada	30,0	3,9
Австралия | Australia	21,2	2,7
Украина | Ukraine	27,0	3,5
Казахстан | Kazakhstan	14,0	1,8
ИТОГО | Total	594,3	76,7
Мировое производство | World production	775,2	100

По мнению специалистов, стабильность показателей ТД зерна пшеницы в США объясняется природно-климатическими условиями, характеризующимися благоприятными условиями – мягкая зима, теплая весна, жаркое лето с достаточными по количеству и времени дождями, стабильная по годам погода, что приводит к минимальным повреждениям насекомыми и болезнями, отсутствию клопа-черепашки и др. [9]. Однако, более суровые природно-климатические условия Канады, где экстремально холодные зимы нередко сменяют не менее экстремальные летние засухи, не повлияли на то, что Канада является второй страной – экспортером зерна, а по качеству и эффективности зерна, по мнению специалистов – мировым лидером [8].

Таким образом, повышение конкурентоспособности казахстанского зерна пшеницы во многом зависит от повышения эффективности сельскохозяйственного производства, одновременно с которой следует пересмотреть применяемую классификацию зерна в сторону уменьшения количества показателей ТД.

Следующим шагом в унификации отечественной и международных классификаций зерна пшеницы является анализ методов, применяемых при определении показателей ТД.

Основным показателем ТД, определяемым в международной классификации, является определение засоренности.

Сравнительная оценка стандартов стран ЕврАзЭс на пшеницу показала, что в СТ РК 1046-2008, в отличие от ГОСТ 9353-2016 и ГОСТ Р 52554-2006, при отборе проб и составлении средних образцов разрешается применение как межгосударственного стандарта на отбор проб ГОСТ 13586.3-2016, так и гармонизированного со стандартом ИСО стандарта Казахстана СТ РК ИСО 13690.

Следующим отличием казахстанского стандарта на пшеницу является возможность применения, гармонизированного с международным стандартом СТ РК ИСО 7970-2006 «Пшеница. Метод определения примесей», который представляет более простую, менее трудоемкую методику, регламентирующую проведение испытаний в двух повторностях. Анализ показывает, что рациональным в зарубежной методике является то, что все примеси последовательно выделяются из одной навески, которая постоянно уменьшается после удаления каждой примеси. В то время как по ГОСТ 30483-97 [2] для каждой группы примесей рекомендовано выделять из средней пробы отдельные навески, что значительно увеличивает продолжительность анализа. В США Федеральная инспекция зерна использует лабораторный сепаратор Картер докедж тестер, на котором удаляются примеси (докедж), включающие щуплые, битые зерна и легкие примеси – из среднего образца предварительно удаляются сепаратором примеси без разборки. Оставленный образец зерна является более однородным и его быстрее и с большей точностью анализируют на предмет наличия поврежденного, изъеденного и проросшего зерна. Таким образом, международные методики определения засоренности менее трудоемки, чем методы в ГОСТ 30483-97.

Сравнительный анализ полученных данных определения засоренности 10 проб зерна мягкой пшеницы позволили установить, что, при определении зерновой и сорной примеси по ГОСТ 30948, получены более завышенные значения показателей (таблица 3).

Таблица 3.

Сравнительная характеристика засоренности зерна мягкой пшеницы, определенной разными методами

Table 3.

Comparative characteristics of grain contamination of soft wheat, determined by different methods

	Методы определения				Методы определения		
	ГОСТ 30483	ИСО 7970	Докедж метод		ГОСТ 30483	ИСО 7970	Докедж метод
Зерновая примесь	4,7 ± 0,2	2,8 ± 0,1	2,9 ± 0,1	Сорная примесь	1,5 ± 0,1	1,2 ± 0,1	0,4 ± 0,1

Проведение корреляционного анализа результатов, полученных по разным методам, показало, что результаты, полученные по методам, применяемым в международной практике коррелируют между собой на уровне умеренной связи, тогда, как метод, заложенный в ГОСТ 30948, значительно занижает ТД зерна пшеницы (таблица 4).

Таблица 4.

Коэффициенты корреляции показателя засоренности зерна мягкой пшеницы, определенного разными методами

Table 4.

Coefficients of correlation of contamination index of soft wheat, determined by different methods

Показатель	Метод определения		
	ГОСТ 30483		ИСО
	ИСО	Докедж	Докедж
Зерновая примесь	0,53	0,51	0,88
Сорная примесь	0,61	0,32	0,63

Проведение корреляционного анализа результатов, полученных по разным методам, показало, что результаты, полученные по методам, применяемым в международной практике коррелируют между собой на уровне умеренной связи, тогда, как метод, заложенный в ГОСТ 30948, значительно занижает ТД зерна пшеницы (таблица 30952).

Заключение

Для повышения привлекательности и экспортной ориентированности зерна казахстанской пшеницы необходимо проведение работ по унификации классификации и методов определения ТД с признанными международными классификациями зерна пшеницы.

ЛИТЕРАТУРА

1 Государственный стандарт КНР GB1351 – 2008. URL: http://www.ukrsn.ru.

2 ГОСТ 30483–97 Зерно. Методы определения общего и фракционного содержания сорной и зерновой примесей; содержания мелких зерен и крупности; содержания зерен пшеницы, поврежденных клопом-черепашкой; содержания металломагнитной примеси.

3 ГОСТ 9353 – 2016 Пшеница. Технические условия.

4 ГОСТ Р 52554 – 2006 Пшеница. Технические условия.

5 Жигунов Д.А. Особенности классификации и целевого использования зерна пшеницы в Украине и за рубежом // Зернові продукти і комбікорми. 2011. № 3 (43). С. 4 – 9.

6 Обзор рынка зерновых. Международный Совет по зерну. GMR – 22 февраля 2018 года. URL: http://igc.int.

7 Особенности систем анализа качества зерна. URL: http://www.proagro.com.ua/reference/standard/usstand/11019.html.

8 Покорняк В. Как вырастить из Колосса колоса // Московский бизнес-журнал. 2011. № 9. С. 62–66

9 Сельское хозяйство США. URL: http://www.agri-en.ru/zar/%D1% 81% D1% 88% D0% B0.html.

10 СТ РК 1046–2008 «Пшеница. Технические условия».

11 СТ РК ИСО 13690–2006 Зерновые, бобовые и продукты их переработки. Отбор проб неподвижных партий.

12 СТ РК ГОСТ Р 50436–2003 «Зерновые. Отбор проб»

13 СТ РК ИСО 7970–20066 «Пшеница. Метод определения примесей».

14 Шаерман Е. Перспективы казахстанской пшеницы на мировых рынках. URL: http://kazakh-zerno.kz.

15 Austrian Wheat, Crop 2017. URL: http:www.ama.at.

16 Canadian Wheat. URL: http://www.muhlenchemie.de/downloads-future-of-flour/FoF_Kap_06.pdf.

17 Cereal Varieties from Martonvasar. 2011. Agricultural Institute, Martonvasar. URL: http://www.agrar.mta.hu.

18 Commission Regulation (EC) No 1249/96 of 28 June 1996 on rules of application (cereal sector import duties) for Council Regulation (EEC) No 1766 / 92. URL: http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.

19 ISO 13690–1999 «Cereals, pulses and milled products – Sampling of static batches»

20 Guide to Cereals in the UK. URL: https://cereals.ahdb.org.uk/media/658213/hgca-cereal-a5–16pp-final.pdf.

21 MI Prospects. Early Bird Survey. HGCA. URL: http://www.hgca.com/media/280544/mi_prospects_vol_16–13–1– .pdf.

22 Official Grain Grading Guide, August 1, 2017. URL: http://www.grainscanada.gc.ca/oggg-gocg/oggg-gocg-2017-eng.pdf

23 Quality Standards of Indian Wheat, 11 November 2013. URL: http://www.krishisewa.com/articles/production-technology/347-wheat-quality-standards.html.

24 Quality of French Wheat. URL: http://www.franceagrimer.fr/content/download/40630/378241/file/ENQ-CER.

25 U.S. Wheat Associates. 2017 Crop Quality Report. URL: http://www.uswheat.org/cropQuality/doc.

26 Wheat standards 2016–2017. This chart is based on Grain Trade Australia (GTA) standards CSG-100, CSG-101, CSG-102, CSG-103, CSG-105, CSG-106, CSG-107, CSG-109 and CSG-150 24 June 2016. URL: www.graincorp.com.au.

27 Wheat. Technical specifications DSTU 3768:2009.

REFERENCES

1 Gosudarstvennyi standert KNR [State standard of the PRC GB1351- 2008] Available at: http://www.ukrsn.ru. (in Russian)

2 GOST 30483–97 Zerno. Metody opredleniya obshchego I fraktsionnogo soderzhaniya [State standard 30483–97. Grain. Methods for determining the total and fractional content of weeds and grain impurities; content of small grains and size; the content of wheat grains damaged by a bug-bug; the content of the metal-magnetic impurity] (in Russian)

3 GOST 9353 – 2016 Pshenitsa [State standard 9353 – 2016. Wheat. Technical conditions] (in Russian)

4 GOST R 52554 – 2006 Pshenitsa [State standard 52554 – 2006. Wheat. Technical conditions]. (in Russian)

5 Zhigunov D.A. Peculiarities of classification and target use of wheat grain in Ukraine and abroad. *Zernov producty i kombikormi*. [Cereal products and feed] 2011. no. 3 (43). pp. 4 – 9. (in Russian)

6 Obzor rynka zernovykh [Review of the grain market. International Grains Council. GMR] Available at: http://igc.int. (in Russian).

7 Osobennosti sistemy analiza kachestva [Features of grain quality analysis systems] Available at: http://www.proagro.com.ua/reference/standard/usstand / 11019.html. (in Russian).

8 Pokornyak V. How to grow a colossus from Kolossa. Moskovskii bizness-zhurnal [Moscow Business Journal] 2011. no. 9. pp. 62–66. (in Russian)

9 Sel'skoe khozyaistvo SShA [US Agriculture] Available at: http://www.agrien.ru/zar/%D1% 81% D1% 88% D0% B0.html. (in Russian).

10 ST RK 1046–2008 Pshenitsa. Tekhnicheskie usloviya [Wheat. Technical conditions] (in Russian)

11 СТ РК ИСО 13690–2006 Zernovye, bobovye I produkty ikh pererabotki [Cereals, pulses and products of their processing. Sampling of fixed lots] (in Russian).

12 ST RK GOST R 50436–2003 Zernovye. Otbor prob [Cereals. Sample selection] (in Russian)

13 ST RK ISO 7970–20066 Pshenitsa. Metod opredeleniya primesei [Wheat. Method for determination of impurities] (in Russian).

14 Shaerman E. Perspektivy kazakhstanskoi pshenitsy [Perspectives of Kazakhstan wheat in world markets] Available at: http://kazakh-zerno.kz. (in Russian).

15 Austrian Wheat, Crop 2017. Available at: http: www.ama.at.

16 Canadian Wheat. Available at: http://www.muh-lenchemie.de/downloads-future-of-flour/FoF_Kap_06.pdf.

17 Cereal Varieties from Martonvasar. 2011. Agricultural Institute, Martonvasar. Available at: http://www.agrar.mta.hu.

18 Commission Regulation (EC) No 1249/96 of 28 June 1996 on regulations of application (cereal sector import duties) for Council Regulation (EEC) No 1766 / 92. Available at: http://eur – lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.

19 ISO 13690–1999 «Cereals, pulses and milled products – Sampling of static batches»

20 Guide to Cereals in the UK. Available at: https://cereals.ahdb.org.uk/media / 658213/hgca-cereal-a5–16pp-final.pdf.

21 MI Prospects. Early Bird Survey. HGCA. Available at: http://www.hgca.com/media / 280544/mi_prospects_vol_16–13–1– .pdf. (in Russian).

22 Official Grain Grading Guide, August 1, 2017. Available at: http://www.grainscanada.gc.ca/oggg-gocg/oggg-gocg-2017-eng.pdf

23 Quality Standards of Indian Wheat, 11 November 2013. Available at: http://www.krishisewa.com/articles/production-technology / 347-wheat-quality-standards.html.

24 Quality of French Wheat. Available at: http://www.franceagrimer.fr/content/download / 40630/378241/file/ENQ-CER.

25 U.S. Wheat Associates. 2017 Crop Quality Report. Available at: http://www.uswheat.org/cropQuality/doc.

26 Wheat standards 2016–2017. This chart is based on Grain Trade Australia (GTA) standards CSG-100, CSG-101, CSG-102, CSG-103, CSG-105, CSG-106, CSG-107, CSG-109 and CSG-150 24 June 2016. Available at: www.graincorp.com.au.

27 Wheat. Technical specifications DSTU 3768: 2009.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Даригаш А. Шаймерденова к.т.н., ученый секретарь, Казахский научно-исследовательский институт переработки сельскохозяйственной продукции, ул. Акжол, 26, г. Астана, 010000, Казахстан, darigash@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Даригаш А. Шаймерденова Полностью подготовила рукопись и несет ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 22.01.2018

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 19.02.2018

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Darigash A. Shaimerdenova Cand. Sci. (Engin.), scientific secretary, Kazakh research Institute of processing of agricultural products, Akzhol street 26, Astana, 010000, Republic of Kazakhstan, darigash@mail.ru

CONTRIBUTION

Darigash A. Shaimerdenova Completely prepared the manuscript and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The author declare no conflict of interest.

RECEIVED 1.22.2018

ACCEPTED 2.19.2018

Краткое сообщение/Short message

УДК УДК 663/.664.014:612.821.8

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-146-150

Применение сенсорного анализа в работе предприятия по производству продуктов питания

Лидия В. Беркетова [1] lidia.berketova@yandex.ru
Виталий И. Перов [1] kafrb@rea.ru

[1] Российский экономический университет им. Г.В, Плеханова, Стремянный переулок, 36, Москва, 117997, Россия

Реферат. В статье представлена информация о взаимосвязи внедрения сенсорного анализа на предприятиях по производству продуктов питания с видами деятельности данных предприятий: начиная с разработки новых продуктов и технологий, с контроля качества продуктов питания на всех стадиях жизненного цикла продукции, изучения структуры покупательского спроса, и заканчивая составлением прогнозов по сбыту продукции и решением других производственных и маркетинговых вопросов. Сенсорный анализ позволяет помочь производителю определить каким образом потребляется его продукт и предположить реакцию потенциального покупателя на новый продукт. Применение сенсорного или органолептического анализа на предприятиях пищевой промышленности требует наличие специально подготовленных людей или испытателей, являющихся инструментом органолептического анализа, и постоянного совершенствования их техники по проведению испытаний и их чувствительности путем постоянных тренировок. Нормативные документы, которые устанавливают правила и условия проведения органолептических исследований, согласно Общероссийскому классификатору стандартов (ОКС), находятся в группе «67. Производство пищевых продуктов», в частности, в подгруппе «67.240 - Органолептический анализ». Данная группа стандартов включает в себя требования к лаборатории, в которой проводятся данные исследования, к испытателям, требования к посуде и реактивам, и методикам проведения исследований. Современные методики сенсорного анализа совместно с применением методов математической статистики позволяют получать результаты равной, а иногда и большей достоверности, чем результаты, полученные химическими или физическими методами при оценке качественных показателей пищевых продуктов. Выделяют два направления исследования: аналитические и потребительские.

Ключевые слова: сенсорный анализ, органолептический анализ, испытатель, эксперт, панель

Application of sensory analysis in the enterprise of production of food

Lidiya V. Berketova [1] lidia.berketova@yandex.ru
Vitalii I. Perov [1] kafrb@rea.ru

[1] Plekhanov Russian University of Economics Stremyanny lane, 36, Moscow, 117997, Russia

Summary.The article presents information on the relationship of the implementation of sensory analysis in food production enterprises with the activities of these enterprises: from the development of new products and technologies, from the quality control of food at all stages of the product life cycle, the study of the structure of consumer demand, and ending with the preparation of forecasts for the sale of products and other production and marketing issues. Touch analysis helps the manufacturer to determine how his product is consumed and to assume the reaction of a potential buyer to a new product. The use of sensory or organoleptic analysis in the food industry requires the presence of specially trained people or testers who are the instrument of organoleptic analysis, and the constant improvement of their testing techniques and their sensitivity through constant training. Regulatory documents that establish the rules and conditions for conducting organoleptic studies, according to the all-Russian classifier of standards, are in the group «67. Food production»" in particular in the subgroup “67.240-Organoleptic analysis”. This group of standards includes requirements for the laboratory in which the research is carried out, for testers, requirements for utensils and reagents, and methods of research. Modern methods of sensory analysis together with the use of mathematical statistics allow to obtain results of equal and sometimes greater reliability than the results obtained by chemical or physical methods in the evaluation of quality indicators of food products. There are two areas of research: analytical and consumer

Keywords: sensory analysis, organoleptic analysis, tester, expert, panel

Введение

Чтобы быть и оставаться конкурентоспособным предприятием на рынке пищевых продуктов, необходимо предлагать потребителям качественный и безопасный продукт. Определение «качество продукта питания» обычно дает потребитель, и только он определяет те качественные критерии, которым должен соответствовать выпускаемый продукт. Под этим многомерным понятием рассматривается не только рецептурный состав пищевого продукта, его срок хранения и годности, отсутствие пищевых добавок, удобная упаковка, но органолептические (сенсорные) характерности продукта, которые являются основополагающим критерием выбора и дальнейшей покупки продукта питания.

Органолептические или сенсорные характеристики продуктов питания позволяют определить, как воспринимается данный продукт потребителями и какое место он занимает в данном сегменте рынка среди конкурентов.

Для цитирования

Беркетова Л.В., Перов В.И. Применение сенсорного анализа в работе предприятия по производству продуктов питания //Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 1. С. 146–150. doi:10.20914/2310-1202-2018-1-146-150

For citation

Berketova L.V. Application of sensory analysis in the enterprise of production of food. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 1. pp. 146–150. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-1-146-150

Многочисленные маркетинговые исследования, проводимые различными компаниями по потребительской оценке продуктов, показали, что только человек с его сенсорными возможностями, может дать информацию о формирование предположений о желательности или нежелательности исследуемого продукта. Это мнение часто является основным для выхода нового продукта на рынок [1].

Основная часть

Органолептический или сенсорный анализ – это комплексная и систематическая оценка продуктов питания с помощью органов чувств человека (зрения, обоняния, тактильных ощущений, слуха и вкуса) с целью определения их качества.

Сенсорный анализ – анализ с помощью органов чувств (высоко специфических рецепторных органов), которые обеспечивают организму получение информации об окружающей его среде с помощью зрения, слуха, обоняния, вкуса, осязания, вестибулярной рецепции и интерорецепции.

Органолептический анализ является частью сенсорного анализа и понимает под собой анализ продуктов, вкусовых и ароматических веществ с помощью обоняния, вкуса, зрения, осязания и слуха.

Данные термины не является синонимами: они различаются по объектам исследования и числу органов чувств, задействованных при анализе. Однако в нашей литературе и нормативной документации, касающихся правил проведения данного вида исследования, эти термины часто рассматриваются как идентичные.

Применение сенсорного анализа на предприятиях пищевой промышленности требует специальной подготовки людей или испытателей – инструмента сенсорного анализа, и постоянного совершенствования их техники проведения испытаний и их чувствительности путем постоянных тренировок.

Испытатель – лицо, которое привлекается для органолептического (сенсорного) анализа. Согласно международной градации, выделяют следующие группы испытателей [2–4]:

- неподготовленный испытатель – лицо, выбранное для участия в органолептическом анализе без учета каких-либо критериев,
- ознакомленный испытатель – лицо, которое уже принимало участие в органолептических исследованиях,
- отобранный испытатель – лицо, выбранное для участия в органолептическом анализе, с учетом индивидуальной сенсорной чувствительности,
- эксперт –в широком смысле слова, это лицо, которое обладает соответствующими знаниями, опытом и компетенцией, и дающее заключение при рассмотрении какого-либо вопроса.

В органолептическом анализе также используются два понятия эксперта: «эксперт-испытатель» и «специализированный эксперт».

Эксперт-испытатель – обладает высокой сенсорной чувствительностью, имеет опыт работы с методами органолептической оценки продуктов, способен проводить анализ различных продуктов с высокой степенью достоверности и воспроизводимости результатов.

Специализированный эксперт – обладает опытом работы с каким-либо продуктом (группой однородной продукции) и / или знакомый с технологией производства данного продукта (группой однородной продукции) и / или маркетингом данного продукта (группой однородной продукции), способен выполнить его органолептический (сенсорный) анализ, оценить или спрогнозировать эффект изменений показателей качества и безопасности продукции от изменения состава сырья, рецептуры, условий производства, хранения, старения продукта и т. п.

Панель – группа испытателей, которые участвуют в органолептической оценке качества продукта, или изучают реакцию человека на предлагаемый продукт.

Область применения сенсорного анализа довольно широка – разработка новых продуктов и технологий, контроль качества продуктов на всех стадиях производства и реализации, изучение структуры покупательского спроса, составление прогнозов для сбыта продукции и т. д. Кроме того, сенсорный анализ позволяет помочь производителю определить – каким образом потребляется его продукт и предположить реакцию потенциального покупателя.

В то же время сенсорный анализ – это наиболее простой и быстрый, а часто и единственно возможный способ определить качество и достоинства пищевых продуктов и позволяющий отличить фальсифицированный продукт от натурального или высококачественный от ординарного.

Нормативные документы, касающиеся правил и условий проведения органолептических исследований, согласно Общероссийскому классификатору стандартов (ОКС), находятся в группе«67. Производство пищевых продуктов» в частности в подгруппе «67.240 – Органолептический анализ» и позволяют свести к минимуму субъективные факторы, влияющие на оценку продукта. Данная серия включает стандарты,

охватывающие требования к методике проведения сенсорного анализа по контролю за качеством выпускаемой продукции, требования к помещениям и посуде, а также методологию отбора и обучения испытателей для проведения сенсорных исследований [5, 6].

Современные методики сенсорного анализа позволяют получать результаты равной, а иногда и большей достоверности, чем результаты, полученные химическими или физическими методами. Поэтому при соблюдении соответствующих правил и норм, можно классифицировать органолептический или сенсорный метод как аналитический.

Контроль качества пищевых продуктов, как правило, основан на сочетании сенсорных и инструментальных методов. Часто сенсорные характеристики свидетельствуют о тех или иных физико-химических параметрах продукта. Характеристика цвета напитков, в частности вина, определяет различные уровни качества, статус продукта или особенности технологической обработки. Например, вина с ярким и живым цветом обладают высокой кислотностью (свежесть вкуса), а вина с менее интенсивной окраской имеют низкий уровень кислотности. Такие характеристики как химические компоненты вина: содержание моно- и дисахаридов, спирта, глицерола, амино- и гидроксикислот, участвуют в формировании сладости, мягкости и полноты вкуса исследуемого вина. С помощью определенных методик определяется микробиологическая чистота и степень свежести продукта при хранении и гарантия безопасного употребления продукта [7].

Сенсорный анализ позволяет сказать, каким образом продукт с определенным химическим составом и качественными характеристиками может быть оценен потребителем, будет ли потребитель считать данный продукт приемлемым. На этом основана связь между исследовательскими лабораториями, производством и службами маркетинга, с целью максимально оптимизировать шансы продукта на рынке [8–10].

Связь с научными исследованиями выражается в разработке новых продуктов и новых технологий; усовершенствование уже существующих продуктов и технологий; копирование существующих на рынке продуктов с аналогичными органолептическими характеристиками; изменение рецептуры [8].

Связь с производством выражается в создании системы контроля качества на предприятии; контроль постоянства качества продукта (соблюдение технологии); контроль срока годности продукта.

Связь с маркетингом выражается в исследовании оценок продуктов по степени предпочтения и приятности; исследовании отличий в качественных характеристиках продукта от других продуктов данной линейки; позиционирование на рынке по отношению к другим конкурентным продуктам и ценовое позиционирование на рынке [11].

Сегодня одной из главной целью любого предприятия является получение прибыли от продаж производимой ими продукции. Это возможно при соблюдении двух взаимосвязанных элементов: производство конкурентоспособной и востребованной продукции и производство качественной, безопасной и питательной продукции.

Что способствует увеличению объема продаж? Прежде всего, органолептическое качество продукта, которое выражается в создании предпочтительных для потребителя запаха, вкуса, цвета, аромата и текстуры продукта и в ориентации на органолептические предпочтения группы потребителей, которой адресован продукт.

Во-вторых, пищевое качество продукта, выраженное в соответствии продукта современным требованиям диетологии, пищевой безопасности продукта и в оптимальном сроке годности продукта.

В-третьих, упаковка, в которой отражены оригинальные дизайнерские решения, доступная и полная информация о продукте и удобство в использовании.

В-четвертых, реклама, которая сопровождает продукт в средствах массовой информации, рекламные акции в местах реализации и традиционные кампании.

В зависимости от задачи, которую необходимо решить на предприятии: контроль качества продукции, внедрение или усовершенствование новой рецептуры продукции или приближение продукта к запросам потребителей, можно выделить основные категории исследований, которые необходимы в работе отделов контроля качества или развития продукции:

- аналитические исследования – различительные или описательные;
- потребительские исследования.

После уточнения поставленной задачи и цели исследования, должны быть оговорены следующие моменты:

1. исследовательская панель: квалификация испытателей, количество испытателей и критерии отбора испытателей;
2. место поведения исследований: лаборатория на предприятии или полевые исследования;

3. анкета: размер анкеты, порядок вопросов, типы вопросов, использование шкал числовых или гедонических;

4. методика проведения исследований: кодирование образцов или открытая дегустация, сравнительные тесты или ранжирование.

Для каждой цели используется свой тест:

1. Цель исследования/объект: определить, оказывает ли ощутимое влияние изменение сырья на восприятие продукта

Тип теста: аналитический различительный
Панель: обученные испытатели
Место исследования: сенсорная лаборатория

2. Цель исследования/объект: выявить последствия изменения состава рецептуры.

Тип теста: аналитический количественный или описательный
Панель: обученные испытатели
Место исследования: сенсорная лаборатория

3. Цель исследования/объект: выявить предпочтение потребителей к продукту

Тип теста: потребительский
Панель: потребители или определенная фокус-группа
Место исследования: полевые (супермаркет)

Прежде чем выпускать на рынок продукт, необходимо провести потребительское тестирование данного продукта. Исследование по выявлению предпочтений позволит выявить лучшую рецептуру или сопоставить новый продукт с конкурентами, тест по выявлению приемлемости продукта позволяет проверить его адаптацию к целевому рынку. Но успех продвижения на рынок нового продукта зависит не только от его органолептических характеристик, весомую роль играют его упаковка и цена. Если органолептические свойства продукции являются фактором повторных покупок, то для первой покупки определяющее значение имеет восприятие технических параметров (практичность) и особенно визуальные свойства упаковки – в частности, оформление, цвет.

Исследование упаковки позволяет потребителям выразить свое предпочтение по макету упаковки, о соответствии между тестируемым продуктом и представленной упаковкой. При этом выделяются такие критерии как: визуальные элементы (цвета, форма, печать), полнота информации, выполняемые функции (сохранность продукта, легкость открывания, утилизация и т. д.) и качество носителя изображения (праздничная или потребительская, кустарная или промышленная упаковка и т. д.).

Исследование приемлемости цены или даже оптимальная цена также может быть выявлена в ходе потребительских исследований, задавая респондентам вопросы, которые позволят определить интервал цен, по которым они готовы бы покупать данный продукт. Полученные результаты заносятся в матрицы парных сравнений.

После проведения исследования с целью получения статистически значимых результатов, необходимо провести интерпретацию полученных данных с использованием математической статистики с целью минимизации влияния человеческого фактора. К данным методам относят расчет основных статистических параметров (выборочное среднее, медиана, мода, стандартное отклонение, дисперсия), распределение χ^2, t – тесты, дисперсионный анализ и другие [1].

Заключение

При соблюдении выше изложенных положений сенсорный анализ позволит предприятию по производству продуктов питания предлагать новые продукты и поддерживать сенсорные характеристики выпускаемых продуктов на уровне, отвечающим требованиям потребителей.

ЛИТЕРАТУРА

1 Кантере В.М., Матисон В.А., Фоменко М.А. Сенсорный анализ продуктов питания: Монография М.: Типография РАСХНИЛ, 2003. 400 с

2 ГОСТ ISO 5492–2014 Органолептический анализ. Словарь

3 ГОСТ ISO 8585–1–2011 Органолептический анализ. Общее руководство по отбору, обучению и контролю испытателей. Часть 1. Отобранные испытатели

4 ГОСТ ISO 8586–2015 Органолептический анализ. Общие руководящие указания по отбору, обучению и контролю за работой отобранных испытателей и экспертов-испытателей

5 Беркетова Л.В., Пономарева О.И., Пичугина Н.А., Кузнецова В.О. Применение методов органолептического анализа для отбора и обучения испытателей // Бюллетень науки и практики. 2017. № 5(18). С. 95–101. URL: http://www.bulletennauki.com/berketova-ponomareva. doi: 10.5281/zenodo.579731

6 Беркетова Л.В., Пономарева О.И., Елякина Е.П. Стандарты, используемые в области проведения органолептических испытаний // Бюллетень науки и практики. Электрон. журн. 2017. № 8 (21). С. 181 – 187. URL: http://www.bulletennauki.com/berketova-1

7 Kallithraka S., Arvanitoyannis I.S., Kefalas P. Instrumental and sensory analysis of Greek wines; implementation of principal component analysis (PCA) for classification according to geographical origin //Food Chemistry. V.73. № 4. P. 501-514 URL: https://doi.org/10.1016/S0308-8146(00)00327-7

8 Lyon D.H., Francombe M.A., Hasdell T.A. Guidelines for Sensory Analysis in Food Product Development and Quality Control. Springer Science & Business Media, 2012. 131 p. URL: https://books.google.ru/books?isbn=1461519993

9 Bassett A.N., Cichy K.A., Ambechew D. Cooking time and sensory analysis of a dry bean diversity panel // Publications from USDA-ARS. 2017. P. 1665. URL: http://digitalcommons.unl.edu/usdaarsfacpub/1665

10 Klaus G.G. The common ground between sensory and consumer science // Current Opinion in Food Science. 2015. V.3. P. 19-22. https://doi.org/10.1016/j.cofs.2014.11.003

11 Van Trijp H.C.M., Schifferstein H.N.J. Sensory analysis in m arketing practice: comparison and integration // Journal of Sensory Studies. 1995. V.10. № 2. P.127-147. URL: https://doi.org/10.1111/j.1745-459X.1995.tb00010.x

REFERENCES

1. Kantere V.M., Mathison B.A., Fomenko M.A. Sensornyi analiz produktov pitaniya [Sensory analysis of food: Monograph] Moscow, Printing house of RASHIL, 2003. 400 p. (in Russian)

2. GOST ISO 5492–2014 Organolepticheskii analiz [State standard 5492–2014 Sensory analysis. Vocabulary] (in Russian)

3. GOST ISO 8585–1–2011 Organolepticheskii analiz [State standard 8585–1–2011 Sensory analysis. General guidance for the selection, training and monitoring of assessors. Part 1. Selected assessors] (in Russian)

4. GOST ISO 8586–2015 Organolepticheskii analiz [State standard ISO 8586–2015 Sensory analysis. General guidelines for the selection, training and monitoring of selected assessors and expert sensory assessors] (in Russian)

5. Berketova L.V., Ponomareva O. I, Pichugina N.A., Kuznetsova V.O. Application of methods of organoleptic analysis for the selection and training of testers. *Bulleten' nauki I praktiki* [Bulletin of science and practice] 2017. no. 5(18). pp. 95–101. Available at: http://www.bulletennauki.com/berketova-ponomareva. doi: 10.5281/zenodo.579731

6. Barketova L.V., Ponomareva O.I., Alekina E.P. Standards used to conduct organoleptic tests . *Bulleten' nauki I praktiki* [Bulletin of science and practice]. 2017. no. 8 (21). pp. 181–187. Available at: http://www.bulletennauki.com/berketova-1.

7. Kallithraka S., Arvanitoyannis I.S., Kefalas P. Instrumental and sensory analysis of Greek wines; implementation of principal component analysis (PCA) for classification according to geographical origin. Food Chemistry. vol.73. no. 4. pp. 501-514 Available at: https://doi.org/10.1016/S0308-8146(00)00327-7

8. Lyon D.H., Francombe M.A., Hasdell T.A. Guidelines for Sensory Analysis in Food Product Development and Quality Control. Springer Science & Business Media, 2012. 131 p. Available at: https://books.google.ru/books?isbn=1461519993

9. Bassett A.N., Cichy K.A., Ambechew D. Cooking time and sensory analysis of a dry bean diversity panel. Publications from USDA-ARS. 2017. pp. 1665. Available at: http://digitalcommons.unl.edu/usdaarsfacpub/1665

10. Klaus G.G. The common ground between sensory and consumer science. Current Opinion in Food Science. 2015. vol.3. pp. 19-22. https://doi.org/10.1016/j.cofs.2014.11.003

11. Van Trijp H.C.M., Schifferstein H.N.J. Sensory analysis in m arketing practice: comparison and integration. Journal of Sensory Studies. 1995. vol.10. no. 2. pp.127-147. Available at: https://doi.org/10.1111/j.1745-459X.1995.tb00010.x.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Лидия В. Беркетова к.т.н., доцент, кафедра ресторанного бизнеса, Российский экономический университета им. Г.В. Плеханова, Стремянный переулок, 36, г. Москва, 117997, Россия, lidia.berketova@yandex.ru

Виталий И. Перов д.э.н., профессор, кафедра ресторанного бизнеса, Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова, Стремянный переулок, 36, Москва, 117997, Россия, kafrb@rea.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 15.01.2018

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 13.02.2018

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Lidiya V. Berketova Cand. Sci. (Engin.), associate professor, restaurant business department, Plekhanov Russian University of Economics, Stremyanny lane, 36, Moscow, 117997, Russia, lidia.berketova@yandex.ru

Vitalii I. Perov Doc. Sci. (Econ.), associate professor, restaurant business department, Plekhanov Russian University of Economics, Stremyanny lane, 36, Moscow, 117997, Russia, kafrb@rea.ru

CONTRIBUTION

All authors equally took part in writing the manuscript and are responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 1.15.2018

ACCEPTED 2.13.2018

Оригинальная статья/Original article

УДК 663.813:543.427.4

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-151-156

Исследование минерального состава в процессе переработки дикорастущих ягод

Людмила П. Нилова [1] nilova_l_p@mail.ru
Руслан А. Икрамов [1] ruslan_ikramov@mail.ru
Светлана М. Малютенкова [1] malutesha66@mail.ru
Алина С. Веряскина [2] alinaveriaskina@gmail.com

[1] Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, ул. Политехническая, 29, г. Санкт-Петербург, 195251, Россия
[2] Экспертно-криминалистическая служба – региональный филиал Центрального экспертно-криминалистического таможенного управления г. Санкт-Петербурга, ул. Савушкина, 71/2, г. Санкт-Петербург, 197183, Россия

Реферат. В статье представлены результаты исследований минерального состава дикорастущих ягод и их составных частей (кожица, мякоть). Ягоды черники, голубики, клюквы и брусники были собраны на территории Выборгского района Ленинградской области. Ягоды сортировали по качеству и степени зрелости, измельчали и методом прессования отжимали сок, фильтрованием сока отделяли мякоть. Выход сока зависел от вида ягод и был минимальным у ягод голубики. Ягоды, кожицу и мякоть высушивали до постоянной массы при температуре 50 °С. Состав минеральных элементов определяли в нативном остатке целых ягод и их составных частей методом рентгеновской флуоресценции на энергодисперсионном рентгенофлуоресцентном спектрометре «Rigaku Nex CG», США. Используемый метод позволяет получить состав минеральных элементов в виде оксидов. Все ягоды имели типичный состав макроэлементов с преобладанием калия и кальция. По содержанию калия ягоды распределились следующим образом: черника > брусника > голубика > клюква. Самое высокое содержание кальция было в голубике, а фосфора в бруснике. В составе микроэлементов были идентифицированы: железо, медь, цинк, никель, марганец, кремний, ванадий, титан. Ванадий был обнаружен только в ягодах черники и голубики. При переработке ягод происходило перераспределение минеральных элементов. Оксиды калия распределяются во всех частях ягод, оксиды кальция, титана и ванадия содержатся преимущественно в кожице и мякоти ягод. Большинство оксидов макро- (фосфора, серы, хлора) и микроэлементов (железа, цинка, марганца, кремния, меди, никеля) содержатся только в соке.

Ключевые слова: минеральный состав, черника, голубика, клюква, брусника, ягоды, кожица, мякоть

Investigation of mineral composition during processing of wild berries

Liudmila P. Nilova [1] nilova_l_p@mail.ru
Ruslan A. Ikramov [1] ruslan_ikramov@mail.ru
Svetlana M. Malyutenkova [1] malutesha66@mail.ru
Alina S. Veryaskina [2] alinaveriaskina@gmail.com

[1] Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, Politechnicheskaya St., 29, Saint-Petersburg, 195251, Russia
[2] Expert-criminalistic service-regional branch of the Central Expert-Criminalistic Customs Directorate of St. Petersburg, Savushkina street, 71/2, Saint-Petersburg, 197183, Russia

Summary. The article presents results of studies of the mineral composition of wild berries and their constituent parts (peel, pulp). Blueberries, bilberries, cranberries and lingonberries were picked out on the territory of the Vyborg district of the Leningrad Region. Berries sorted by quality and degree of maturity and crushed; the juice and pulp were separated by pressing and filtration. The yield of juice depended on the type of berries and was minimal for blueberries. Berries, peel and pulp were dried to constant weight at a temperature of 50 °C. The composition of the mineral elements was determined in the native remainder of whole berries and their constituent parts by X-ray fluorescence on the energy dispersive X-ray fluorescence spectrometer "Rigaku Nex CG", USA. The method used makes it possible to obtain the composition of mineral elements in the form of oxides. All berries had a typical composition of elements with a predominance of potassium and calcium. The content of potassium berries were as follows: bilberries > lingonberries > blueberries> cranberries. The highest content of calcium was in blueberries; phosphorus prevailed in lingonberries. In the trace elements were identified: iron, copper, zinc, nickel, manganese, silicon, vanadium, titanium. Vanadium was found only in blueberries and bilberries. During the processing of berries, mineral elements were redistributed. Potassium oxides are distributed in all parts of the berries, calcium, titanium and vanadium oxides are found predominantly in the skin and in the pulp of berries. Most of the oxides of macro-elements (such as phosphorus, sulfur, chlorine) and trace elements (such as iron, zinc, manganese, silicon, copper, nickel) are contained only in the juice.

Keywords: mineral composition, bilberries, blueberries, cranberries, lingonberry, berries, peel, pulp

Введение

Одним из основных поставщиков минеральных веществ в организм человека являются свежие плоды, ягоды и овощи, недостаточное потребление которых может привести к развитию ряда алиментарно зависимых заболеваний [1, 2]. Количественный и качественный состав минеральных веществ плодов, ягод и овощей изменчив. Он зависит, как от вида и сорта, так и от зоны произрастания, условий и методов выращивания, способов переработки [3–6]. Использование интенсивных технологий выращивания может привести к сдвигам в составе минеральных

Для цитирования
Нилова Л.П., Икрамов Р.А., Малютенкова С.М., Веряскина А.С. Исследование минерального состава в процессе переработки дикорастущих ягод // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 1. С. 151–156. doi:10.20914/2310-1202-2018-1-151-156

For citation
Nilova L.P, Ikramov R.A., Malyutenkova S.M., Veryaskina A.S. Investigation of mineral composition during processing of wild berries. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 1. pp. 151–156. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-1-151-156

веществ в сторону увеличения их количества при использовании минеральных удобрений и в сторону уменьшения количества микроэлементов [7]. Восполнить дефицит микроэлементов в питании можно за счет культивирования различных ботанических сортов ягод, включение в рацион питания ранее неиспользованных плодов и ягод, а также различных дикоросов [3, 8–13].

В лесах Северо-Западного Федерального округа растет много разных ягод, высокая пищевая ценность которых доказана научными исследованиями [3, 5–7, 12, 15]. Наиболее распространенными являются черника, клюква и брусника, в меньших количествах растет голубика. В последние годы интерес к дикорастущим ягодам возобновился. Возродилась технология морсов, которые начали выпускать в промышленных масштабах [6, 14]. Соки, полученные из дикорастущих ягод стали элементом купажа плодово-ягодных соков и нектаров, а также одним из растительных компонентов молочно-растительных напитков. Разработаны технологии, способствующие интенсификации перехода в сок биологически активных веществ [4–6]. Из отходов дикоросов получают порошки и пасты для использования в создании функциональных продуктов питания [15]. Разнообразный ассортимент продукции из дикорастущих ягод и их составных частей позволит обогатить рацион питания человека важными микроэлементами.

Минеральный состав ягод обычно рассматривают в целых ягодах или в готовых продуктах их переработки, определяя их количество в зольном остатке [3, 6, 12–16]. Возникающие изменения в химическом составе ягод при переработке изучают в большей степени с позиции перехода биологически активных веществ и антиоксидантов [3–6, 14, 15, 17]. Имеются единичные исследования, показывающие преимущественное содержание минеральных веществ в кожице и семенах винограда [17]. Однако, в настоящих ягодах, за исключением винограда, семена в промышленных масштабах самостоятельно не выделяют. Они переходят в выжимки после отжима сока с мякотью.

Целью работы явилось исследование состава минеральных элементов в дикорастущих ягодах и их составных частях после отжима сока.

Материалы и методы

В качестве объектов исследований были выбраны наиболее распространенные дикорастущие ягоды Северо-Западного Федерального округа семейства вересковых рода Vaccínium – черника, голубика, клюква и брусника. Ягоды были собраны на территории Выборгского района Ленинградской области. Для получения составных частей ягод их измельчали в мезгу и методом прессования отжимали сок с мякотью, фильтрованием сока отделяли мякоть. Ягоды, кожицу и мякоть высушивали до постоянной массы при температуре 50° С.

Состав минеральных элементов определяли методом рентгеновской флуоресценции при их возбуждении рентгеновским излучением и энергодисперсионным способом регистрации в лаборатории Экспертно-криминалистической службы Центрального экспертно-криминалистического таможенного управления г. Санкт-Петербурга на энергодисперсионном рентгенофлуоресцентном спектрометре «Rigaku Nex CG», США. Измерения проводили в нативных остатках высушенных до постоянной массы. Навеску массой 1,0 г, помещали в кювету 32 мм. Идентификацию минеральных элементов проводили в автоматическом режиме по градуировочной кривой в памяти компьютера, построенной по стандартным образцам.

Результаты и их обсуждение

Исследования дикорастущих ягод начинали с осмотра внешнего вида. В результате были отобраны целые, полностью созревшие без повреждений ягоды. Выход сока зависел от вида ягод и был минимальным у ягод голубики (рисунок 1).

В ягодах черники, клюквы и брусники выход сока колебался в пределах 62–64%, на долю кожицы приходилось 19,8–20,5%. При используемом способе получения сока на его выход могли оказать влияние размер ягод и толщина кожицы. В ягодах голубики доля кожицы почти не отличалась от других исследованных ягод и составляла 22,1%. Но выход сока был затруднен в связи с высоким содержанием мякоти – 32%, что больше чем у других ягод в 1,8–2 раза. Поэтому для получения сока из ягод голубики метод прямого прессования не эффективен.

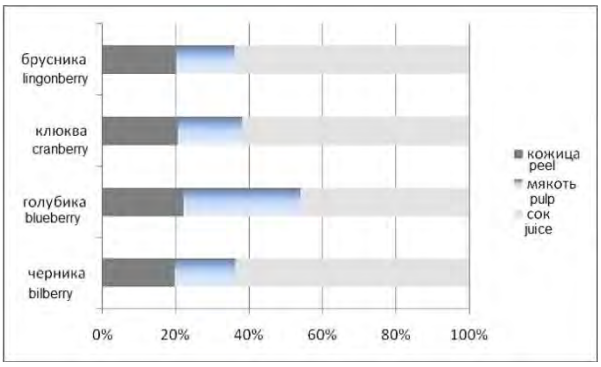


Рисунок 1. Соотношение составных частей дикорастущих ягод, %

Figure 1. The ratio of constituent parts of wild berries, %

Ягоды и их составные части (кожица, мякоть) были высушены до постоянной массы, в которых было проведено исследование минерального состава в нативном остатке (таблица 1).

Использование рентгено-флуоресцентного метода позволяет определить в ягодах минеральные элементы, содержащиеся в виде оксидов. Были идентифицированы основные макро- и микроэлементы, за исключением натрия, магния, йода и селена. При этом следует учитывать, что минеральные вещества, входящие в состав высокомолекулярных органических соединений, этим методом определить невозможно.

В целом ягоды имели типичный состав минеральных элементов с незначительными колебаниями их количеств в разных видах ягод, что обусловлено одной и той же зоной произрастания.

Таблица 1.

Состав минеральных элементов в ягодах, кожице и мякоти

Table 1.

The composition of mineral elements in berries, peel and pulp

Объект Object	Содержание, % масс. СВ Content, wt% DM												
	K_2O	CaO	P_2O_5	SO_3	Cl	Fe_2O_3	SiO_2	ZnO	CuO	MnO	TiO_2	V_2O_5	NiO
Черника Bilberry													
ягода berry	58,70	24,50	4,95	4,09	1,22	0,18	4,73	0,100	0,098	0,90	0,40	0,12	0,012
кожица peel	39,30	57,15	н/о n/d	н/о n/d	н/о n/d	н/о n/d	н/о n/d	н/о n/d	н/о n/d	н/о n/d	3,51	0,04	н/о n/d
мякоть pulp	42,00	55,90	н/о n/d	н/о n/d	н/о n/d	н/о n/d	н/о n/d	н/о n/d	н/о n/d	н/о n/d	2,05	0,05	н/о n/d
Голубика Blueberry													
ягода berry	50,40	36,38	3,23	3,22	0,88	0,27	3,98	0,543	0,152	0,15	0,52	0,26	0,015
кожица peel	39,40	56,62	н/о n/d	н/о n/d	н/о n/d	н/о n/d	н/о n/d	н/о n/d	н/о n/d	н/о n/d	3,60	0,38	н/о n/d
мякоть pulp	42,90	53,90	н/о n/d	н/о n/d	н/о n/d	н/о n/d	н/о n/d	н/о n/d	н/о n/d	0,19	2,97	0,04	н/о n/d
Клюква Cranberry													
ягода berry	49,30	30,84	4,11	5,70	1,47	1,25	5,09	0,858	0,292	0,60	0,38	н/о	0,110
кожица peel	47,30	49,58	н/о n/d	н/о n/d	н/о n/d	н/о n/d	н/о n/d	н/о n/d	н/о n/d	н/о n/d	3,12	н/о n/d	н/о n/d
мякоть pulp	41,1	57,89	н/о n/d	н/о n/d	н/о n/d	н/о n/d	н/о n/d	н/о n/d	н/о n/d	н/о n/d	1,01	н/о n/d	н/о n/d
Брусника Lingonberry													
ягода berry	52,30	28,00	5,18	7,01	0,62	0,25	4,98	0,171	0,062	1,14	0,27	н/о	0,017
кожица peel	35,60	63,34	н/о n/d	н/о n/d	н/о n/d	н/о n/d	н/о n/d	н/о n/d	н/о n/d	н/о n/d	1,06	н/о n/d	н/о n/d
мякоть pulp	35,60	63,30	н/о n/d	н/о n/d	н/о n/d	н/о n/d	н/о n/d	н/о n/d	н/о n/d	н/о n/d	1,10	н/о n/d	н/о n/d

В составе макроэлементов были идентифицированы оксиды калия, кальция, фосфора, серы и хлора. Как в целых ягодах, так в кожице и мякоти преобладали калий и кальций, что не противоречит литературным данным их состава в зольном остатке [3, 7, 12]. По содержанию оксидов калия ягоды распределились следующим образом: черника > брусника > голубика > клюква. Доля калия в нативном остатке ягод черники была всего на 19% больше, чем в клюкве. Меньшее содержание оксидов калия в нативном остатке ягод голубики компенсировалось самым высоким содержанием оксидов кальция. По сравнению с черникой их доля была в 1,5 раза больше. По преобладанию доли оксидов кальция исследуемые образцы ягод имели следующий ряд: голубика > клюква > брусника > черника.

По сравнению с оксидами калия и кальция доля оксидов фосфора P_2 O_5 была незначительна: в 10–16 и 5–12 раз меньше, соответственно. Наибольшая доля была установлена в нативном

остатке ягод брусники, а затем черники, клюквы, голубики. По сравнению с данными некоторых авторов [3, 13] содержания минеральных веществ в зольном остатке результаты, полученные нашими исследованиями, показывают более низкие значения. Это может быть связано с присутствием фосфора в составе высокомолекулярных органических соединений, например, в составе белков и ферментов.

Такая же картина характерна и для оксидов железа Fe_2O_3, которые могут входить в состав ферментов или в трудно растворимые фосфатные комплексы. Это подтверждают исследования [5]. В результате использования ферментных препаратов при получении брусничного сока содержание фосфора увеличивается в 1,23 раза, а железа – в 1,3 раза. Полученные нами экспериментальные результаты показывают как раз долю легко усвояемого железа в организме человека.

В составе микроэлементов кроме железа были идентифицированы: медь, цинк, никель, марганец, кремний, ванадий, титан. Качественный состав всех микроэлементов в ягодах был идентичен за исключением оксида ванадия V_2O_5. Он был обнаружен только в нативных остатках ягод черники и голубики, причем его было больше в 2,2 раза в голубике. Количественный состав микроэлементов различался между ягодами. Так, доля оксидов цинка, меди, никеля и кремния была наибольшей в клюкве, оксидов марганца и титана – в чернике. Среди микроэлементов у всех ягод была наибольшая доля оксида кремния, что обусловлено зоной произрастания – наличием песчаных почв в Выборгском районе Ленинградской области, в котором были собраны ягоды.

Разные составные части ягод отличались количественным и качественным составом макро- и микроэлементов. В кожице и мякоти были идентифицированы только оксиды калия и кальция из макроэлементов, титана и ванадия – из микроэлементов. Их относительное содержание возрастало по сравнению с целой ягодой из-за отсутствия других элементов. Только доля оксида кальция в кожице и мякоти была меньше, чем в ягодах, что говорит о большом его содержании в соке. Основное количество макро- и микроэлементов (P_2O_5, SO_3, Cl, Fe_2O_3, SiO_2, ZnO, CuO, NiO) в кожице и мякоти ягод обнаружены не были, что говорит об их содержании только в соке ягод. Оксид марганца MnO идентифицирован только в мякоти

Заключение

Для оценки состава минеральных элементов в дикорастущих ягодах семейства вересковых рода Vaccínium (черника, голубика, клюква и брусника) был использован рентгено-флуоресцентный метод с энергодисперсионным способом регистрации, позволивший определить качественный состав и их долю в нативном остатке. Были идентифицированы основные оксиды макро- и микроэлементов в ягодах и ее составных частях – кожице и мякоти.

В составе ягод из макроэлементов преобладали оксиды калия и кальция в разных соотношениях в зависимости от вида ягод. Наибольшая доля оксидов калия установлена у ягод черники, оксидов кальция – у ягод голубики. Качественный состав микроэлементов был идентичен у всех образцов ягод, за исключением оксида ванадия, который идентифицирован только в ягодах черники и голубики. Среди микроэлементов у всех ягод была наибольшая доля оксида кремния, что обусловлено зоной произрастания – наличием песчаных почв в регионе, в котором были собраны ягоды.

В разных частях ягод могут содержаться одни и те же минеральные элементы, но в разных количествах, или отдельные элементы – только в определенных составных частях. Установлено, что оксиды калия распределяются во всех частях ягод, оксиды кальция, титана и ванадия содержатся преимущественно в кожице и мякоти ягод. Большинство оксидов макро- (фосфора, серы, хлора) и микроэлементов (железа, цинка, марганца, кремния, меди, никеля) содержатся только в соке.

ЛИТЕРАТУРА

1 Рогинская Н.Ф., Богданец Е.С. Проблемы недостатка микроэлементов в питании современного человека и перспективы их преодоления // Научные труды Одесской национальной академии пищевых технологий. 2014. Т.46. № 1. С. 187–191.

2 Нилова Л.П., Малютенкова С.М. Продовольственная корзина для здорового питания в условиях мегаполиса // Международный научный журнал. 2017. № 4. С. 31–35.

3 Гусейнова Б.М. Особенности формирования аминокислотного и минерального комплекса в плодах дикоросов в экологических условиях Дагестана // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2015. Т.17. № 5. С. 111–115.

4 Бибик И.В., Лоскутова Е.В. Исследование факторов, влияющих на процесс экстрагирования полифенольных соединений из плодово-ягодного сырья // В мире научных открытий. 2013. № 11.2 (47). С. 65–75.

5 Алексеенко Е.В., Быстрова Е.А., Дикарева Ю.М. Исследование влияния предварительной обработки ягод брусники с применением композиции ферментных препаратов на химический состав сока // Вестник ВГУИТ. 2017. Т.79. № 1. С. 282–289.

6 Fatkullin R.I., Popova N.V., Kalinina I.V., Botvinnikova V.V. Application of ultrasonic waves for the improvement of particle dispersion in drinks // Agronomy

Research. 2017. V. 15. № SII. P.1295–1303.

7 Marles R.J. Mineral nutrient composition of vegetables, fruits and grains: The context of reports of apparent historical declines // Journal of Food Composition and Analysis. 2017. V.56. P.93–103.

8 Llorent-Martínez E.J., Spínola V., Castilho P.C. Evaluation of the inorganic content of six underused wild berries from Portugal: Potential new sources of essential minerals // Journal of Food Composition and Analysis. 2017. V.59. P.153–160.

9 Yesufu H.B., Hussaini I.M. Studies on Dietary Mineral Composition of the Fruit of Sarcocephalus latifolius (Smith) Bruce (Rubiaceae) // Journal of Nutrition & Food Sciences. 2014. P. S8:006.

10 Почицкая И.М., Комарова Н.В., Коваленко Е.И. Исследование антиоксидантной активности и минерального состава ягодного сырья // Пищевая промышленность: наука и технологии. 2017. № 1 (35). С. 68–75.

11 Suchánková M., Kapounová Z., Dofková M., Ruprich J., Blahová J., Kouřilová I. Selected Fruits and Vegetables: Comparison of Nutritional Value and Affordability // Czech J. Food Sci. 2015. № 3 (33). P.242–246.

12 Бражная И.Э., Быкова А.Е., Судак С.Н., Семенов Б.Н. Исследование безопасности и минерального состава дикорастущего сырья Кольского полуострова // Вестник МГТУ. 2012. Т.15. № 1. С. 11–14.

13 Cosmulescu S., Trandafir I, Nour V. Mineral composition of fruit in black and red currant // South Western Journal of Horticulture, Biology and Environment. 2015. V.6. № 1. P.45–51.

14 Нилова Л.П., Выговтов А.А., Малютенкова С.М. Растительное сырье в формировании антиоксидантных свойств сокосодержащих напитков // Международный научный журнал. 2017. № 4. С. 83–87.

15 Присухина Н.В., Типсина Н.Н., Туманова А.Е. Клюквенные полуфабрикаты из отходов клюквенного производства // Пищевая промышленность. 2014. № 4. С. 44–45.

16 Šavikin K., Zdunić G., Janković T., Juranic Z., Menkovič N., Stanković I. Biological activity and chemical composition of different berry juices // Food Chemistry. 2013. V.125. № 4. P.1412–1417.

17 Бодякова А.В., Христюк В.Т. Содержание биологически активных веществ в различных частях виноградной грозди // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2014. № 2–3. С. 81.

REFERENCES

1 Roginsky N.F., Bogdanets, E.S. The problems of micronutrient deficiency in the diet of modern man and the prospects of overcoming them. *Nauchnye trudy* [Scientific Works] 2014. vol.46. no. 1. pp.187–191. (in Russian)

2 Nilova L.P., Malyutenkova S.M. Food basket for healthy food in the conditions of the megalopolis. *Mezhdunarodnyi nauchnyi zhurnal* [International scientific journal] 2017. no. 4. pp.31–35. (in Russian)

3 Guseinova B.M. Features of formation of the mineral and amino acid complex in the fruits of wild plants to ecological conditions of Dagestan. *Izvestiya Samarskogo NTs RAN* [Academic Journal «News of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences»] 2015. vol.17. no. 5. pp. 111–115. (in Russian)

4 Bibik I.V., Loskutov E.V. The study of factors influencing the process of extraction of polyphenolic compounds from fruit and berry raw materials. *V mire nauchnykh otkrytii* [In the World of Scientific Discoveries] 2013. no. 11.2 (47). pp.65–75. (in Russian)

5 Alekseenko E.V., Bystrova E.A., Dikareva Yu. M. Investigation of the effect of preliminary treatment of cranberry berries with a multi-enzyme composition on the chemical composition of juice. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET] 2017. vol.79. no. 1. pp. 282–289. (in Russian)

6 Fatkullin R.I., Popova N.V., Kalinina I.V., Botvinnikova V.V. Application of ultrasonic waves for the improvement of particle dispersion in drinks. Agronomy Research. 2017. vol. 15. no. SII. pp. 1295–1303.

7 Marles R.J. Mineral nutrient composition of vegetables, fruits and grains: The context of reports of apparent historical declines. Journal of Food Composition and Analysis. 2017. vol.56. pp. 93–103.

8 Llorent-Martínez E.J., Spínola V., Castilho P.C. Evaluation of the inorganic content of six underused wild berries from Portugal: Potential new sources of essential minerals. Journal of Food Composition and Analysis. 2017. vol.59. pp. 153–160.

9 Yesufu H.B., Hussaini I.M. Studies on Dietary Mineral Composition of the Fruit of Sarcocephalus latifolius (Smith) Bruce (Rubiaceae). Journal of Nutrition & Food Sciences. 2014. pp. S8:006.

10 Pochitskaya I.M., Komarova N.I. Kovalenko E.I. Research of antioxidant activity and mineral composition of berry raw materials. Pishchevaya promyshlennost' [Food industry: science and technology] 2017. no. 1 (35). pp. 68–75.

11 Suchánková M., Kapounová Z., Dofková M., Ruprich J., Blahová J., Kouřilová I. Selected Fruits and Vegetables: Comparison of Nutritional Value and Affordability. Czech J. Food Sci. 2015. no. 3 (33). pp.242–246.

12 Braznaya I.E., Bykova E.A., Sudak S.N. Semenov B.N. Research of safety and mineral composition of wild raw materials of the Kola Peninsula. *Vestnik MGTU*. [Proceedings of MSTU] 2012. vol.15. no. 1. pp.11–14.

13 Cosmulescu S., Trandafir I, Nour V. Mineral composition of fruit in black and red currant. South Western Journal of Horticulture, Biology and Environment. 2015. vol.6. no. 1. pp.45–51.

14 Nilova L.P., Vytovtov A.A., Malyutenkova S.M. Vegetable raw materials in formation of antioxidant properties of juice drinks. *Mezhdunaridnyi nauchnyi zhurnal* [The International scientific journal] 2017. no. 4. pp. 83–87.

15 Prisukhina N.V., Tipsina N.N., Tumanova A.E. Semifinished Products Made of Waste of Cranberry Juice Production. *Pishchevaya promyshlennst'* [Food processing industry] 2014. no. 4. pp.44–45. (in Russian)

16 Šavikin K., Zdunić G., Janković T., Juranic Z., Menkovič N., Stanković I. Biological activity and chemical composition of different berry juices. Food Chemistry. 2013. vol.125. no. 4. pp.1412–1417.

17 Bodyakova A.V., Christyc V.T. The content of biologically active substances in different parts of the grapes. *Izvestiya vuzov* [News of institutes of higher education. Food technology] 2014. no. 2–3. pp.81. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Людмила П. Нилова к.т.н., доцент, Высшая торгово-экономическая школа, Институт промышленного менеджмента, экономики и торговли, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, ул. Политехническая, 29, г. Санкт-Петербург, 195251, Россия, nilova_l_p@mail.ru

Руслан А. Икрамов аспирант, Высшая торгово-экономическая школа, Институт промышленного менеджмента, экономики и торговли, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, ул. Политехническая, 29, г. Санкт-Петербург, 195251, Россия, ruslan_ikramov@mail.ru

Светлана М. Малютенкова к.т.н., доцент, Высшая торгово-экономическая школа, Институт промышленного менеджмента, экономики и торговли, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, ул. Политехническая, 29, г. Санкт-Петербург, 195251, Россия, malutesha66@mail.ru

Алина С. Веряскина старший таможенный инспектор, Экспертно-криминалистическая служба, Региональный филиал Центрального экспертно-криминалистического таможенного управления г. Санкт-Петербурга, ул. Савушкина, д.71/2, г. Санкт-Петербург, 197183, Россия, alinaveriaskina@gmail.com

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Людмила П. Нилова написала рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат
Руслан А. Икрамов обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провёл эксперимент, выполнил расчёты
Светлана М. Малютенкова консультация в ходе исследования
Алина С. Веряскина предложила методику проведения эксперимента

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 18.01.2018

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 12.02.2018

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Liudmila P. Nilova Cand. Sci. (Engin.), associate professor, Graduate School of Commodity Science and Service, Institute of Industrial Management, Economics and Trade, Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, Politechnicheskaya St., 29, Saint-Petersburg, 195251, Russia, nilova_l_p@mail.ru

Ruslan A. Ikramov graduate student, Graduate School of Commodity Science and Service, Institute of Industrial Management, Economics and Trade, Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, Politechnicheskaya St., 29, Saint-Petersburg, 195251, Russia, ruslan_ikramov@mail.ru

Svetlana M. Malyutenkova Cand. Sci. (Econ.), engineer, Graduate School of Commodity Science and Service, Institute of Industrial Management, Economics and Trade, Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, Politechnicheskaya St., 29, Saint-Petersburg, 195251, Russia, malutesha66@mail.ru

Alina S. Veryaskina senior state customs inspector, Expert-criminalistic service, Central Expert-Criminalistic Customs Directorate of St. Petersbur, Savushkina street, 71/2, Saint-Petersburg, 197183, Russia, alinaveriaskina@gmail.com

CONTRIBUTION

Liudmila P. Nilova wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism
Ruslan A. Ikramov review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations
Svetlana M. Malyutenkova consultation during the study
Alina S. Veryaskina proposed a scheme of the experiment

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 1.18.2018

ACCEPTED 2.12.2018

Оригинальная статьи/Original article

УДК 664.3.033.7

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-157-160

Изменение качественных характеристик лука репчатого при товародвижении в розничной торговле

Владимир В. Андреев [1] andreevladimir406@yandex.ru
Михаил И. Дмитриченко [1] dmi-1943@yandex.ru
Алик С. Матакаев [1] m-kirovski@yandex.ru

[1] Санкт-Петербургский государственный экономический университет, ул. Садовая, 21, Санкт-Петербург, 191023, Россия

Реферат. При реализации плодов и овощей в магазинах розничной торговли остро стоит вопрос сохранения их потребительских свойств при товародвижении. Поэтому была поставлена задача изучить изменение качества лука репчатого при нерегулируемых условиях в течение семи суток, что соответствует времени реализации плодов и овощей в торговом зале. Лук репчатый в отличие от других овощей обладает наименьшей интенсивностью дыхания при котором происходят потери органических веществ и вода не испаряется. В работе приведены данные по изучению изменения качественных характеристик лука репчатого в процессе нахождения на предприятиях розничной торговли при нерегулируемых условиях и холодильном хранении в течении семи суток. Получение и обработка экспериментальных данных по изменению в луке содержания сахара, аскорбиновой кислоты, влаги проводилось в лабораториях товароведения и экспертизы продовольственных товаров кафедры торгового дела и товароведения Санкт-Петербургского государственного экономического университета. Некоторое увеличение кислотности при длительном хранении может происходить за счет ферментного расщепления сахаров. В результате проведенных исследований установлено, что протекающие в луке репчатом биохимические процессы практически не изменяют качество по сравнению с холодильном хранением. Рекомендовано для лучшей сохраняемости необходимо проводить предварительную обсушку лука репчатого. При холодильном хранении и хранении в торговом зале проводиться контроль качества лука репчатого по органолептическим и физико-химическим показателям. Установлено, что в процессе реализации лука репчатого уменьшение содержания витамина «С» не происходит при соблюдении относительной влажности воздуха не более 65%. Из полученных экспериментальных данных выявлено, что потерь сахаров в луке репчатом не происходит. Существенных потерь массовой доли воды, а следовательно потерь естественной убыли лука не наблюдалось.

Ключевые слова: лук репчатый, хранение, витамины, сахара, массовая доля влаги, качество.

Change of quality characteristics of onion during merchandising in retail trade

Vladimir V. Andreev [1] andreevladimir406@yandex.ru
Mikhail I. Dmitrichenko [1] dmi-1943@yandex.ru
Alik S. Matakaev [1] m-kirovski@yandex.ru

[1] St. Petersburg State University of Economic, Sadovaya St., 21, St. Petersburg, 191023, Russia

Summary.When selling fruits and vegetables in retail stores, the question arises of the preservation of their consumer properties. Therefore, the task was set to follow the changes in the quality of onions in a trading hall for seven days, which corresponds to the time of sale of the goods. Onions, unlike other vegetables, less interact with the air. Therefore, the loss of moisture and organic substances is insignificant. The paper presents data on the change in the qualitative characteristics of onions in the conditions of a trading hall and refrigerated storages for 7 days. Obtaining and processing of experimental data on the changes in sugar onion, ascorbic acid and moisture content was carried out in the laboratories of commodity science and food products expertise of the Department of Trade and Goods Science of the St. Petersburg State University of Economics. The partial increase in acidity during prolonged storage could be a consequence of the breakdown of sugars during fermentation. As a result of the conducted researches it is established that the biochemical processes taking place in onions practically do not depend on the temperature decrease in the room. It is recommended to pre-dry the onions for better preservation. It is necessary to carry out quality control of the product by organoleptic and physicochemical parameters during refrigerated storage and storage in the trading floor. It is established that the content of vitamin C does not decrease in the process of realization of onion if the humidity of air does not exceed 65%. The experiments showed that the loss of sugars during storage does not occur. Essential loss of moisture, and consequently, a decrease in the mass of the product, was not observed.

Keywords:onion, storage, vitamins, sugar, moisture volume fraction, quality.

Введение

В зависимости от содержания сухих веществ лук репчатый делят на острый, полусладкий и сладкий. В среднем в луке содержание сухих веществ до 15% при этом на сахар приходиться от 8 до 12%. В луке содержится эфирные масла до 155 мг/100г и гликозиды. Лук репчатый с повышенным содержанием сахара не пригоден для длительного хранения.

Лук содержит большое количество витаминов и минеральных веществ. При питании лук полезен при атеросклерозе, сахарном диабете, болезни сердца, для предупреждения простудных заболеваний, способствует уменьшению содержания холестерина в крови. Лук имеет широкую сферу применения в кулинарии и быту.

Задача в хранении овощей, в т. ч. лука репчатого сводится к тому, чтобы затормозить процессы жизнедеятельности, протекания

Для цитирования

Андреев В.В., Дмитриченко М.И., Матакае А.С Изменение качественных характеристик лука репчатого при товародвижении в розничной торговле //Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 1. С. 157–160. doi:10.20914/2310-1202-2018-1-157-160

For citation

Andreev V.V., Dmitrichenko M.I., Matakaev A.S. Change of quality characteristics of onion during merchandising in retail trade. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 1. pp. 157–160. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-1-157-160

биохимических превращений и воздействие микроорганизмов. Известно, что при понижении температуры хранения значительно уменьшается интенсивность дыхания, испарения влаги с поверхности овощей, что способствует их более длительному хранению.

Основными параметрами технологического режима хранения принято считать температуру, скорость движения и относительную влажность воздуха. Эти параметры для многих продуктов растительного происхождения рекомендуется при температурах от 20 до -1 °С, а относительная влажность воздуха должна быть в пределах от 70 до 85%.

В хранении лука репчатого много особенностей. Лук репчатый отличается способностью терять большое количество клеточной воды в результате испарения. Но и при потери воды (почти до 50%) луковицы остаются жизнеспособными и лежкими в хранении. При благоприятных условиях такие луковицы могут частично поглощать потерянную воду из окружающей среды.

Потери воды после сушки не снижают устойчивость луковицы против заболеваний, что в значительной мере обуславливается образованием на ней кожистой оболочки («рубашки»). Эта «рубашка» хорошо защищает луковицу от проникновения фитопатогенных организмов при условии наличия оболочки на шейке луковицы. Поэтому луковицы с поврежденной «рубашкой» не подлежат длительному хранению.

В луковицах содержащиеся в них вещества при хранении подвергаются затем и химическим превращениям. При дыхании продукты выделяют большое количества тепла и влаги. Уменьшается масса лука. При хранении расходуются сахар, аскорбиновая кислота и другие вещества.

При получении лука для реализации в торговых сетях следует принимать лук предварительно обсушенным, что снижает естественную убыль и потери от заболеваний лука. Лук можно хранить при комнатной температуре и относительной влажности воздуха 50 – 70% и при холодильном хранении при температуре не ниже – 3 °С и относительной влажности воздуха 70– 80%.

Для длительного хранения лука в хранилищах необходимо принимать активное вентилирование, это исключает образование застойных зон воздуха.

Задачи и результат исследования

Известно, что при понижении температуры окружающей среды значительно уменьшается интенсивность дыхания, испарение влаги с поверхности плодов и овощей, и тем самым увеличивается возможность сохранения их качественных характеристик в процессе хранения.

Основными параметрами технологического режима хранения принято считать температуру, скорость движения и относительную влажность воздуха. Эти параметры для многих продуктов растительного происхождения рекомендуются при температурах от 20 до -1 °С, а относительная влажность воздуха должна быть в пределах от 70 до 85%.

В хранении репчатого лука много особенностей. Репчатый лук отличается способностью терять большое количество клеточной воды (почти 50%). Луковицы остаются жизнеспособными и лежкими. При благоприятных условиях также луковицы могут частично поглощать потерянную воду из окружающей среды.

Потеря воды после сушки не снижает устойчивости луковицы против заболеваний, что в значительной мере обуславливается образованием не ней кожистой оболочки («рубашки»). Эта «рубашка» хорошо защищает луковицу от проникновения фитопатогенных организмов при условии наличия оболочки на шейке луковицы. Поэтому луковицы с поврежденной «рубашкой» не подлежат длительному хранению.

В луковицах при хранении содержащихся в них веществах подвергаются заметным химическим превращения. При дыхании продуктов выделяется большое количество тепла и влаги, уменьшается масса лука, при хранении расходуется сахара, аскорбиновая кислота и другие вещества.

К физическим изменениям лука относится: испарение влаги (увядание), отпотевание к действию низких температур. Увяданию способствуют большие размеры клеток и межклетников, тонкая кожица, слабая водоудерживающая способность протоплазмы клеток и значительная удельная поверхность.

При отпотевании лука при высокой влажности воздуха происходит прорастание лука и интенсивнее развиваются микроорганизмы.

К химическим изменениям, происходящим в овощах во время хранения относятся изменение содержания углеводов, витаминов, кислот и других веществ. Эти изменения происходят в результате дыхания и деятельности ферментов.

Лук по сравнению с другими овощами обладает наименьшей интенсивностью дыхания, чем ниже температура, тем меньше интенсивность дыхания.

На величину естественной убыли оказывают влияние степень зрелости лука, размеры луковиц и товарный сорт. Во время хранения лука количество влаги в нем уменьшается, причем лук сладких сортов теряет больше влаги по сравнению с луком острых сортов.

Важным условием сохранения лука от порчи является своевременная уборка и последующая подсушка. Считается, что наилучшая температура хранения лука около 0 °С.

Специфичность хранения лука в том числе на стеллажах в торговом зале при t = 18–20 °С вызывает необходимость изучения качества репчатого лука при краткосрочном хранении на предприятиях торговли при холодильном хранении и хранении в торговом зале при комнатной температуре.

Перед закладкой на хранение лук репчатый был отсортирован, подсушивался, т. к. поступил в торговую сеть увлажненной. Для сравнительной характеристики изменений качества лука при холодильном хранении при температуре 2 °С и хранении в торговом зале на протяжении 7 дней определилось его качество по изменению содержанию сахаров, витаминов, массовой доли воды, сухого остатка, а также проводилась органолептическая оценка.

Экспериментальные данные по изменению содержанию витамина «С» в репчатом луке приведена в таблице 1.

Таблица 1.

Изменение витамина С мг, при хранении (в %)

Table 1.

Change in vitamin C mg, when stored (%)

Срок хранения Shelf life	Условия хранения | Storage conditions	
	Холодильное Refrigeration	Нерегулируемое Unregulated
1 сутки 1 days	12,5	12,5
3 суток 3 days	12,4	13,3
7 суток 7 days	8,9	14,1

Из полученных данных видно, что при непродолжительном хранении лука в торговом зале на стеллажах в течение 7 суток наблюдается некоторое увеличение аскорбиновой кислоты, а при холодильном хранении при температуре от 0 до 2 °С при относительной влажности воздуха 70–80% уменьшается содержание витамина С.

Экспериментальные исследования изменения сахаров при непродолжительном хранении в торговом зале и при холодильном хранении в течение 7 суток приведены в таблице 2.

Из экспериментальных данных следует, что в процессе непродолжительного хранения лука происходит незначительное уменьшение сахаров при комнатной температуре.

Таблица 2.

Влияние условий хранения на содержание общего сахара в луке (в %)

Table 2.

The effect of storage conditions on the content of total sugar in onions (%)

Продолжительность хранения Storage time	Условия хранения Storage conditions	
	Холодильное Refrigeration	Нерегулируемое Unregulated
1 сутки 1 days	8,7	9,5
3 суток 3 days	9,0	9,5
7 суток 7 days	9,4	9,2

Таблица 3.

Изменение массовой доли влаги при хранении луке (в %)

Table 3.

Change in the mass fraction of moisture stored in onions (in%)

Продолжительность хранения Storage time	Условия хранения Storage conditions	
	Холодильное Refrigeration	Нерегулируемое Unregulated
1 сутки 1 days	85,6	86,0
3 суток 3 days	83,6	85,2
7 суток 7 days	83,6	86,5

Данные приведенные в таблице 3 позволяют заключить, что порчу массы репчатого лука при холодильном хранении и при комнатной температуре в течение 7 суток практически не происходит.

Выводы

1. Проведение исследований по проверке влияния условий хранения на качество репчатого лука показали, что в течение 7 суток не приводит к уменьшению витамина С на предприятиях торговли.

2. Перед закладкой лука на хранение необходима предварительная обсушка при температуре20 °С в течение 2 суток, или при температуре60 °С в течение 6 часов.

3. При холодильном хранении при температуре 0–2 °С необходимо поддерживать относительную влажность воздуха пределах 65%.

ЛИТЕРАТУРА

1 Болкунов А.И. Химический состав и пищевая ценность лука репчатого // Приоритетные направления развития современной науки молодых ученых аграриев. 2016. С. 257–301.

2 Голубкина Н.А., Надежкин С.М., Агафонов А.Ф., Антошкина М.С. и др. Содержание железа, марганца, цинка и меди в луке репчатом // Вестник Ульяновской ГСХА. 2015. Т. 16. № 3. С. 12–19.

3 Демидов С.Ф., Петров С.А., Филиппов В.И., Схамляхов А.А. Закономерности распределения температурных полей в репчатом луке при термической обработке инфракрасных излучениях // Новые технологии. 2016. № 1. С. 11–17.

4 Куликова О.Г., Ямскова В.П., Ильина А.П., Маргасюк Д.В. и др. Идентификация в луке репчатом нового биорегулятор, действующего в свермалых дозах // Прикладная биохимия и микробиология. 2011. Т. 47. № 4. С. 397–401.

5 Николаева М. А., Елисеева Л.Г.Научные основы обеспечения сохраняемости овощей и плодов: монография. М.: Русайнг, 2017. 153 с.

6 Елисеева Л.Г., Родина Т.Г., Рыжакова А.В. и др. Товароведение однородных групп продовольственных товаров. М.: Изд. «ДашковиК°», 2013. 930 с

7 Islam Md.N. et al. Microclimate tools to monitor quality changes in store onions // ISHS Acta Horticulturae 1154: V International Symposium on Applications of Modelling as an Innovative Technology in the Horticultural Supply Chain –Model-IT 2015–10, 17660/ActaHortic. 2017. P. 1154.30.

8 Sohany M. et al. Physiological Changes in Red Onion Bulbs at Different Storage Temperature // World Journal of Engineering and Technology. 2016. № 4. P. 261–266.

9 Wolelaw E. et al. Storage performance of naturally ventilated structure for onion bulbs // Agricultural Engineering International: CIGR Journal. 2014. V. 16. № 3. P. 97–101.

10 Sharma K. et al. Phytochemical composition of onion during long-term storage //Acta Agriculturae Scandinavica, Section B– Soil &Plant Science Volume 65. 2015. № 2. P. 150–160.

11 Petropoulos S.A. et al. Long-term storage of onion and the factors that affect its quality: A critical review // Food Reviews International Volume 33. 2017 № 1. P. 62–83.

REFERENCES

1 Bolkunov A.I. Chemical composition and nutritional value of onion. *Prioritetnye napravleniya razvitiya sovremennoi nauki* [Priority directions of development of modern science of young scientists of agrarians] 2016. pp. 257–301 (in Russia).

2 Golubkina N.A., Nadezhkin S.M., Agafonov A.F., Antoshkina M.S. et al. The content of iron, manganese, zinc and copper in onions. *Vestnik Ul'yanivskoi GSKhA* [Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy] 2015. vol. 16. no. 3. pp. 12–19 (in Russia).

3 Demidov S.F., Petrov S.A., Filippov V.I., Shamlyakhov A.A. Regularities of the distribution of temperature fields in onions during heat treatment of infrared radiation. Novye tekhnologii [New technologies] 2016. no. 1. pp. 11–17 (in Russia).

4 Kulikova O.G., Yamskova V.P., Ilyina A.P., Margasyuk D.V. et al. Identification in onions of a new bioregulator, acting in overdose doses. *Prikladnaya biokhimiya* [Applied Biochemistry and Microbiology] 2011, vol. 47, no. 4, pp. 397–401(in Russia).

5 Nikolaeva M.A. et al. Nauchnye osnovy obespecheniya sokhranyaemosti [Scientific bases of providing keeping of vegetables and fruits] Moscow, Rusayng, 2017. 153 p. (in Russian)

6 Eliseva L.G. et al. Tovarovedenie odnorodnykh grupp tovarov [Merchandizing of homogeneous groups of food products] Moscow, "Dashkov and Co", 2013. 930 p.(in Russian)

7 Islam Md.N. et al. Microclimate tools to monitor quality changes in store onions. ISHS Acta Horticulturae 1154: V International Symposium on Applications of Modelling as an Innovative Technology in the Horticultural Supply Chain – Model-IT 2015–10, 17660/ActaHortic. 2017. pp. 1154.30.

8 Sohany M. et al. Physiological Changes in Red Onion Bulbs at Different Storage Temperature. World Journal of Engineering and Technology. 2016. no. 4. pp. 261–266.

9 Wolelaw E. et al. Storage performance of naturally ventilated structure for onion bulbs. Agricultural Engineering International: CIGR Journal. 2014. vol. 16. no. 3. pp. 97–101.

10 Sharma K. et al. Phytochemical composition of onion during long-term storage. Acta Agriculturae Scandinavica, Section B– Soil &Plant Science Volume 65. 2015. no. 2. pp. 150–160.

11 Petropoulos S.A. et al. Long-term storage of onion and the factors that affect its quality: A critical review. Food Reviews International Volume 33. 2017. no. 1. pp. 62–83.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Владимир В. Андреев к.э.н., доцент, кафедра торгового дела и товароведения, Санкт-Петербургский государственный экономический университет, ул. Садовая, 21, Санкт-Петербург, 191023, Россия, andreevladimir406@yandex.ru

Михаил И. Дмитриченко к.т.н., профессор, кафедра торгового дела и товароведения, Санкт-Петербургский государственный экономический университет, ул. Садовая, 21, Санкт-Петербург, 191023, Россия, dmi-1943@yandex.ru

Алик С. Матакаев к.э.н., доцент, кафедра торгового дела и товароведения, Санкт-Петербургский государственный экономический университет, ул. Садовая, 21, Санкт-Петербург, 191023, Россия, m-kirovski@yandex.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Vladimir V. Andreev Cand. Sci. (Econ.), associate professor, trade business and merchandizing department, St. Petersburg State Economic University, Sadovaya St., 21, St. Petersburg, 191023, Russia, andreevladimir406@yandex.ru

Mikhail I. Dmitrichenko Cand. Sci. (Engin.), professor, trade business and merchandizing department, St. Petersburg State Economic University, Sadovaya St., 21, St. Petersburg, 191023, Russia, dmi-1943@yandex.ru

Alik S. Matakaev Cand. Sci. (Econ.), associate professor, trade business and merchandizing department, St. Petersburg State Economic University, Sadovaya St., 21, St. Petersburg, 191023, Russia, m-kirovski@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

CONTRIBUTION

All authors equally participated in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

ПОСТУПИЛА 26.12.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 02.02.2018

RECEIVED 12.26.2017

ACCEPTED 2.2.2018

Оригинальная статья/Original article

УДК 664.95:[665.939.358:582.272]

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-161-167

Исследование возможности получения альгината натрия из продукта переработки фукусовых водорослей

Нина И. Соколан [1] sokolan.ni@gmail.com
Людмила К. Куранова [1] kuranoval@rambler.ru
Николай Г. Воронько [1] voronkonikolay@mail.ru
Владимир А. Гроховский [1] grohovskiyVA@mstu.edu.ru

[1] Мурманский государственный технический университет, ул. Спортивная, 13, г. Мурманск, 183010, Россия

Реферат. Исследована возможность изготовления альгината натрия из побочного продукта (фукусового полуфабриката), получаемого при производстве экстракта из бурых водорослей семейства фукусовых - фукуса пузырчатого (*F.vesiculosus*). Установлено, что в фукусовом полуфабрикате остаётся до 80% альгиновых кислот, содержащихся в исходном сырье, которые также могут быть выделены и использованы. Разработана принципиальная технология альгината натрия из фукусового полуфабриката, состоящая из следующих основных стадий: подготовка сырья, восстановление, предварительная обработка, экстракция альгинатов, выделение альгиновой кислоты, получение альгината натрия, сушка. В результате усовершенствования технологической схемы установлены близкие к оптимальным параметры отдельных стадий процесса. Установлены близкие к оптимальным параметры технологической схемы (продолжительность экстракции альгинатов раствором карбоната натрия – 3 часа; значение активной кислотности при выделении альгиновых кислот 6 М раствором соляной кислоты: pH = 3). Удалось увеличить выход и улучшить качество продукта: выход альгината натрия составил 4,5% (что на 20 % выше первоначального), содержание альгиновых кислот увеличилось на 7% и составило 92% в пересчёте на сухое вещество, кинематическая вязкость возросла практически вдвое – её величина достигла значения 500 сСт. Исследованиями, проведёнными методом ИК-спектроскопии на приборе Shimadzu IR Tracer-100 (Япония), установлено, что полученный из фукусового полуфабриката по оптимизированной технологии альгинат натрия по качеству не уступает альгинату натрия, вырабатываемому из ламинарии (фирма Sigma Aldrich (США)). Альгинат натрия, изготовленный из фукусового полуфабриката, может быть использован в качестве одного из компонентов желирующих заливок при изготовлении рыбных консервов в желе. Предложена комплексная технологическая схема переработки фукусовых водорослей.

Ключевые слова: бурые водоросли, фукус, технология. альгинат натрия, экстракт, полуфабрикат, альгиновые кислоты, ИК-спектроскопия, заливки, консервы в желе

Investigation of the possibility of producing sodium alginate from the product of processing fucus algae

Nina I. Sokolan [1] sokolan.ni@gmail.com
Lyudmila K. Kuranova [1] kuranoval@rambler.ru
Nikolai G. Voron'ko [1] voronkonikolay@mail.ru
Vladimir A. Grokhovskiy [1] grohovskiyVA@mstu.edu.ru

[1] Murmansk state Technical University, Sportivnaya str., 13, Murmansk, 183010, Russia

Summary. The possibility of making sodium alginate from a by-product (fucus semifinished product), obtained by producing an extract from brown algae of the Fucus family – fucus bubbly (*F.vesiculosus*), has been studied. It has been found that up to 80% of the alginic acids contained in the feedstock remain in the fucus semi-finished product, which can also be isolated and used. The principal technology of sodium alginate from the fucus semifinished product is developed, consisting of the following main stages: preparation of raw materials, reduction, pretreatment, extraction of alginates, isolation of alginic acid, production of sodium alginate, drying. The parameters of the technological scheme close to optimal parameters were determined (the duration of extraction of alginates by sodium carbonate solution is 3 hours, the active acidity value for the isolation of alginic acids is 6M hydrochloric acid: pH = 3). As a result of optimization of the technological scheme, it was possible to increase the yield and improve the quality of the product: the yield of sodium alginate was 4.5% (which is 20% higher than the original), the content of alginic acids increased by 7% and was 92% in terms of dry matter, kinematic the viscosity increased almost twofold - its value reached a value of 500 cSt. Investigations carried out by the Fourier method of IR spectroscopy on the Shimadzu IR Tracer-100 (Japan) showed that the sodium alginate obtained from the fucus semifinished by optimized technology is not inferior in quality to sodium alginate produced from laminaria (Sigma Aldrich (USA).) Sodium alginate, made from the fucus semi-finished product, can be used as one of the components of gelling fillings for the production of canned fish in jellies. A technological scheme for processing algae is proposed.

Keywords: brown algae, fucus, technology, sodium alginate, extract, semifinished product, alginic acid kits, IR spectroscopy, fillings, canned jelly

Для цитирования

Соколан Н.И., Куранова Л.К., Воронько Н.Г., Гроховский В.А. Исследование возможности получения альгината натрия из продукта переработки фукусовых водорослей // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 1. С. 161–167. doi:10.20914/2310-1202-2018-1-161-167

For citation

Sokolan N.I., Kuranova L.K., Voron'ko N.G., Grokhovskiy. V.A. Investigation of the possibility of producing sodium alginate from the product of processing fucus algae. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 1. pp. 161–167. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-1-161-167

Введение

В мировом водорослевом промысле бурые водоросли занимают первое место в общем количестве добываемого сырца. Эта группа растений составляет подавляющую часть фитобентоса Мирового океана, являясь уникальным сырьем для получения ценных пищевых, технических и медицинских продуктов. Морские водоросли обладают кумулятивной способностью к накоплению разнообразного комплекса микроэлементов, в частности йода, в количествах, значительно превышающих их содержание в окружающей среде.

Уникальной особенностью бурых водорослей является и способность синтезировать и накапливать комплекс полиуроновых кислот, известных под названием «альгиновая кислота», которая в виде альгинатов – солей кальция, магния, натрия – содержится в макрофитах, принадлежащих к родам Macrocystis, Laminaria, Fucus [1].

Альгиновая кислота – полимер уроновых (гулуроновой и маннуровой кислот, соединённых по 1–4 глюкозидным связям) различной степени полимеризации (СП), в результате чего её молекулярный вес и реологические свойства значительно варьируют [2].

Альгиновая кислота и её соли способны к 200–300-кратному поглощению воды, образуя гели, для которых характерна высокая кислотоустойчивость. В пищевой промышленности они используются в качестве [2] эмульгаторов, стабилизаторов, желирующих и влагоудерживающих компонентов. В тканях водорослей альгиновые кислоты находятся в форме калиевых, натриевых или кальциевых солей, входящих в состав клеточных стенок, локализованных в межклеточных пространствах слизевых каналов. Бурые водоросли используются в качестве источника альгинатов с целью получения из них неочищенных биогелей, что является альтернативой и позволяет решать многие проблемы, связанные с комплексным использованием сырья и обеспечением населения альгинатсодержащими продуктами [2].

Одной из солей альгиновой кислоты, нашедшей широчайшее использование, является альгинат натрия. Это вещество представляет собой натриевую соль альгиновых кислот, хорошо растворимую в воде. Альгинат натрия – полисахарид, построенный из единиц D-маннуроновой кислоты, соединенных β–(1,4) – глюкозидными связями. Химическая формула: $[C_6H_8O_6]_n$. Структурная формула альгината натрия может быть представлена следующим образом (рисунок 1):

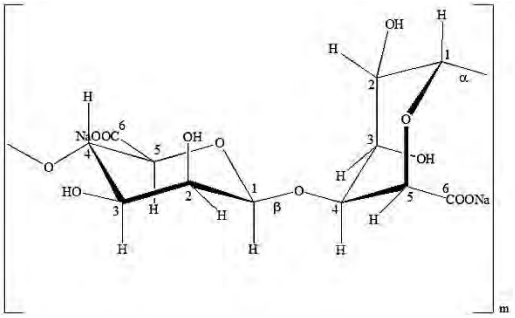


Рисунок 1. Структурная формула альгината натрия

Figure 1. Structural formula of sodium alginate.

Молекулярный вес альгината натрия колеблется от 50000 до 200000 и зависит от степени полимеризации, которая может достигать 750.

Альгинат натрия выпускается для пищевых и технических целей. Образцы отличаются друг от друга чистотой и величиной основных показателей.

Альгинат натрия хорошо растворим в воде. Пищевой альгинат натрия (в соответствии с требованиями нормативного документа ТУ 15-544-83 «Альгинат натрия пищевой. Технические условия») – представляет собой сухой порошок или небольшие тонкие пластинки, его окраска колеблется в зависимости от сырья от кремовой (из ламинарных водорослей) до коричневой (из фукусов). Массовая доля влаги в продукте не должна быть выше 16%; массовая доля золы (в пересчете на сухое вещество) не выше 26%; количество веществ, не растворимых в кипящей воде – не выше 0,3%; содержание альгиновой кислоты – не менее 70% (в пересчете на сухое вещество); кинематическая вязкость 1%-го раствора альгината натрия (в пересчете на сухое вещество) при температуре 20 °С не должна быть ниже 30 сСт.

Альгинаты биосовместимы, биодеградируемы и относительно недороги в производстве, хорошо растворяются в воде и обладают высокой водоудерживающей способностью, легко образуют гидрогели [4]. Благодаря всему этому альгинаты нашли широкое применение в качестве загустителей, гелеобразователей и стабилизаторов медицине и фармацевтике, а также – в текстильной индустрии. Но особенно широко применение альгинатов в сфере производства продуктов питания, в частности – соусов, паст, желирующих заливок, крем-супов, мороженого и т. д. [5].

Исследователям МГТУ разработана технология получения из фукусовых водорослей экстракта, являющегося природным биогелем. Фукусовый экстракт используется в рецептуре соусов и заливок при изготовлении кулинарных рыбных продуктов и консервов в желе. Побочным продуктом при получении фукусового экстракта является полуфабрикат фукуса (вареный фукус), который также используется в консервах, салатах и кулинарии [6–10].

С помощью реометра Anton Paar Physica MCR302 проведены сравнительные реологические исследования фукусового экстракта [7], полученного из водорослей *F.vesiculosus* и альгината натрия из бурых водорослей фирмы Sigma Aldrich (*США*). Результаты анализа – кривые течения – представлены на рисунок 2.

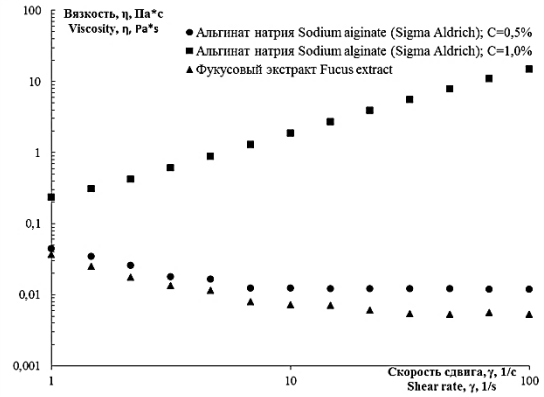


Рисунок 2. Кривые течения образцов альгината натрия из бурых водорослей (Sigma Aldrich) и фукусового экстракта, полученного из водорослей *F.vesiculosus*

Figure 2. Flow curves of sodium alginate samples from brown algae (Sigma Aldrich) and fucus extract obtained from algae *F.vesiculosus*

В результате исследований было установлено, что в экстрактах содержится до 0,5% альгината натрия в зависимости от вида водоросли. Следовательно, большая часть альгиновых веществ остаётся в отходах после получения фукусовых экстрактов (варёном фукусовом полуфабрикате).

Цель работы – исследование возможности получения альгината из фукусового полуфабриката (вареного фукуса).

Материалы и методы

В качестве сырья для получения альгинатов использовался фукуса, полученный в процессе переработки водоросли *F.vesiculosus*, заготовленной и высушенной в естественных условиях в августе-сентябре 2013–2014 гг. в губе Дальнезеленецкая Баренцева моря.

Полуфабрикат фукуса получали в процессе изготовления фукусового экстракта следующим образом: промытый и восстановленный в воде сухой фукус в воде фукус обрабатывали водой (соотношение фукус: вода = 1:2) при температуре (95 ± 5) С в течение 1 часа. Жидкую часть (фукусовый экстракт) отделяли фильтрацией, плотную часть (варёный полуфабрикат фукуса) использовали для получения альгината натрия.

Физико-химическиеи органолептические свойства, такие как массовые доли влаги, альгиновой кислоты, минеральных примесей, нерастворимые в воде, определяли по ГОСТ 26185-84 «Водоросли морские, травы морские и продукты их переработки. Методы анализа». Кинематическую вязкость измеряли на стеклянном капиллярном вискозиметре путем измерения времени истечения 1%-го раствора альгината натрия.

Сравнительные реологические исследования образцов альгинатов натрия, полученных из полуфабриката фукуса и из ламинарии фирмы Sigma Aldrich (США), проводили на реометре Anton Paar Physica MCR302 (США), используя конически-пластинчатую рабочую единицу (диаметр конуса составлял 50 мм, а угол между конической поверхностью и пластиной составляли 1 град). Измерения проводились при следующем режиме деформаций: периодические колебания при постоянной температуре (24 °С) с изменяющейся амплитудой. Относительная погрешность измерения кажущейся вязкости и компоненты динамического модуля не превышали 10%, изменение температуры находилось в пределах ± 0,1 °С. Воспроизводимость результатов реологических измерений автоматически контролировалась параллельным тестированием двух образцов одного и того же содержимого ИК-спектры исследуемых образцов регистрировались с помощью ИК-Фурье спектрометра Nicolet 700 (*Thermo Scientific, Madison WI, США*) в среднем диапазоне ИК-излучения 400–4000 $см^{-1}$.

Образцы для исследований готовили по следующей методике: гидрогели выдерживали при 12 °С в течение 12 ч. Затем их замораживали при температуре 6 °С, размораживали в темноте и центрифугировали. Образованный осадок высушивали в сушильном шкафу при 50 °С в течение 5 ч и, наконец, при 25 °С течение 20 часов. Полученные сухие пленки, измельчали в шаровой мельнице до состояния высокодисперсного порошка, смешивали с KBr, спрессовывали в таблетку и проводили измерения.

Результаты и обсуждение

Для достижения поставленной цели предстояло обосновать целесообразность использования фукусового полуфабриката в качестве сырья для получения альгината – уточнить методами химического анализа количественное содержание альгиновых веществ в продуктах переработки фукуса.

Проведены исследования динамики рас-пределения альгиновых кислот в процессе изготовления фукусового экстракта из водоросли *F. vesiculosus*: определено содержание альгиновых веществ в сухом и восстановленном фукусе, в фукусовом экстракте и в варёном фукусе (побочном продукте производства экстракта). Результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Содержание альгиновой кислоты в продуктах переработки фукуса в процессе изготовления фукусного экстракта, %

Table 1.

Alginic acid content in products of fucus processing in the process of making fucus extract, %

Наименование продукта Product name	Массовая доля, % Mass fraction,%		Данные материального баланса продукции переработки фукуса Data on the material balance of the products of the processing of fucus		
	сухих веществ, % of dry substances,%	альгиновой к-ты, % к сух. в-вам alginic acid,% to dry substances	масса продукта, г mass of product, g	масса сухих веществ, г mass of dry substances, g	масса альгиновой к-ты, г weight of alginic acid, g
фукус сухой fucus dry	92,91	20,1	1000	929	186,7
фукус восстановленный fucus reconstituted	20,27	22,5	3750	760	171,0
фукусовый экстракт fucus extract	0,95	18,8	6000	57	10,8
варёный полуфабрикат фукуса (побочный продукт) prepared semi-finished product of fucus (by-product)	13,14	22,4	5000	670	150,1

В результате исследований установлено, что в варёном полуфабрикате фукуса остаётся до 80% альгиновых кислот, содержавшихся в исходном сырье, которые также могут быть выделены и использованы. Полученные данные подтвердили результаты предварительных исследований, проведенных реологическими методами, а также предположение о том, что фукусовый полуфабрикат может быть использован в качестве источника альгинатов.

На следующем этапе проведены исследования по изучению возможности получения альгината натрия из побочного продукта производства фукусового экстракта. Разработана принципиальная технология, состоящая из следующих основных стадий: предварительная обработка полуфабриката хлоридом кальция, экстракция альгинатов, выделение альгиновой кислоты, получение альгината натрия, сушка (рисунок 3).

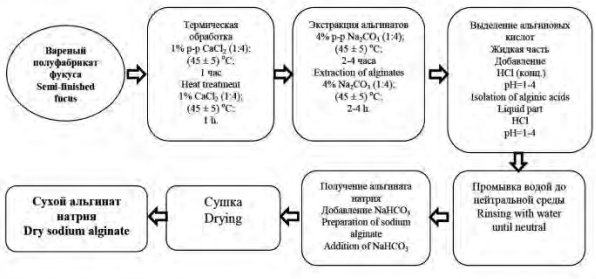


Рисунок 3. Принципиальная технологическая схема получения альгината натрия из фукусового полуфабриката

Figure 3. The basic technological scheme for obtaining sodium alginate from the fucus semifinished product

Натриевую соль альгината получали, добавляя в полученный раствор расчётное количество сухого бикарбоната натрия. Полученный раствор альгината натрия высушивали на воздухе и исследовали его реологические характеристики. Содержание альгиновых кислот в готовом продукте составило 83–87% в пересчёте на сухое вещество, вязкость альгината была довольно высокой – 253–269 сСт, содержание нерастворимых веществ в воде – около 0,3%. Выход продукта составил 3,7%. Таким образом, полученный продукт соответствовал требованиям нормативного документа на этот вид продукции.

На следующем этапе работ проведена оптимизация предложенной технологии. Уточнялась возможность увеличения выхода готового продукта и получения альгината с улучшенными показателями качества. С этой целью оптимизировали стадию экстракции альгинатов и стадию выделения альгиновых кислот.

На стадии экстракции варьировали продолжительность обработки водорослей раствором карбоната натрия в пределах от 2 до 4 часов. Как показали исследования, при 2-х часовой экстракции водорослей содержание альгиновых кислот в готовом продукте в среднем составляло 85%, вязкость – 253–269 сСт при выходе продукта 3,7%. Экстракция водорослей в течение 3-х часов повысила как содержание альгиновых кислот в продукте (90–92)%, так и вязкость (450 – 500) сСт. Выход продукта достигал 4,5%. Содержание нерастворимых в воде веществ при увеличении продолжительности экстракции до 4-х часов привело к снижению качества

альгината: содержание нерастворимых в воде веществ увеличилось до 0,89%, вязкость снизилась до 170 сСт, однако выход продукта увеличился до 4,9%. С учётом полученных результатов установлена оптимальная продолжительность экстракции – 3 часа.

Вторая стадия, требовавшая уточнения, – стадия выделения (осаждения) альгиновых кислот. Выделение альгиновых кислот из очищенного охлажденного раствора проводилось 18%-ым раствором соляной кислоты (6М HCl). Устанавливалось близкое к оптимальному значение концентрации водородных ионов (pH) среды, при котором выход альгиновых кислот максимален, и при котором не происходит разрушения полимерной цепочки, что гарантирует получение высоковязкого альгината. Значение pH варьировали в пределах от 1 до 3, т. к. при pH = 4,0 альгина не формировалась.

Установлено, что максимальное содержание альгиновой кислоты в готовом продукте (92%) при максимальном значении вязкости (500 сСт) и достаточно высоком выходе продукта наблюдалось при добавлении соляной кислоты до значения концентрации водородных среды – pH = 3. То есть, как и предполагалось, в более жестких условиях осаждения (pH = 1) протекает гидролиз полисахаридных связей, что приводит к уменьшению длины цепочки и, как следствие, к уменьшению вязкости альгината.

Последующие стадии технологического процесса проводили по первоначально разработанной технологии: осажденный и промытый водой раствор альгиновых кислот отфильтровывали через капроновую сетку и промывали на фильтре до нейтральной реакции pH, получая гелеобразную массу. Альгину обрабатывали сухим гидрокарбонатом натрия, в результате чего получали раствор альгината натрия – светло-коричневую жидкость без запаха. Полученный раствор фильтровали и сушили на воздухе. Определена длительность сушки раствора альгината натрия – 12 часов при комнатной температуре (20 ± 2) °С. При этих условиях альгинат высыхает до остаточной влажности 7%, что соответствует требованиям нормативной документации на этот вид продукции (не более 16%).

В результате совершенствования технологической схемы удалось увеличить выход продукта и улучшить качество альгината натрия из водорослей: максимально достигнутый выход продукта составил 4,5% (что на 20% выше первоначального), содержание альгиновых кислот в продукте составило 92% к сухому веществу (что на 7% выше первоначального значения), вязкость – 500 сСт (увеличились почти вдвое).

Качественные показатели альгината натрия, полученного по уточнённой технологической схеме, приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Показатели качества альгината натрия

Table 2.

Quality indicators of sodium alginate

Показатели | Indicators	Характеристика | Characteristic
Внешний вид | Appearance	Тонкие пластинки | Thin plates
Цвет | Colour	Светло-коричневый | Light brown
Вкус | Taste	Без вкуса | Without taste
Запах | Smell	Без запаха | Without smell
Массовая доля воды, % | Mass fraction of water,%	7,0
Массовая доля золы, % | Mass fraction of ash,%	18,0
Массовая доля альгиновых кислот, % к сух. в-ву Mass fraction of alginic acids,% to dry substances	92,0
Массовая доля нерастворимых в воде веществ, не более, % Mass fraction of substances insoluble in water, not more than,%	0,3
Вязкость, сСт | Viscosity, cSt	500

Для оценки качества альгината натрия, полученного из фукусовых водорослей, проводили ИК-спектроскопию на приборе Shimadzu IR Tracer-100 (*Япония)*. В качестве образца-сравнения использовали образец альгината натрия из ламинарии фирмы Sigma Aldrich (*США*) со средневязкостной молекулярной массой M_η = 630 kDa. Анализ показал, что спектр образца, полученного из водорослей фукуса, в основных чертах аналогичен спектру альгината натрия фирмы Sigma Aldrich. В спектре альгината натрия, полученного из фукуса, основными линиями поглощения являются 3438, 1616, 1415, 1302, 1095, 1029 и 815 $см^{-1}$ (рисунок 4). Поскольку эти пики могут быть отнесены к структурным особенностям альгината, это указывает на высокое содержание указанного полисахарида в полученном образце.

Альгинат натрия, полученный из фукусовых водорослей, использовали при разработке новых рецептур структурированных пищевых заливок на основе полиэлектролитных комплексов желатины с полисахаридами (желирующих заливок) при изготовлении консервов в желе.

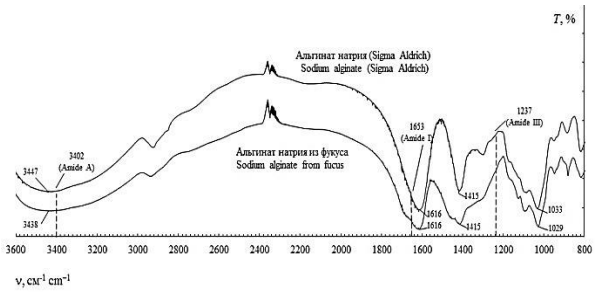


Рисунок 4. ИК-спектры образцов альгината натрия из бурых водорослей (*Sigma Aldrich*) и альгината натрия, полученного из водорослей *F.vesiculosus*

Figure 4. IR spectra of samples of sodium alginate from brown algae (Sigma Aldrich) and sodium alginate obtained from algae *F.vesiculosus*

В результате проведённых исследований разработана комплексная технологическая схема переработки фукусовых водорослей, представленная на рисунке 5.

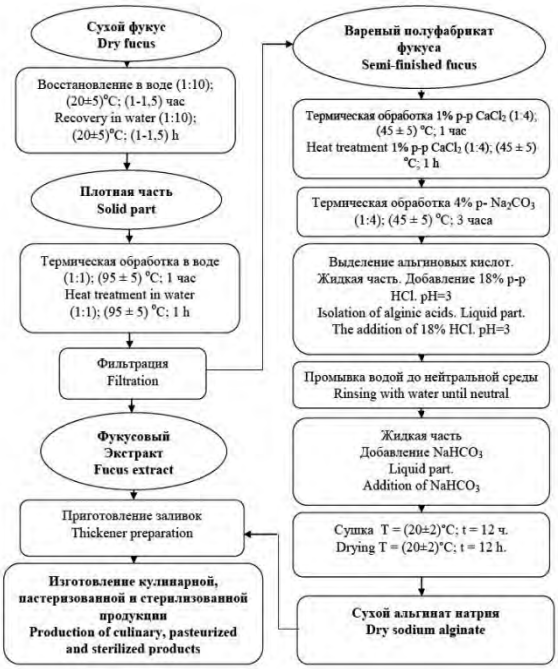


Рисунок 5. Комплексная технологическая схема переработки фукусовых водорослей на пищевые цели

Figure 5. Complex technological scheme for processing fucus algae for food purposes

Ассортимент консервов «Сайда с овощами и фукусом в желе» экспонировался на 17-ой международной выставке «Море. Ресурсы. Технологии – 2016», где получил положительную оценку посетителей и диплом дегустационного конкурса продукции в рамках работы круглого стола «Инновационные технологии переработки водных биоресурсов Арктики».

Заключение

В результате проведённых исследований:

– определено, что в варёном полуфабрикате фукуса остаётся до 80% от исходного количества альгиновых кислот, содержавшихся в исходном сырье, что свидетельствует о целесообразности использования побочного продукта, образующегося в процессе изготовления фукусового экстракта, для получения альгината натрия;

– разработана технология получения альгината натрия из варёного полуфабриката фукуса, оптимизированы стадии технологического процесса (экстракции альгиновых веществ и выделения альгиновых кислот);

– установлено, что альгинат натрия, полученный из фукусового полуфабриката по оптимизированной технологии, является высоковязким и по качеству не уступает альгинату натрия из ламинарии фирмы Sigma Aldrich (США);

– показано, что альгинат натрия, полученный из фукусового полуфабриката, может быть использован в качестве одного из компонентов желирующих заливок при изготовлении рыбных консервов в желе;

– предложена комплексная технологическая схема переработки фукусовых водорослей на пищевые цели.

Благодарности

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда, проект 16-16-00076.

ЛИТЕРАТУРА

1 Наумов И.А., Гарабаджиу А.В., Куприна Е.Э., Кириллов А.И. и др. Водоросли – источник биополимеров, биологически активных веществ и субстрат в биотехнологии. Часть 1. Биополимеры клеток тканей водорослей // Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17. № 1. С. 188 – 193.

2 Hecht H., Srebnik S. Structural characterization of sodium alginate and calcium alginate // Biomacromolecules. 2016. V. 17. №. 6. P. 2160-2167.

3 Sellimi S., Younes I., Ayed H.B., Maalej H. et al. Structural, physicochemical and antioxidant properties of sodium alginate isolated from a Tunisian brown seaweed. // Int J Biol Macromol. 2015. V.72. P.1358–1367.

4 Javed K. et al. Possible production of sodium alginate from naturally grown algae in Pakistan //Science International. 2015. V. 27. №. 1.

5 Варзугина М.А, Николаенко О.А., Куранова Л.К. Темиржанова К.С. и др. Создание комбинированных функциональных продуктов с использованием фукусовых водорослей // Материалы международной научно-практической конференция «Инновации в технологии продуктов здорового питания». Калининград. Изд. ФБГОУ ВО «КГТУ», 2016. С. 86–91.

6 Куранова Л.К., Николаенко О.А., Гроховский В.А., Дубровин С.Ю. и др. Разработка комбинированных функциональных продуктов с использованием фукусовых водорослей // Рыбное хозяйство. 2017. № 1. С. 100–103.

7 Sokolan N., Voron'ko N., Derkach S., Kuranova L. The self-assembly phenomenon in sodium alginate-gelatin aqueous mixture // 16th European Student Colloid Conference ECS 2017, 19th-22th June. Florence: Conference Handbook, 2017. P. 83.

8 Draget K. I. et al. 9 Alginates //Food polysaccharides and their applications. 2016. V. 160. P. 289.

9 Peteiro C. Alginate Production from Marine Macroalgae, with Emphasis on Kelp Farming //Alginates and Their Biomedical Applications. Springer, Singapore. 2018. P. 27-66.

10 Viswanathan S., Nallamuthu T. Extraction of sodium alginate from selected seaweeds and their physiochemical and biochemical properties //Extraction. 2014. V. 3. №. 4.

11 ГОСТ 26185–84. Водоросли морские, травы морские и продукты их переработки. Метода анализа. М.: Изд-во стандартов, 2010. 34 с.

REFERENCES

1 Naumov I.A., Garabagiou A.V., Kuprina E.E., Kirillov A.I. et al. Algae – a source of biopolymers, biologically active substances and substrate in biotechnology. Part 1. Biopolymers of cells of algal tissues. *Vestnik Kazanskogo tekh. univ*. [Proceedings of Kazan technol. univ.] 2014. vol. 17. no. 1. pp. 188 – 193. (in Russian)

2 Hecht H., Srebnik S. Structural characterization of sodium alginate and calcium alginate. Biomacromolecules. 2016. vol. 17. no. 6. pp. 2160-2167.

3 Sellimi S, Younes I, Ayed HB, Maalej H, Montero V, Rinaudo M, et al. Structural, physicochemical and antioxidant properties of sodium alginate isolated from a Tunisian brown seaweed. Int J Biol Macromol. 2015. vol.72. pp.1358–1367.

4 Javed K. et al. Possible production of sodium alginate from naturally grown algae in Pakistan. Science International. 2015. vol. 27. no. 1.

5 . Varzugina M.A., Nikolaenko O.A., Kuranova L.K., Temirzhanova K.S. et al. Creation of combined functional products using fucus algae. Innovatsii v tekhnologii produktov zdorovogo pitaniya [Materials of the international scientific and practical conference «Innovations in healthy food technology»] Kaliningrad, FBGOU V KSTU, 2016. pp. 86–91. (in Russian)

6 Kuranova L.K., Nikolaenko O.A., Grokhovsky V.A., Dubrovin S. Yu. et al. Development of combined functional products using fucus algae. *Rybnoe khozyaistvo*. [Fishery] 2017, no. 1, pp. 100–103. (in Russian)

7 Sokolan N., Voron'ko N., Derkach S., Kuranova L. The self-assembly phenomenon in sodium alginate-gelatin aqueous mixture. 16th European Student Colloid Conference ECS 2017, 19th-22th June, Florence: Conference Handbook. Florence, 2017. pp. 83.

8 Draget K. I. et al. 9 Alginates. Food polysaccharides and their applications. 2016. vol. 160. pp. 289.

9 Peteiro C. Alginate Production from Marine Macroalgae, with Emphasis on Kelp Farming. Alginates and Their Biomedical Applications. Springer, Singapore, 2018. pp. 27-66.

10 Viswanathan S., Nallamuthu T. Extraction of sodium alginate from selected seaweeds and their physiochemical and biochemical properties. Extraction. 2014. vol. 3. no. 4.

11 GOST 26185–84. Vodorosli morskie, travy morskie [State standard 26185–84. Seaweeds, sea herbs and products of their processing. Methods of analysis] Moscow, Publishing Standards, 2010. 34 p. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Нина И. Соколан аспирант, кафедра химии, Мурманский государственный технический университет, ул. Спортивная, 13 г. Мурманск, 183010, sokolan.ni@gmail.com

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

Николай Г. Воронько к.т.н., доцент, кафедра химии, Мурманский государственный технический университет, ул. Спортивная, 13, г. Мурманск, 183010, Россия, voronkonikolay@mail.ru

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

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Нина И. Соколан написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат
Людмила К. Куранова предложила методику проведения эксперимента
Николай Г. Воронько консультация в ходе исследования
Владимир А. Гроховский консультация в ходе исследования

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 18.12.2017
ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 05.02.2018

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Nina I. Sokolan graduate student, Chemistry department, Murmansk State Technical University, Sportivnaya str., 13, Murmansk, 183010, Russia, sokolan.ni@gmail.com

Lyudmila K. Kuranova Cand. Sci. (Engin.), Head of Research, Department of Food Production Technology, Murmansk State Technical University, Sportivnaya str., 13, Murmansk, 183010, Russia, kuranoval@rambler.ru

Nikolai G. Voron'ko Cand. Sci. (Engin.), associate professor, Chemistry department, Murmansk State Technical University, Sportivnaya str., 13, Murmansk, 183010, Russia, voronkonikolay@mail.ru

Vladimir A. Grokhovskiy Dr. Sci. (Engin.), professor, Food Production Technology department, Murmansk State Technical University, Sportivnaya str., 13, Murmansk, 183010, Russia, grohovskiyVA@mstu.edu.ru

CONTRIBUTION

Nina I. Sokolan wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism
Lyudmila K. Kuranova review of the literature on an investigated problem
Nikolai G. Voron'ko consultation during the study
Vladimir A. Grokhovskiy consultation during the study

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 12.18.2017
ACCEPTED 2.5.2018

Оригинальная статья/Original article

УДК 663.885

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-168-172

Влияние процесса фильтрации на содержание минеральных веществ в функциональном напитке адаптогенного действия

Артур Р. Хасанов [1] kingartur-12@mail.ru
Наталья А. Матвеева [1] matveevanatalja2007@rambler.ru

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

Реферат. Проанализирован рынок функционального питания в России. В России активно растёт уровень заболеваний связанных с нервной системой и мозгом. ВОЗ спрогнозировала, что к 2020 году болезни мозга и психические расстройства войдут в пятёрку болезней, ведущих к потере трудоспособности. Рынок безалкогольных, функциональныхнапитков (ФН), направленных на решения этой проблемы ничтожно мал. Разработан ФН адаптогенного действия на основе плодово-ягодного сырья и сухих растительных экстрактовдля профилактики заболеваний мозга, в частности лимбической системы, а также нервной системы. Напиток исследовали на содержание макро- и микроэлементов. В ходе основного этапа эксперимента изучено влияниепроцесса фильтрации на содержание минеральных элементов. Процесс фильтрации необходим для улучшения качества разработанного функционального напитка адаптогенного действия. Выбрана микрофильтрация, как самая подходящая разновидность процесса фильтрации для достижения прозрачности с блеском, как одного из основных потребительских качеств, а также микробиологической стабильности. Подобраны фильтры в соответствии с режимами и требованиями характерными для микрофильтрации. Содержание макро- и микроэлементов определялось атомно-абсорбционной спектроскопией с использованием пламенной атомизации на спектрофотометре ShimadzuAA-6300, (Япония). Сравнивались значения концентрация минеральных веществ в функциональном напитке до и после процесса микрофильтрации. По результатам измерений содержание калия осталось неизменным, содержание меди и железа упало на 19,5 и 79,6% соответственно. Уменьшение концентраций магния, кальция, натрия и марганца входят в интервалы погрешности измерений. Полученные результаты дают возможность проанализировать потери минеральных веществ и определить необходимое количество употребления напитка для обеспечения суточной нормы организма в макро- и микроэлементах.

Ключевые слова: функциональный напиток, стимуляция деятельности мозга и нервной системы, содержание макро- микро- элементов, атомно-абсорбционная спектроскопия, микрофильтрация

The influence of filtration process on the content of minerals in the functional beverage of adaptogenic action

Artur R. Khasanov [1] kingartur-12@mail.ru
Natal'ya A. Matveeva [1] matveevanatalja2007@rambler.ru

[1] St. Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics, Lomonosov St., 9, St. Petersburg, 191002, Russia

Summary.The market of functional nutrition in Russia has been analyzed. The level of diseases associated with the nervous system and brain is actively growing in Russian Federation. World Health Organization (WHO) predicted, brain diseases and mental disorders will enter the five diseases leading to disability in 2020 year. The market of non-alcoholic and functional beverages (FB), which can help for solving this health's problem, is negligible. A functional bevarage with adaptogenic action based on fruit and berry raw materials and dry plant extracts for the prevention of brain diseases, in particular, the limbic system, as well as the nervous system, has been developed. The functional beveragewas examined in scientific work for the content of macro elements and trace elements. The filtration process is necessary to improve the microbiological stability of FB of adaptogenic action and consumer properties. During the experiment, the effects of the filtration process (one of the most important technological process) on the content of mineral elements were studied. As the most appropriate and rational type of filtration for the drink, microfiltration was chosen.The filters were selected in accordance with the regimes and requirements characteristic of microfiltration process. The content of macro elements and trace elements was determined by atomic absorption spectroscopy using flame atomization on a Shimadzu AA 6300 spectrophotometer, (Japan). The values of the concentration of mineral substances in the functional beverage were compared before and after the microfiltration process. According to the results of measurements, the content of potassium remained unchanged and the content of copper and iron fell by 19.5 and 79.6 percent, respectively. Reducing the concentrations of magnesium, calcium, sodium and manganese are included in the measurement error intervals. The results obtained make it possible to analyze the losses of mineral substances and determine the required amount of drink to ensure of daily requirements of the organism in macro elements and trace elements.

Keywords:functional beverage, stimulation of brain and nervous system activity, content of macronutrients and trace elements, atomic absorption spectroscopy, microfiltration

Введение

Развитие индустрии продуктов функционального и специализированного назначения обусловлено растущим осознанием потребителем связи между питанием и здоровьем. Об этом свидетельствует спрос на здоровую пищу, активный образ жизни,а также желание быть образованным в аспектах физиологии, диетологии. Население стало воспринимать продукты не только как ресурс для жизнедеятельности, но как источник питательных нутриентов, улучшающих здоровье, снижающих или предотвращающих заболевания или их симптомы, стимулирующих функции организма.

Для цитирования

Хасанов А.Р., Матвеева Н.А. Влияние процесса фильтрации на содержание минеральных веществ в функциональном напитке адаптогенного действия // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 1. С. 168–172. doi:10.20914/2310-1202-2018-1-168-172

For citation

Hasanov A.R., Matveeva N.A. The influence of filtration process on the content of minerals in the functional beverage of adaptogenic action. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 1. pp. 168–172. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-1-168-172

В связи с этим стремительно растёт ассортимент функциональных и специализированных продуктов питания разнонаправленного воздействия на организм человека [1, 2].

Наиболее быстроусвояемым носителем питательных соединений для организма среди продуктов является жидкость, а именно сокосодержащие напитки. Эта категория продуктов усваивается за 15–20 минут, что позволяет быстро обогатить ту или иную систему организма необходимыми соединениями [3].

Сегмент функциональных безалкогольных сокосодержащих напитков в России начал развиваться сравнительно недавно, а напитки профилактического действия практически отсутствуют. В связи с этим возникает необходимость в разработках продуктов разнонаправленного действия, в том числе, напитков адаптогенного действия, способствующих оптимальному функционированию организма человека в условиях повышенных физических и интеллектуальных нагрузок. Их действие направлено на стимуляцию деятельности лимбической системы для улучшения памяти, концентрации внимания, повышения работоспособности и профилактики расстройств нервной системы (стрессов, депрессий, легких невротических заболеваний) [4, 5].

Растёт уровень заболеваний, связанных с расстройствами нервной системы и мозговой деятельности. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) спрогнозировала, что к 2020 году заболевания мозга и психические расстройства войдут в пятёрку болезней ведущих к потере трудоспособности. В России число людей, нуждающихся в психиатрической помощи, превышает 20%. Невротические расстройства (расстройства памяти и личности, подавленность, тревожные состояния, психозы, депрессии), составляют 75–80% от всех неврологических заболеваний [6].

Цель работы – определение концентраций макроэлементов: натрия (Na), калия (K), магния (Mg), кальция (Ca), и микроэлементов: железа (Fe), меди (Cu), цинка (Zn), марганца (Mn)в напитке адаптогенного действия, методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии с пламенной атомизацией пара и сравнение их в фильтрованном и нефильтрованном напитке.

Объекты и материалы исследования

Исследован функциональный напиток на содержание макроэлементов (Na, K, Mg, Ca), и микроэлементов (Fe, Cu, Zn, Mn)и их изменение после процесса фильтрации.

Напиток состоит из следующих компонентов: соки прямого отжима из красного винограда, моркови, киви, черники, яблок, чёрный и зелёный чай [7, 8].

Сырье подобрано с учётом физико-химических свойств ингредиентного состава, а также рекомендаций диетологов.

Дегустационные характеристики напитка определялись с использованием профильного метода сенсорного анализа [9].

Суточные нормы употребления минеральных веществ, представлены в таблице 1 [10].

Таблица 1.

Суточная потребность в минеральных элементах. Биологическоевоздействие

Table 1.

Daily demand for mineral elements. Biological impact

Минеральные элементы Minerals	Биологическое воздействие на организм Biological impacton the body	Средняя суточная потребность для взрослых, мг Average daily need for adults, mg	
		Мужчины Male	Женщины Female
1	2	3	4
Натрий (Na) Sodium	Важнейший компонент межклеточной жидкости, поддерживающий осмотическое давление; кислотно-щелочное равновесие; передача нервного импульса. The most important component of the intercellular fluid, which maintains the osmotic pressure; acid-base balance; nerve impulse transmission.	550	550
Калий (K) Potassium	Важнейший компонент внутриклеточной жидкости; кислотно-щелочное равновесие, мышечная деятельность; синтез белков и гликогена. An important component of intracellular fluid; acid-base balance, muscular activity; synthesis of proteins and glycogen.	2000	2000

Продолжение табл.1

1	2	3	4
Магний (Mg) Magnesium	Образование костной ткани, формирование зубов; нервно-мышечная проводимость; коэнзим (кофермент) в углеводном и белковом обменах; неотъемлемый компонент внутриклеточной жидкости. The formation of bone tissue, teeth; neuromuscular conduction; It is a coenzyme in carbohydrate and protein metabolism; an integral component of intracellular fluid.	350	300
Кальций (Ca) Calcium	Образование костной ткани, формирование зубов, процесс свертывания крови, нервно-мышечная проводимость. The formation of bone tissue, the formation of teeth, the process of blood coagulation, neuromuscular conduction	1000	1000
Железо (Fe) Iron	Помогает переносить кислород к клеткам мозга, улучшает концентрацию внимания, улучшает память. Participates in the transfer of oxygen to the brain cells, and also improves concentration of attention, improves memory.	10	15
Марганец (Mn) Manganese	Механизмы ферментного катализа (биокатализа). Mechanisms of enzymatic catalysis (biocatalysis).	2,0–5,0	2,0–5,0
Медь (Cu) Copper	Взаимодействие с железом, улучшая нейрометаболизм. Interaction with iron, improving neurometabolism.	1,0–1,5	1,0–1,5
Цинк (Zn) Zinc	Улучшает память и концентрацию внимания. Компонент (кофактор) более чем ста ферментов. Принимаетучастиев образованииклетокмозга, повышаетиммунитет. Improvesmemoryandconcentration. It is a component (cofactor) of more than one hundred enzymes. Takes part in the formation of brain cells, increases immunity.	10,0	7,0

Методы исследований

Функциональный напиток разделяли на две части, по 250 мл каждая. Одну из них направляли на фильтрацию, другую (контрольный образец) оставляли неизменным. Оба образца отправляли на пробоподготовку и затем на измерение содержания макро – микроэлементов.

Пробоподготовку осуществляли методом мокрой минерализации в соответствии с ГОСТ 26929-94 на термоустановке EHD 36 LABTECH (Венгрия) [11]. Метод основан на разложении проб концентрированными минеральными кислотами при температуре 180–200 °С. Подготовленные таким образом минерализаты измеряли на спектрофотометре на содержание макроэлементов (Na, K, Mg, Ca), и микроэлементов (Fe, Cu, Zn, Mn).

Макро- и микроэлементы в напитке определяли методом атомно абсорбционной спектроскопии с пламеннойатомизацией пара на приборе – спектрофотометре марки Shimadzu AA-6300, (Япония). Процесс атомизации пробы происходил в пламени ацетилен/воздух. Метод позволяет определять концентрации от 0,01 до 100 мг/л [12–14].

Выбор способа фильтрация

Для придания напитку прозрачности с блеском и микробиологической стабильности в технологической схеме производства предусмотрена технологическая операция – фильтрование. Принцип мембранной фильтрации основан на организации и осуществлении разделения веществ через полупроницаемую перегородку. Существует четыре основных метода фильтрации (рисунок 1) [15, 16]:

1. Микрофильтрация (0.1–1 мкм);
2. Ультрафильтрация (0.02–0.03 мкм);
3. Обратный осмос (0.001 мкм);
4. Нанофильтрация (1 нм).

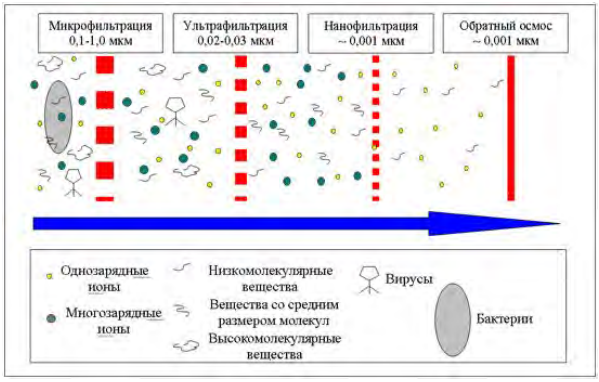


Рисунок 1. Методы мембранной техники фильтрации

Figure1. Methods of membrane filtration technique

В эксперименте выбранпервый тип фильтрации – микрофильтрация, позволяющая задерживать на фильтре частицы размером от 0.1–1.0 мкм. С учётом размеров минеральных

ионов, исчисляемый в пикометрах, а также размера микроорганизмов (от 0.5 до 7 мкм в диаметре) были выбраны мембранные фильтры из нитроцеллюлозы с размером пор 0.45 мкм.

Результаты и обсуждения

Результаты измерений, полученные как среднее арифметическое значение из двух определений, представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Содержание макро – и микроэлементов в функциональном напитке.

Table 2.

The content of macronutrients and trace elements in functional beverage.

Наименование элемента Element	Концентрация в нефильтрованном образце, мг/дм^3 Concentration in unfiltered sample, mg/l	Концентрация в фильтрованном образце, мг/дм^3 Concentration in a filtered sample, mg/l	Погрешность определения, % Error of determination, %	Нормативный документ Normative document
	Макроэлементы |Macronutrients			ГОСТ 33462-2015 GOST 33462-2015
Na	28.11	27.19	±7	–v–
K	1205.00	1200.00	±12	–v–
Mg	46.12	44.35	±6	–v–
Ca	62.18	58.97	±13	–v–
	Микроэлементы |Trace elements			ГОСТ 30178-96 GOST 30178-96
Fe	1.03	0.21	±10	–v–
Cu	0.41	0.33	±10	–v–
Zn	0.59	0.56	±10	–v–
Mn	2.47	2.37	±10	Руководство по методам анализа качества и безопасности пищевых продуктов. Под редакцией И.М.Скурихина и В.А.Тутельяна, гл. 5, 1998 Guidance on methods for analyzing the quality and safety of food products. Edited by I.M. Skurikhina and V.A.Tutelyan, Ch. 5, 1998

Заключение

Таким образом:

- концентрация калия (K) после фильтрации не изменилась;
- концентрация железа (Fe) уменьшилась на 79.6%;
- концентрация меди (Cu) уменьшилась на 19.5%
- концентрация макроэлементов: натрия (Na), магния (Mg), кальция (Ca) и микроэлементов: цинка (Zn), марганца (Mn) уменьшилась на 3–5%, что находится в пределах погрешности.

Полученные результаты позволяют проанализировать потери минеральных веществ и определить необходимое количество употребления напитка для обеспечения суточной нормы потребления макро- и микроэлементов организма.

Причины уменьшения макро- и микроэлементов в ходе процесса фильтрации будут изучаться в дальнейших научно-исследовательских работах.

ЛИТЕРАТУРА

1 Рязанова О.А., Позняковский В.М. Термины и определения в области гигиены питания однородных групп продовольственного сырья и пищевых продуктов растительного происхождения. СПб: издательство «Лань», 2017. 380 с.

2 Puiggros F., Muguerza B., Arola-Arnal A. Functional Beverages. Innovative Technologies in Beverage Processing. Spain, 2017. doi.org/10.1002/9781118929346.ch10

3 Liutkevičius A., Speičienė V., Kaminskas A., Jablonskienė V. et al. Development of a functional whey beverage, containing calcium, vitamin D, and prebiotic dietary fiber, and its influence on human health // Journal of Food. 2017. V. 14. № 2. P. 309–316. doi10.1080/19476337.2015.1108366

4 Kure C., Timmer J., Stough C. The Immunomodulatory Effects of Plant Extracts and Plant Secondary Metabolites on ChronicNeuroinflammation and Cognitive Aging: A Mechanistic and Empirical Review // FrontiersinPharmacology. doi: 10.3389/fphar.2017.00117

5 Rolls E.T. Limbic systems for emotion and for memory, but no single limbic system. Elsevier. 2015. V. P. 119-157. doi.org/10.1016/j.cortex.2013.12.005

6 Бондорь Ю. Психические заболевания в России: что происходит. URL: http://medportal.ru/mednovosti/news/2017/06/15/682psycho/ Медицинский портал medportal.

7 Хасанов А.Р., Матвеева Н.А. Разработка инновационного функционального напитка ноотропного действия для профилактики расстройств лимбической системы // VIII Международная научно-техническая конференция «Низкотемпературные и пищевые технологии в XXI веке». Санкт-Петербург, 2017. С. 258–261.

8 Цыденова Ц.Ч., Ларионова А.О. Дегустационный анализ как инструмент повышения качества пищевых продуктов // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2016. Т. 11. С. 2261–2265. URL: http://e-koncept.ru/2016/86481.htm.

9 Soetan K., Olaiya C., Oyewole O. The importance of mineral elements for humans, domestic animals and plants // African Journal of Food Science. 2010. V. 4(5). P. 200–222. URL: http://www.academicjournals.org/ajfs

10 Аналитическое оборудование Люмэкс. Метод пробоподготовки (минерализация). URL: http://www.lumex.ru/methods/mineralizacziya.php.

11 Аналитическое оборудование Люмэкс. Методики. Атомно-абсорбционная спектроскопия. URL: http://www.lumex.ru/methods/atomnaya_absorbcziya.php.

12 Trace J.R. Elements in Health: A Review of Current Issues. London: Butterworth-Heinemann, 2016, P. 334

13 Clemente R., Pardo T. Food byproducts as amendments in trace elements contaminated soils // Food Research International. P. 176-189. doi.org/10.1016/j.foodres.2015.03.040

14 Технология производства. Мембранная технология. URL: http://proiz-teh.ru/membrannaja-tehnologija.html

15 Bennett A. Innovation trends in food and beverage filtration applications // Journal Filtration and Separation. V. 52. P. 28-33. doi.org/10.1016/j.foodres.2015.03.040

16 Понедельченко А.А. Влияние ультразвука на кислотность вина и виноматериалов в процессе осветления в трубчатых мембранных фильтрах // Вестник ВГУИТ. 2016. № 3. С. 26–29.

REFERENCES

1 Ryazanova O.A., Poznyakovskiy V.M. Terminy I opredeleniya v oblasti gigieny pitaniya [Terms and definitions in the field of food hygiene of homogeneous groups of food raw materials and food products of plant origin] Saint-Petersburg, Lan', 2017. pp. 380. (in Russian)

2 Puiggros F., Muguerza B., Arola-Arnal A. Functional Beverages. Innovative Technologies in Beverage Processing. Spain, 2017. doi.org/10.1002/9781118929346.ch10

3 Liutkevičius A., Speičienė V., Kaminskas A., Jablonskienė V. et al. Development of a functional whey beverage, containing calcium, vitamin D, and prebiotic dietary fiber, and its influence on human health. Journal of Food. 2017. vol. 14. no. 2. pp. 309–316. doi10.1080/19476337.2015.1108366

4 Kure C., Timmer J., Stough C. The Immunomodulatory Effects of Plant Extracts and Plant Secondary Metabolites on ChronicNeuroinflammation and Cognitive Aging: A Mechanistic and Empirical Review. FrontiersinPharmacology. doi: 10.3389/fphar.2017.00117

5 Rolls E.T. Limbic systems for emotion and for memory, but no single limbic system. Elsevier. 2015. vol. P. 119-157. doi.org/10.1016/j.cortex.2013.12.005

6 Bondor Yu. Psikhicheskie zabolevaniya v Rossii [Mental illness in Russia: what happens] Available at: http://medportal.ru/mednovosti/news/2017/06/15/682 psycho/ Medical portal medportal.ru (in Russian)

7 Khasanov A.R., Matveeva N.A. Development of an innovative functional nootropic drink for the prevention of disorders of the limbic system. Nizkotamperaturnye I pishchevye tekhnologii v XXI veke [VIII International Scientific and Technical Conference "Low-Temperature and Food Technologies in the 21st Century"] Saint-Petersburg, 2017. pp. 258–261 (in Russian)

8 Tsydenova Ts. Ch., Larionova A.O. Tasting analysis as a tool for improving the quality of food products. Kontsept [Scientific and methodical electronic magazine "Concept"] 2016. vol. 11. pp. 2261–2265. Available at: http://e-koncept.ru/2016/86481.htm. (in Russian)

9 Soetan K., Olaiya C., Oyewole O. The importance of mineral elements for humans, domestic animals and plants. African Journal of Food Science. 2010. vol. 4(5) pp. 200–222. Available at http://www.academicjournals.org/ajfs

10 Analiticheskoe oborudovanie Lyumeks. Metod probopodgotovki [Analytical equipment Lumex. Methods. Method of sample preparation (mineralization)] Available at: http://www.lumex.ru/methods/mineralizacziya.php (in Russian)

11 Analiticheskoe oborudovanie Lyumeks Metodiki [Analytical equipment Lumex. Methods. Atomic absorption spectroscopy] Available at: http: //www.lumex.com/methods/atomnaya_absorbcziya.php (in Russian)

12 Trace J.R. Elements in Health: A Review of Current Issues. London: Butterworth-Heinemann, 2016, pp. 334

13 Clemente R., Pardo T. Food byproducts as amendments in trace elements contaminated soils. Food Research International. pp. 176-189. doi.org/10.1016/j.foodres.2015.03.040

14 Tekhnologiya proizvodstve [Production technology. Membrane technology] Available at http://proiz-teh.ru/membrannaja-tehnologija.html (in Russian)

15 Bennett A. Innovation trends in food and beverage filtration applications. Journal Filtration and Separation. vol. 52. pp. 28-33, doi.org/10.1016/j.foodres.2015.03.040

16 Ponedelchenko A.A. The influence of ultrasound on wine and wine materials acidity during clarification process in tubular membrane filters. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies]. 2016. no. 3. pp. 26–29. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Артур Р. Хасанов аспирант, кафедра пищевой биотехнологии продуктов питания из растительного сырья, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, ул. Ломоносова, 9, Санкт-Петербург, 191002, Россия, kingartur-12@mail.ru

Наталья А. Матвеева к.т.н., доцент, кафедра пищевой биотехнологии продуктов питания из растительного сырья, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, ул. Ломоносова, 9, Санкт-Петербург, 191002, Россия, matveevanatalja2007@rambler.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Артур Р. Хасанов предложил методику проведения эксперимента, провёл исследования и измерения, написал рукопись

Наталья А. Матвеева обзор литературных источников по исследуемой проблеме, консультация в ходе эксперимента, произвела обработку результатов

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 12.01.2018
ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 13.02.2018

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Artur R. Khasanov graduate student, department of food biotechnology of food products from plant raw materials, St. Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics, Lomonosov St., 9, St. Petersburg, 191002, Russia, kingartur-12@mail.ru

Natal'ya A. Matveeva Cand. Sci. (Engin.), associate professor, department of food biotechnology of food products from plant raw materials, St. Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics, Lomonosov St., 9, St. Petersburg, 191002, Russia, matveevanatalja2007@rambler.ru

CONTRIBUTION

Artur R. Khasanov suggested the technique of the experiment, conducted research and measurement, wrote a manuscript

Natal'ya A. Matveeva review of the literature on the issue under study, consultation during the experiment, processed the results

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 1.12.2018
ACCEPTED 2.13.2018

Оригинальная статья/Original article

УДК 664.69: 664.66.022.3

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-173-180

Расширение ассортимента макаронных изделий за счет использования комбинированных систем сырья

Бауржан А. Изтаев [1] baurgoldman@mail.ru
Галия К. Искакова [1] iskakova-61@mail.ru
Гулжанат А. Умирзакова [1] zhan_u_a@mail.ru
Газибег О. Магомедов [2]

[1] Алматинский технологический университет, ул. Толе би, 100, г. Алматы, 050012, Казахстан
[2] Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Реферат. Пищевая ценность продуктов питания является одним из важнейших факторов, определяющих здоровье населения. Исходя из значимости здоровья нации для развития и безопасности страны, определена Концепция государственной политики в области здорового питания населения Казахстана, предусматривающая комплекс мероприятий, направленных на создание условий, обеспечивающих удовлетворение потребностей различных групп населения в рациональном, здоровом питании с учетом их традиций, привычек и экономического положения. На рынке макаронных изделий продукция диетического и функционального назначения, обогащённые макаронные изделия и изделия повышенной пищевой ценности занимают небольшой сегмент, который не превышает 1 %. В связи с данным фактом, разработка ассортимента макаронных изделий повышенной пищевой ценности с направленно измененным химическим составом, является актуальной. В макаронной отрасли повышение пищевой и биологической ценности изделий достигают за счет введения в рецептуру нетрадиционных видов сырья и специальных пищевых добавок. В качестве объектов исследования в данной работе взяты мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта, полидисперсная кукурузная, нутовая, амарантовая мука. Определено влияние указанных полидисперсных систем на свойства клейковины, реологические свойства теста и качество готовых изделий. На основании полученных экспериментальных данных установлено, что для получения макаронных изделий из хлебопекарной муки высшего сорта с хорошими физико-химическими и органолептическими показателями в рецептуру допустимо внесение не более 10,0 % кукурузной и нутовой муки и не более 7,5 % амарантовой муки, дальнейшее увеличение дозировок муки из зерновых и бобовых культур приводит к ухудшению качества готовой продукции. Применение полидисперсной муки из зерновых и бобовых культур целесообразно для обогащения макаронных изделий ценными пищевыми компонентами – белками, незаменимыми аминокислотами, витаминами и минеральными веществами.

Ключевые слова: хлебопекарная мука, полидисперсная мука, макаронные изделия, реологические свойства, качество изделий

Expansion of the range of pasta products through the use of vegetable raw materials

Baurzhan A. Iztaev [1] baurgoldman@mail.ru
Galiya K. Iskakova [1] iskakova-61@mail.ru
Gulzhanat A. Umirzakova [1] zhan_u_a@mail.ru
Gazibeg O. Magomedov [2]

[1] Almaty technological University, Tole bi, 100, Almaty, 050012, Kazakhstan
[2] Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Summary.The nutritional value of food products is one of the most important factors that determine a health of the population. Based on the importance of the nation's health for the development and county's security, the Concept of the State Policy on Healthy Nutrition of the Kazakhstan population is defined, providing for a set of activities aimed at creating conditions that meet the needs of various groups of the population in rational, healthy nutrition, taking into account their traditions, habits and economic situation. In the macaroni products market, the dietary and functional products, enriched pasta and high nutritional products occupy a small segment that does not exceed 1%. In connection with this fact, the development of a range of macaroni products of increased nutritional value, with a purposefully changed chemical composition remains topical. In the macaroni industry, the increase in the food and biological value of products is achieved through the introduction of non-traditional types of raw materials and special food additives into the formulation. The research objects are wheat flour of the highest grade, a polydisperse corn flour, chick-pea flour and amaranth flour and the influence of these polydisperse systems on the properties of gluten, the rheological properties of the dough and the quality of the finished products have been determined. Based on the experimental data obtained, it is established that for the production of pasta from bakery flour of high quality with good physical-chemical and organoleptic characteristics, no more than 10.0% of corn and chick-pea flour and not more than 7.5% of amaranth flour can be added to the recipe; further increasing the dosage of flour from cereals and legumes leads to a deterioration in the quality of finished products. The use of polydisperse flour from cereals and legumes is expedient for the enrichment of macaroni products with valuable food ingredients - proteins, essential amino acids, vitamins and minerals.

Keywords:baking flour, polydisperse flour, pasta, rheological properties, product quality

Для цитирования
Изтаев Б.А., Искакова Г.К., Умирзакова Г.А., Магомедов Г.О. Расширение ассортимента макаронных изделий за счет использования комбинированных систем сырья // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 1. С. 173–180. doi:10.20914/2310-1202-2018-1-173-180

For citation
Iztaev B.A., Iskakova G.K., Umirzakova G.A., Magomedov G.O. Expansion of the range of pasta products through the use of vegetable raw materials. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 1. pp. 173–180. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-1-173-180

Введение

Одна из современных проблем человечества – создание пищи полезной для здоровья человека. Дефицит в организме белков, пищевых волокон, витаминов, макро- и микроэлементов представляет собой угрозу для здоровья и требует срочного пересмотра подходов к переработке растительного сырья.

Традиционные виды макаронных изделий обладают недостаточной пищевой ценностью, несбалансированностью основных питательных веществ: белков и углеводов. В настоящее время перед макаронной промышленностью поставлены задачи улучшения ассортимента, повышения качества продукции, расширения производства продуктов, обогащенных белками, витаминами и другими компонентами высокой пищевой и биологической ценностью. Наиболее перспективный путь решения этой проблемы – производство изделий, обогащенных биологически ценными добавками, полученными путем переработки растительного сырья, что позволит повысить качество питания, удовлетворить спрос на диетические и лечебные продукты отечественного производства [1, 2].

Наибольшего положительного эффекта при повышении пищевой и биологической ценности макаронных изделий позволяет добиться использование продуктов переработки бобовых культур. К группе зернобобовых культур относят: сою, горох, нут, чечевицу, фасоль, люпин, арахис, чину, вику и др. Зернобобовые культуры представляют собой важную и специфическую составную часть зернового комплекса, так как решают проблему обеспечения населения ценными, высококачественными пищевыми продуктами. Семена зернобобовых служат важным источником высокоценного пищевого белка, крахмала, пищевых волокон, витаминов и большинства минеральных веществ [3, 4].

По химическому составу и пищевой ценности эти культуры наиболее близки к животным белкам – мясу, рыбе, а также молоку. Анализ химического состава семян показывает, что в бобовых культурах больше всего белка содержится в сое, а крахмала – в нуте. Содержание сахара в семенах колеблется от 2,9 (чечевица) до 1,5% (соя), жира – от 1,3 (чечевица) до 60,7% (арахис), клетчатки в семенах бобовых – от 3,9 (чечевица) до 14,1% (люпин желтый). Белок зернобобовых богаче и незаменимыми аминокислотами, особенно лизином, содержание которого в 2–2,5 раза больше, чем в белке злаковых культур и характеризуется хорошей сбалансированностью. Отличается также высокими функциональными свойствами, хорошей перевариваемостью. Растворимость белка превышает в 2–2,5 раза этот показатель для злаковых. Преимущества использования бобовых культур связаны главным образом с тем, что они позволяют в максимальной степени обогатить макаронные изделия белком, что является актуальной задачей.

Среди растительных культур ведущее место по объему производства и темпам роста занимают злаковые. Ресурсы белка, производимого этими культурами, могли бы удовлетворить все население при условии пополнения рациона питания человека недостающими аминокислотами. Главными лимитирующими аминокислотами для белков злаковых является лизин, триптофан и метионин [5–7]. Овес, ячмень, рис, сорго, кукуруза, просо, гречиха относятся к группе зерновых злаков. Семена злаковых содержат 7–13% белка, а некоторые до 15%. Кроме отличий в химическом составе зерна этих культур, а следовательно, продуктов помола, необходимо отметить различия в строении и свойствах основного их компонента крахмала: он отличается по соотношению амилазы и амилопектина, по температуре клейстеризации и размеру гранул.

Целесообразность и эффективность применения различных видов пищевых добавок оценивается по их влиянию на качество продукта и параметры процесса производства: физико-химические и органолептические показатели качества готовых изделий; пищевая ценность готовых изделий; технологические режимы производства; производительность оборудования.

Правильный выбор добавки для обогащения пищевых продуктов, в том числе, макаронных изделий должен базироваться на теории сбалансированного питания и учитывать содержание биологически активного вещества в добавке, которое должно быть на уровне, обеспечивающем профилактические свойства продукта при реальных технологических дозировках, а также гарантировать соблюдение требуемого качества продукта, в том числе, при хранении, транспортировании и варке.

В связи с вышесказанным необходим комплексный подход к разработке макаронных изделий повышенной пищевой ценности, который должен основываться на теоретически и экспериментально обоснованном выборе таких обогащающих добавок и нетрадиционных видов основного сырья, которые, с одной стороны, способствовали бы повышению пищевой ценности макаронной продукции и, с другой, обеспечивали бы стабильность качества макаронных изделий из хлебопекарной муки

или придавали бы им специальные физико-химические характеристики, способствующие выработке высококачественной продукции.

Материалы и методы

Для проведения исследований использована мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта, полидисперсная кукурузная, нутовая, амарантовая мука и определены влияние указанных полидисперсных систем на свойства клейковины, реологические свойства теста и качество готовых изделий.

Содержание сырой клейковины определяли стандартным методом по ГОСТ 27839-88. Содержание сырой клейковины выражали в процентах к массе муки.

Качество сырой клейковины определяли путем измерения ее упругоэластичных свойств по ГОСТ 27839–88.

На фаринографе Брабендера по ГОСТ Р 51404-99 определяли такие реологические свойства муки, как водопоглощение, время образования теста, стабильность теста, степень разжижения теста.

Определение вязкости с применением амилографа осуществляли по ГОСТ ISO 7973- 2013.

Органолептические и физико-химические показатели качества макаронных изделий определяли согласно руководству [8].

Для определения внешнего вида (цвет, состояние поверхности, форма, запах и вкус) пробу макаронных изделий помещали на гладкую поверхность, осторожно перемешивали и рассматривали.

Влажность определяли путем высушивания тщательно измельченных макаронных изделий в сушильном шкафу марки СЭШ-3М при температуре 130 °С в течение 40 мин и выражали в процентах. Кислотность макаронных изделий определяли методом водной болтушки и выражали в градусах.

Варочные свойства макаронных изделий характеризуются следующими показателями: сохранностью формы, длительностью варки до готовности, коэффициентом увеличения массы изделий ($К_м$), количеством СВ, перешедших в варочную воду, состоянием варочной воды.

Для определения состояния изделий после варки 50–100 г. макаронных изделий помещали в десятикратное по массе количество кипящей воды и варили до готовности. После варки макаронные изделия переносили на сито, дали стечь воде и путем внешнего осмотра устанавливали сохранность формы изделий и склеиваемость их между собой.

Продолжительность варки до готовности определяли промежутком времени от погружения изделий в кипящую воду до момента исчезновения мучнистого не проварившегося слоя. При варке макаронных изделий из кастрюли периодически вынимали небольшой отрезок изделий, помещали его между двумя стеклышками (удобно использовать предметные стекла от микроскопа) и сдавливали. Исчезновение не проваренного мучнистого «фитиля» свидетельствует о готовности сваренных изделий.

Коэффициент увеличения массы изделий во время варки подсчитывали по формуле

$$К = М_2 - М_1 / М_1$$

где $М_2$ – масса сваренных изделий, г (определяли после сливания варочной жидкости); $М_1$ – масса сухих изделий, г.

Количество сухих веществ, перешедших в варочную воду, определяли ускоренным методом и выражали в процентах к массе сухих изделий взятых на варку. Количество сухих веществ П (в%), перешедших в варочную воду рассчитывали по формуле:

$$П = (в - а)V / 50G \times (100) \quad (1)$$

где в – масса чашки с сухим остатком, г; а – масса пустой чашки, г.

Результаты и обсуждение

Существенную роль в технологическом процессе производства макаронных изделий играют водонерастворимые белки – глиадин и глютенин, которые при замесе теста формируют своеобразный комплекс белковых веществ, называемый клейковиной. В связи с этим нами исследовано влияние кукурузной, нутовой и амарантовой муки в дозировках 5; 7,5; 10; 12.5; 15; 17,5; 20% на свойства клейковины, как основного структурообразующего компонента пшеничной муки.

Результаты исследования влияния внесения кукурузной, нутовой и амарантовой муки на свойства клейковины представлены в таблице 1.

Данные таблицы 1 свидетельствуют о том, что с увеличением дозировок кукурузной, нутовой и амарантовой муки ухудшаются свойства клейковины, что выражается в уменьшении массы сырой клейковины и снижении ее качества. Так, с увеличением дозировки кукурузной, нутовой и амарантовой муки от 5 до 20% к массе пшеничной муки высшего сорта содержание сырой клейковины уменьшается, соответственно на 1,2–9,56, 0,96–6,06 и 0,36–7,16%

в сравнении с контрольным образцом. Если показание прибора ИДК-1 составляет 72 ед. прибора для контрольного образца, то с увеличением дозировок кукурузной, нутовой и амарантовой муки от 5 до 20% к массе пшеничной муки высшего сорта они изменялись соответственно от 71 до 100, от 72 до 103, от 73 до 100 ед. прибора.

Таким образом, результаты исследования свидетельствуют об ухудшении свойств клейковины при использовании кукурузной, нутовой и амарантовой муки. Однако необходимо отметить, что при внесении до 10% кукурузной и нутовой муки и 7,5% амарантовой муки к массе пшеничной муки высшего сорта показатели качества клейковины аналогичны показателям контрольного образца.

Таблица 1.

Влияние добавок на свойства клейковины пшеничной муки

Table 1.

The effect of additives on properties of gluten wheat flour

Наименование показателя Indicators	Контроль Control sample	Содержание полидисперсной муки Polydisperse flour content, %						
		5	7,5	10	12,5	15	17,5	20
кукурузная мука corn flour								
Количество клейковины Gluten, %	30,36	29,16	28,7	26,3	24,08	23,0	21,9	20,8
Качество клейковины, ИДК, ед. прибора Gluten quality, Gluten Strain Meter, device units	72	71	72	74	88	90	98	100
нутовая мука chick-pea flour								
Количество клейковины, % Gluten, %	30,36	29,4	29,0	28,1	27,5	26,3	25,0	24,3
Качество клейковины, ИДК, ед. прибора Gluten quality, Gluten Strain Meter, device units	72	72	73	75	86	92	100	103
амарантовая мука amaranth flour								
Количество клейковины, % Gluten, %	30,36	30,0	29,2	27,6	26,5	25,7	24,4	23,2
Качество клейковины, ИДК, ед. прибора Gluten quality, Gluten Strain Meter, device units	72	73	76	87	89	95	97	100

С целью определения возможных дозировок кукурузной, нутовой и амарантовой муки в рецептуре макаронные изделия изготавливали в лабораторных условиях по рецептуре и технологическим параметрам, приведенным в руководстве [8]. Нами исследовано влияние кукурузной, нутовой и амарантовой муки в дозировках 5; 7,5; 10; 12.5; 15; 17,5; 20% на органолептические и физико-химические показатели качества макаронных изделий. Контролем служили образцы макаронных изделий из хлебопекарной муки высшего сорта без добавок.

При применении кукурузной и нутовой муки до 10%, амарантовой муки до 7,5% к массе пшеничной хлебопекарной муки не наблюдали существенных изменений по органолептическим и физико-химическим показателям по сравнению с контрольным образцом. Макаронные изделия были гладкими, форма соответствовала данному виду изделий, цвет изделий не ухудшается. После варки изделия характеризовались одинаковой с контрольным образцом упругостью, варочная вода также была прозрачной, как в контрольном образце. Цвет изделий при применении морковного порошка был более насыщенным желтым.

Результаты исследований физико-химических показателей приведены в таблице 2.

Из таблицы 2 видно, по мере увеличения дозировки кукурузной полидисперсной муки от 5 до 20% кислотность изделий увеличивается на 0–0,8 град, нутовой муки – на 0–1,8 град, амарантовой муки – на 0,2–1,6 град по сравнению с контролем, а продолжительность варки до готовности увеличивается на 0 – 2 мин, на 0–3 мин и на 0–3 мин, соответственно.

Таблица 2.

Влияние добавок на физико-химические показатели качества макаронных изделий из хлебопекарной муки

Table 2.

Influence of additives on physico-chemical quality parameters of pasta from baking flour

Наименование показателя Indicators	Контроль Control sample	Содержание полидисперсной муки Polydisperse flour content, %						
		5	7,5	10	12,5	15	17,5	20
кукурузная мука | corn flour								
Влажность Humidity, %	12,8	13,0	13,0	12,6	12,8	12,8	13,0	13,0
Кислотность Acidity, град degree	2,6	2,6	2,6	2,8	2,8	3,0	3,2	3,4
Варочные свойства Cooking properties: – сохранность формы safety of the form	не деформируются, не слипаются do not deform, do not stick together	не деформируются, не слипаются do not deform, do not stick together			слегка слипаются slightly stick together			
– коэффициент увеличения массы изделий ($К_м$) coefficient of mass increase of products (Km)	1,80	1,80	1,78	1,76	1,64	1,56	1,49	1,39
– количество СВ, перешедших в варочную воду amount of dry subsrances, converted to cooking water,%	8,24	8,24	8,39	8,50	9,46	10,25	11,08	12,13
– состояние варочной воды condition of cooking water	прозрачная clear	прозрачная clear			не прозрачная not clear			
– продолжительность варки до готовности duration of cooking until ready, мин min	7	7	7	7	8	8	9	9
нутовая мука | chick-pea flour								
Влажность Humidity, %	12,8	13,2	13,3	13,4	13,4	13,5	13,4	13,5
Кислотность Acidity, град degree	2,6	2,6	2,8	3,0	3,4	3,8	4,0	4,4
Варочные свойства Cooking properties: – сохранность формы safety of the form	не деформируются, не слипаются do not deform, do not stick together	не деформируются, не слипаются do not deform, do not stick together			слегка слипаются slightly stick together		слипаются stick together	
– коэффициент увеличения массы изделий ($К_м$) coefficient of mass increase of products (Km)	1,80	1,80	1,78	1,74	1,65	1,54	1,43	1,34
– количество СВ, перешедших в варочную воду amount of dry subsrances, converted to cooking water,%	8,24	8,25	8,50	8,80	9,76	10,5	11,4	12,43
– состояние варочной воды condition of cooking water	прозрачная clear	прозрачная clear			не прозрачная not clear			
– продолжительность варки до готовности duration of cooking until ready, мин min	7	7	7	7	8	9	9	10
амарантовая мука | amaranth flour								
Влажность Humidity, %	12,8	13,0	13,0	13,0	13,0	13,2	,0	13,0
Кислотность Acidity, град degree	2,6	2,8	2,8	3,0	3,2	3,6	4,0	4,2
Варочные свойства Cooking properties: – сохранность формы safety of the form	не деформируются, не слипаются do not deform, do not stick together	не деформируются, не слипаются do not deform, do not stick together			слегка слипаются slightly stick together			
– коэффициент увеличения массы изделий ($К_м$) coefficient of mass increase of products (Km)	1,80	1,78	1,75	1,63	1,51	1,49	1,43	1,38
– количество СВ, перешедших в варочную воду amount of dry subsrances, converted to cooking water,%	8,24	8,21	8,51	9,50	9,97	10,96	11,76	12,1
– состояние варочной воды condition of cooking water	прозрачная clear	прозрачная clear		не прозрачная not clear				
– продолжительность варки до готовности duration of cooking until ready, мин min	7	7	7	8	9	9	10	10

Коэффициент увеличения массы изделий уменьшается с добавлением кукурузной муки с 1,80 до 1,39%, нутовой муки – с 1,8 до 1,34%, амарантовой муки – с 1,78 до 1,38% по сравнению с контролем. В тесной связи с этими показателями находится основной показатель варочных свойств макаронных изделий – количество сухих веществ перешедших в варочную воду. Белоксодержащие добавки способствуют увеличению содержания сухих веществ в варочной среде. Так, с увеличением дозировки кукурузной муки количество сухих веществ перешедших в варочную воду увеличивается на 0–3,89%, нутовой муки – на 0,01–4,19%, амарантовой муки – на 0,01–3,86% по сравнению с контролем.

Таким образом, на основании результатов исследований влияния кукурузной, нутовой и амарантовой муки на качество готовых макаронных изделий установлены оптимальные дозировки полидисперсной кукурузной и нутовой муки до 10%, амарантовой муки до 7,5% к массе пшеничной муки высшего сорта. Дальнейшее увеличение дозировок полидисперсной кукурузной, нутовой и амарантовой муки приводит к ухудшению технологических свойств макаронных изделий.

Для выработки изделий высокого качества макаронное тесто должно иметь достаточную прочность и обладать оптимальными упругопластичными свойствами. От реологических свойств макаронного теста во многом зависит качество макаронных изделий. Нами определены реологические свойства теста из пшеничной муки высшего сорта с добавлением оптимальной дозировки полидисперсной кукурузной, нутовой и амарантовой муки на фариографе и амилографе.

Результаты исследования влияния кукурузной, нутовой и амарантовой муки на реологические свойства теста из пшеничной муки высшего сорта на фариографе и амилографе приведены в таблицах 3 и 4.

Анализ данных фариограммы (таблица 3) показал, что применение кукурузной, нутовой и амарантовой муки эффективно влияет на водопоглотительную способность, другие показатели не уступают контрольным образцам.

Таблица 3.

Показатели фариограммы для макаронного теста из хлебопекарной муки высшего сорта с применением полидисперсной муки

Table 3.

Indicators of variogram for pasta dough from the baking flour with the use of a polydisperse flour

Показатели Indicators	Контроль Control	Пшеничная мука + 10% кукурузной муки Wheat flour + 10% corn flour	Пшеничная мука + 10% нутовой муки Wheat flour + 10% chick-pea flour	Пшеничная мука +7,5% амарантовой муки Wheat flour + 7.5% amaranth flour
Влажность муки Humidity of the flour, %	14,4	12,6	12,5	12,8
Консистенция Consistency, ЕФ FU	502	509	496	501
Водопоглощение на 500 ЕФ Water absorption at 500 FU	59,6	66,6	61	60,5
Время образования, мин Time of formation, min	2,5	2,2	6	3,2
Устойчивость Sustainability, мин min	11,0	2,4	9,2	6,9
Разжижение Dilution, ЕФ FU	31 / 46	72 / 97	26 / 61	49 / 75

Таблица 4.

Показатели амилограммы для макаронного теста из хлебопекарной муки высшего сорта с применением полидисперсной муки

Table 4.

Indicators aminogram for pasta dough from the baking flour with the use of a polydisperse flour

Показатели Indicators	Контроль Control	Пшеничная мука + 10% кукурузной муки Wheat flour + 10% corn flour	Пшеничная мука + 10% нутовой муки Wheat flour + 10% Chick-pea flour	Пшеничная мука +7,5% амарантовой муки Wheat flour + 7.5% amaranth flour
Начало клейстеризации Start of gelatinization, ºС	61	61,1	61,8	61,4
Температура клейстеризации Gelatinization temperature, ºС	83,6	81,4	80,5	85,3
Максимум клейстеризации Maximum gelatinization, EAAU	677	600	603	578

Согласно анализу данных, добавление к пшеничной муке высшего сорта кукурузной и нутовой муки в количестве 10%, амарантовой муки – 7,5% заметного ухудшения физических свойств теста не вызывает.

Таким образом, проведенные исследования показали, что наиболее положительное влияние на качество макаронного теста оказали добавки полидисперсной кукурузной и нутовой муки 10%, амарантовой муки 7,5% к массе пшеничной муки высшего сорта.

Заключение

На основании полученных экспериментальных данных установлено, что для получения макаронных изделий из хлебопекарной муки высшего сорта с хорошими физико-химическими и органолептическими показателями в рецептуру допустимо внесение не более 10,0% кукурузной и нутовой муки и не более 7,5% амарантовой муки, дальнейшее увеличение дозировок муки из зерновых и бобовых культур приводит к ухудшению качества готовой продукции. Применение полидисперсной муки из зерновых и бобовых культур целесообразно для обогащения макаронных изделий ценными пищевыми компонентами – белками, незаменимыми аминокислотами, витаминами и минеральными веществами.

ЛИТЕРАТУРА

1 Samira Bernardino R. P., Eliana B.G., Grande F., Elizabete W.M. Techniques to evaluate changes in the nutritional profile of food products // Journal of Food Composition and Analysis. 2016. V. 53. P.1-6.

2 Oladunmoye O.O., Aworth O.C., Ade-Omowaye B., Elemo G. Substitution of wheat with cassava starch effect on dough behaviour and quality characteristics of macaroni noodles // Nutrition & Food Science. 2017. V. 47. P. 108-121.

3 Лисовская Д. П., Рощина Е. В., Микулович Л. Б. Товароведение и экспертиза зерномучных товаров: учеб. пособие. Минск: ИВЦ Минфина, 2014. 558 с.

4 Долматова И. А., Зайцева Т. Н., Иванова Г. Д. Обогащение макаронных изделий растительными компонентами // Материалы МНПК «Актуальные проблемы развития общественного питания и пищевой промышленности». Белгород, 2014. С. 208–210.

5 Коргина Т.В., Осипова Г.А., Сечина Д.С. Расширение ассортимента макаронных изделий за счет использования растительного сырья // Хлебопродукты. 2014. № 2. С.39-42.

6 Palavecino P.M., Bustos M.C., Alabi M.B.H. Effect of ingredient on the quality of gluten – free sorghum pasta // Journal of food science. 2017. V. 82. P. 2085-2093.

7 Fuad T., Prabhasankar P. Role of ingredients in pasta product quality: a review on recent developments // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2010. V. 50 (8). P. 787–798.

8 Искакова Г.К. Методические указания для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Технология макаронного производства» для студентов специальности 5В072700. Алматы: АТУ, 2013. 32 с.

REFERENCES

1 Samira Bernardino R. P., Eliana B.G., Grande F., Elizabete W.M. Techniques to evaluate changes in the nutritional profile of food products. Journal of Food Composition and Analysis. 2016. vol. 53. pp. 1-6.

2 Oladunmoye O.O., Aworth O.C., Ade-Omowaye B., Elemo G. Substitution of wheat with cassava starch effect on dough behaviour and quality characteristics of macaroni noodles. Nutrition & Food Science. 2017. vol. 47. pp. 108-121.

3 Lisovskaya D.P., Roshchina E.V., Mikulovich L.B. Tovarovedenie I ekspertiza [Commodity research and examination of grain products] Minsk, Information and Analytical Center of the Ministry of Finance, 2014. 558 p. (I Russian)

4 Dolmatova I.A., Zaitseva T.N., Ivanova G.D. Enrichment of macaroni products with plant components. Aktual'nye problem razvitiya obshchestvennogo pitaniya [Materials of the international scientific-practical conference "Actual problems of the development of public catering and the food industry"] Belgorod, 2014. pp. 208-210. (in Russian)

5 Korgina T.V., Osipova G.A., Sechina D.S. Expansion of assortment of macaroni products at the expense of use of vegetative raw materials. *Khleboprodukty* [Bread products] 2014. no. 2. pp. 39-42. (in Russian)

6 Palavecino P.M., Bustos M.C., Alabi M.B.H. Effect of ingredient on the quality of gluten – free sorghum pasta. Journal of food science. 2017. vol. 82. pp. 2085-2093.

7 Fuad T., Prabhasankar P. Role of ingredients in pasta product quality: a review on recent developments. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2010. vol. 50 (8). pp. 787–798.

8 Iskakova G.K. Metodicheskie ukazaniya "Tekhnologiya makaronnogo proizvodstva" [Methodical instructions for performing laboratory work on the discipline "Technology of pasta production" for students of specialty 5B072700] Almaty, ATU, 2013. 32 p. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Бауржан А. Изтаев к.т.н., доцент, кафедра технологии хлебопродуктов и перерабатывающих производств, Алматинский технологический университет, ул. Толе би, 100, baurgoldman@mail.ru

Галия К. Искакова д.т.н., профессор , кафедра технологии хлебопродуктов и перерабатывающих производств, Алматинский технологический университет, ул. Толе би, 100, г. Алматы, Казахстан, iskakova-61@mail.ru

Гулжанат А. Умирзакова докторант PhD, кафедра технологии хлебопродуктов и перерабатывающих производств, Алматинский технологический университет, ул. Толе би, 100, г. Алматы, Казахстан, zhan_u_a@mail.ru

Газибег О. Магомедов д.т.н., профессор, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Baurzhan A. Iztaev Cand. Sci. (Engin.), associate professor, Technology of bread products and processing industries department, Almaty technological University, Tole bi, 100, Almaty, Kazakhstan, baurgoldman@mail.ru

Galiya K. Iskakova Dr. Sci. (Engin.), professor, Technology of bread products and processing industries department, Almaty technological University, Tole bi, 100, Almaty, Kazakhstan, iskakova-61@mail.ru

Gulzhanat A. Umirzakova PhD student, Technology of bread products and processing industries department, Almaty technological University, Tole bi, 100, Almaty, Kazakhstan, zhan_u_a@mail.ru

Gazibeg O. Magomedov Dr. Sci. (Engin.), professor, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

CONTRIBUTION

All authors equally participated in writing the manuscript and responsible for the plagiarism

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

ПОСТУПИЛА 28.12.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 21.02.2018

RECEIVED 12.28.2017

ACCEPTED 2.21.2018

Оригинальная статья/Original article

УДК 664/ 664.6

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-181-192

Применение центробежно-шнекового смесителя непрерывного действия для повышения качества мучных хлебопекарных смесей функционального назначения

Дмитрий М. Бородулин [1] borodulin_dmitri@list.ru
Дмитрий И. Киселев [1] eidos-92@mail.ru
Екатерина В. Невская [2] katerinarose@mail.ru
Андрей А. Невский [2] katerinarose@mail.ru
Елена А. Вагайцева [1] vagaitseva@mail.ru

[1] Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет), б-р Строителей, 47, г. Кемерово, Россия
[2] Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности, ул. Б. Черкизовская, 26А, г. Москва, 107553, Россия

Реферат. Изучено влияние количества витков шнека центробежно-шнекового смесителя, количества отверстий в витках шнека и частоты вращения ротора на качество смешивания мучных хлебопекарных смесей функционального назначения, обогащенных аминокислотами. Эти смеси составлены из следующего сырья: мука пшеничная хлебопекарная, мука пшеничная цельнозерновая, мука нутовая, мука ржаная, мука гречневая, отруби овсяные, клейковина сухая, молоко сухое, кунжут, семя льна, лук репчатый сушеный, соль поваренная и сахар-песок. В качестве компонента, отражающего однородность смеси, приняли поваренную соль, поскольку она имеют минимальную массу по отношению к другим компонентам рецептуры. Для оценки качества смешивания рассчитывали коэффициент неоднородности. Определены оптимальные параметры работы центробежно–шнекового смесителя для разных вариантов мучных хлебопекарных смесей. Для смеси № 1 и смеси № 2 оптимальными параметрами работы смесителя являются: частота вращенияротора 900 об/мин, количество витков шнека 4, количество отверстий на витках шнека 4. Для смеси № 3: частота вращенияротора 500 об/мин, количество витков шнека 2, количество отверстий на витках шнека 8. Использование центробежно–шнекового смесителя позволяет получать обогащенную аминокислотами мучную хлебопекарную смесь хорошего качества, при этом значение коэффициента неоднородности смеси не превышает 5%. Содержание аминокислот во всех образцах хлеба существенно выше по сравнению с контролем. В зависимости от рецептуры хлеба содержание аминокислот по сравнению с контролем увеличилось на 83–97% для аргинина, на 52–61% для тирозина, на 52–66% для фенилаланина, на 72–74% для гистидина, на 91% для суммы лейцина и изолейцина, на 53–56% для метионина, на 90–97% для валина, на 64–72% для пролина, на 87–93% для треонина, на 58–87% для серина и на 74% для аланина. Наибольшей биологической ценностью обладают мучные хлебопекарные смеси № 2 и № 1. Определен экономический эффект от продажи обогащенной мучной хлебопекарной смеси, приготовленной на центробежно–шнековом смесителе. Установлено, что себестоимость сырья для приготовления 1 килограмма обогащенной мучной хлебопекарной смеси, составляет 50,39 руб. Срок окупаемости центробежно-шнекового смесителя составит 0,02 года.

Ключевые слова: центробежно-шнековый смеситель, качество смешивания, неоднородность, параметры, биологическая ценность, мучная хлебопекарная смесь

The use of a continuous-action centrifugal-screw mixer for improving the quality of flour baking mixes for functional purposes

Dmitrii M. Borodulin [1] borodulin_dmitri@list.ru
Dmitrii I. Kiselev [1] eidos-92@mail.ru
Ekaterina V. Nevskaya [2] katerinarose@mail.ru
Andrey A. Nevskiy [2] katerinarose@mail.ru
Elena A. Vagaytseva [1] vagaitseva@mail.ru

[1] Kemerovo Institute of Food Science and Technology, Stroiteley Boulevard, 47, Kemerovo, 650056, Russia
[2] Scientific Research Institute of the Bakery Industry, B. Cherkizovskaya str., 26A, Moscow, 107553, Russia

Для цитирования

Бородулин Д.М., Киселев Д.И., Невская Е.В., Невский А.А., Вагайцева Е.А. Применение центробежно-шнекового смесителя непрерывного действия для повышения качества мучных хлебопекарных смесей функционального назначения // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 1. С. 181–192. doi:10.20914/2310-1202-2018-1-181-192

For citation

Borodulin D.M., Kiselev D.I., Nevskaja E.V., Nevsky A.A., Vagaytseva E.A. The use of a continuous-action centrifugal-screw mixer for improving the quality of flour baking mixes for functional purposes. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 1. pp. 181–192. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-1-181-192

Summary.The influence of the number of screw turns of a centrifugal-screw mixer, the number of holes in the screw turns and the rotor speed on the quality of mixing of flour baking mixes of functional purpose enriched with amino acids was studied. Flour baking mix is composed of wheat flour, whole wheat flour, chickpeas flour, rye flour, buckwheat flour, oat bran, gluten, dry milk powder, sesame seeds, flax seed, dried onions, table salt and sugar. The homogeneity of the mixture reflects table salt because it has a minimal weight relative to other components of the mix. The coefficient of heterogeneity was calculated to assess the quality of mixing. The centrifugal-screw mixer optimal operation parameters were investigated for different flour baking mixes. For the mix № 1 and mix № 2 optimal parameters are rotor rotating speed of 900 rpm, the number of turns of the screw 4 and the number of holes on the threads of the screw 4. For the mix № 3 optimal parameters are rotor speed of 500 rpm, the number of turns of the screw 2 and the number of holes on the threads of the screw 8. The centrifugal–screw mixer allow to obtain enriched with amino acids flour baking mix of good quality. The coefficient of heterogeneity of mixes does not exceed 5%. For all samples of bread amino acid content is significantly higher compared to the control sample. Depending on the bread recipe contents of amino acids increased by 83–97% for arginine, 52–61% for tyrosine, 52–66% for phenylalanine, 72–74% for histidine, 91% for leucine+ isoleucine, 53–56% for methionine, 90–97% for valine, 64–72% for proline, 87–93% for threonine, 58–87% for serine and 74% for alanine. The greatest biological value is attributed to flour the baking mix № 1 and № 2. The economic effect of selling an enriched flour bakery mixture prepared on a centrifugal–screw mixer has been determined. It is established that the operating costs for the production of 1 kg of such flour will amount to 0.39 rubles. The prime cost of raw materials for the preparation of 1 kilogram of enriched flour bakery mixture is 50.39 rubles. The payback period of the centrifugal-screw mixer will be 0.02 year.

Keywords:centrifugal-screw mixer, the mixing quality, heterogeneity, parameters, biological value, flour baking mix

Введение

Концепция государственной политики в области здорового питания населения РФ предусматривает создание пищевой продукции с повышенной пищевой и биологической ценностью, обогащенной различными макро- и микронутриентами, в том числе полиненасыщенными жирными кислотами омега-3 и омега-6, витаминами, аминокислотами, другими биологически активными веществами. Хлеб относится к продуктам массового потребления, поэтому повышение его качества, пищевой и биологической ценности является особо актуальной задачей. Работы в этом направлении активно ведутся у нас в стране, в странах ближнего и дальнего зарубежья.

Так, учеными Алжира [1] изучены качественные характеристики пшеничного хлеба при частичной замене в его рецептуре пшеничной муки на картофельный крахмал. В их экспериментах мучная смесь состояла на 20% из пшеничной муки и на 80% – из картофельного крахмала. Оценка хлебопекарных свойств таких мучных смесей на альфеографе показала, что они ухудшаются с увеличением содержания крахмала, поэтому в рецептуру была внесена пшеничная клейковина в количестве 32,77% от массы смеси. В Беларуси изучают хлебопекарные качества композитных смесей из пшенной и пшеничной муки. В ходе экспериментов пшенную муку, полученную путем размалывания соответствующей крупы на лабораторной мельничке, добавляли к пшеничной муке высшего сорта в количества 5–25% от ее массы [2]. Установлено, что технологические качества композитной муки по сравнению с чисто пшеничной изменились незначительно. При сопоставлении кислотности, пористости и влажности опытных образцов хлеба установлено, что предпочтительно использовать безопарный способ и вносить пшенную муку в количестве 15%. Разработана рецептура хлеба из композитной муки (с содержанием муки из пшена 15% от массы пшеничной муки), включающая в себя также растительное масло, дрожжи, соль, сахар. Кислотность полученных опытных образцов составляла в среднем 2,75 °Т, пористость – 72,8%. По сравнению с хлебом из обычной муки опытные изделия содержали больше белков, жиров, селена, цинка. Сделан вывод, что мука из пшена может включаться в рецептуру пшеничного хлеба и тем самым повышать его пищевую ценность. Авторским коллективом [3] изучены хлебопекарные качества композитных смесей из пшеничной муки высшего сорта с добавлением фасолевой или гороховой муки в количестве 5–25% к массе пшеничной муки. Установлено, что состояние клейковинного комплекса композитных смесей с добавлением фасолевой или гороховой муки резко ухудшилось. Наиболее приемлемые технологические показатели качества композитных смесей получены при внесении фасолевой или гороховой муки до 10–15% к массе пшеничной муки. Проведены пробные выпечки. Рецептура включала муку, воду, дрожжи и соль, тесто готовили безопарным способом. Органолептические показатели качества готовых изделий были удовлетворительными. Рекомендованные дозировки: фасолевая мука – 15% и гороховая мука – 10% к массе пшеничной муки. Обзор литературы по использованию гидроколлоидов для получения композитных смесей, предназначенных для изготовления пшеничного хлеба, дан в статье [4, 5]. Автором установлено, что гидроколлоиды (камеди морских водорослей, модифицированная целлюлоза, пектины, галактоманнаны из семян бобовых

и экзополисахариды, полученные путем микробной ферментации) улучшают характеристики теста, качество конечного продукта и его хранимоспособность, а также способствуют повышению качества замороженного теста. Качество хлеба из смеси пшеничной и других видов муки или богатых пищевыми волокнами ингредиентов может быть улучшено путем добавления гидроколлоидов. В Африке изучена композитная мучная смесь на основе проса, фасоли, тигрового ореха (*Cyperusesculentus*) и ксантановой камеди [6]. Установлено, что смесь из 85% пшеничной муки с добавлением фасолевой муки и муки из тигрового ореха может служить рентабельной альтернативой 100%-ной пшеничной муке в хлебопекарном производстве. В Испании [7] изучена возможность замены в мучной смеси для приготовления теста пшеничной муки до 45% на смесь муки из гречки, зеленого гороха и тефф (полевичка, абиссинская трава, *Eragrostistef*). Эксперименты по замене до 50% пшеничной муки на муку из голозерного ячменя проведены в Италии [8], установлена обратно-пропорциональная зависимость между количеством ячменной муки в смеси и объемом теста. Выпечка хлебопекарных изделий в кухне ресторана из комплексных хлебопекарных смесей на основе продукции фирмы «Ирекс» обсуждается в работе [9]. Компонентами смесей «Ирекс» являются солодовые продукты, зерна злаков, семена масличных культур, пшеничный зародыш, отруби, овсяные хлопья, овощные добавки. В Кубанском государственном аграрном университете (Краснодар) изучены хлебопекарные свойства смесей пшеничной муки с овсяной(10, 20 или 30%). Установлено [10], что с увеличением дозировки овсяной муки количество клейковины в смеси уменьшалось, а упругие свойства сырой клейковины изменялись в сторону укрепления. Выявлена оптимальная дозировка овсяной муки 30% с точки зрения функциональности готового продукта. Хлебобулочные изделия с овсяной мукой характеризовались приятным вкусом и запахом и высокими показателями удельного объема и пористости. Употребление 150 г.данных изделий покрывает суточную потребность в пищевых волокнах на 21–24%, фосфорена 21–23%, железена 21–22%, витамине B_1 на 16–19%, витамине РРна 19%. Индекс незаменимых аминокислот увеличивается до 1,08–1,09 против 0,91 –для хлеба из пшеничной муки высшего сорта, что обусловлено более высоким содержанием незаменимых аминокислот в продуктах переработки овса. Изучались реологические характеристики углеводно-амилазного комплекса хлебопекарных смесей, состоящих из ржаной, пшеничной и амарантовой муки. Результаты изучения кинетики и динамики реологического поведения клейстеризованных мучных суспензий на приборе Амилотест АТ-97 показали целесообразность использования амарантовой муки для частичной замены ржаной муки в составе ржано-пшеничных хлебопекарных смесей [11]. Оценка смесительной способности сортов в целях повышения хлебопекарных качеств смесей при производстве ржаного и ржано-пшеничного хлеба на основе седиментационных оценок дана в работе [12]. Установлено, что смесительную способность на сортовом и популяционном уровнях можно тестировать по показателю SDS-седиментации. Изменения этого показателя следуют за изменениями количественного соотношения в смесях продуктов размола зерна озимой ржи и яровой мягкой пшеницы. Высокой смесительной силой обладают сорта Саратовская 5, Саратовская 7, Антарес, Безенчукская 87 и Радонь. Изучена [13] возможность использования хлебопекарной смеси «Фитнес микс овсянка»(хлопья овсяные, мука овсяная, крупа овсяная, мука пшеничная набухшая, отруби пшеничные, солод пшеничный, сухая ржаная заварка, клейковина пшеничная, аскорбиновая кислота, ферменты) для повышения качества и пищевой ценности хлеба из пшеничной муки высшего сорта. Изучено влияние дозировок хлебопекарной смеси 5–25% на процессы брожения, влажность и кислотность теста. Оптимальной при частичной замене муки на хлебопекарную смесь признана дозировка 15%. Благодаря компонентам хлебопекарной смеси существенно изменился аминокислотный состав белков опытных образцов хлеба: увеличилось количество незаменимых аминокислот на 3,26%, лизина на 1,18%, лейцина на 0,52%, валина на 0,51%, аргинина на 1,40%, гистидина на 0,41%.

Методология моделированию продуктов питания с целью повышения их пищевой и биологической ценности, а также возможности современного программного обеспечения в решении этой задачи описаны в работах [14, 15]. В НИИ хлебопекарной промышленности проводится работа по созданию мучных хлебопекарных смесей. Готовые смеси разрабатываются на базе отечественного натурального сырья, позволяющего повысить пищевую и биологическую ценность хлеба и хлебобулочных изделий. Интересным является предложенный [16, 17] в НИИ хлебопекарной промышленности подход

к оптимизации состава хлебопекарных смесей по критерию гликемического индекса. При оптимизации по этому критерию, выработка хлеба из многокомпонентных хлебопекарных смесей позволит получить изделие для профилактического питания. Так, образец хлеба, приготовленного из разработанной смеси, имел гликемический индекс ниже на 10–18% по сравнению с хлебом из пшеничной муки 1-го сорта.

Перспективы добавления муки крупяных и зернобобовых культур в хлебопекарные смеси с целью повышения биологической и пищевой ценности хлеба и хлебобулочных изделий рассмотрены в работе [18]. Приведен анализ изменения реологических свойств смесей на альвеографе при добавлении муки крупяных и зернобобовых культур к пшеничной. Рассмотрены возможности корректировки реологии смеси, в т. ч. сухой пшеничной клейковиной. Полученные результаты позволяют прогнозировать реологические свойства мучных смесей, что дает возможность изготавливать продукты диетического и лечебно-профилактического назначения без ухудшения свойств готовых изделий.

Нами предложено повышать пищевую и биологическую ценность хлеба за счет включения в рецептуру мучных хлебопекарных смесей помимо традиционного сырья (пшеничная и ржаная мука), обогащающих компонентов, таких как мука пшеничная цельнозерновая, мука нутовая и гречневая, овсяные отруби, клейковина, молоко, кунжут, семя льна, лук репчатый. Эти компоненты богаты микро- и макронутриентами, биологически активными веществами [19]. Цельнозерновая мука богата пищевыми волокнами и витаминами группы В. Овсяные отруби являются источником пищевых волокон, витаминов А, Е, группы В, микро- и макроэлементов. Нутовая мука – источник кальция, цинка, калия, магния, фосфора и железа, в ней содержится большое количество пищевых волокон, сложных углеводов, белка, а также витамин B_6. Семена кунжута содержат полиненасыщенные жирные кислоты омега-3, омега-6, витамины, макро- и микроэлементы, антиоксиданты.

Большое значение для получения качественного осуществления процесса смешивания имеет равномерное распределение всех входящих в рецептуру ингредиентов. При этом важно учитывать ряд факторов [19]: различие гранулометрических составов, плотности и других физико-механических характеристик компонентов смеси. Для решения этих задач используют высокоэффективное смесительное оборудование, например, смесители непрерывного действия центробежного типа [20]. Так, в лаборатории кафедры «Технологическое проектирование пищевых производств» Кемеровского технологического института пищевой промышленности (университет) был разработан центробежно-шнековый смеситель для сыпучих материалов.

Целью работы является установление рациональных конструкторских и технологических параметров работы смесителя непрерывного действия центробежно-шнекового типа, позволяющих получать мучные хлебопекарные смеси функционального назначения повышенного качества.

Материалы и методы

Объект исследования – мучные хлебопекарные смеси, включающие в себя следующее сырье: мука пшеничная хлебопекарная первого сорта по ГОСТ Р 52189-2003, мука пшеничная цельнозерновая(обойная) по ГОСТ Р 52189-2003, мука нутовая по ТУ 9293-009-89751414-10, мука ржаная хлебопекарная обойная по ГОСТ Р 52809-2007, мука гречневая по ГОСТ Р 31645-2012, отруби овсяные по ТУ 9295-001-85850409-2012, клейковина сухая (пшеничный глютен) по ГОСТ 31934-2012, молоко сухое по ГОСТ Р 52791-2007, кунжут по ГОСТ 12095-76, семя льна по ГОСТ 10582-76, лук репчатый сушеный по ГОСТ 7587-71, соль поваренная пищевая сорта «Экстра» по ГОСТ Р 51574-2000 и сахар-песок по ГОСТ 12572-93.

Рецептуры мучных хлебопекарных смесей разработаны в Федеральном государственном автономном научном учреждении «Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности»(ФГАНУ НИИХП).

Содержание поваренной соли в изделиях и мучных хлебопекарных смесях определяли по ГОСТ 5698-51, содержание аминокислот – методом капиллярного электрофореза согласно ГОСТ Р 55569-2013.

Исследования по оптимизации процесса смешивания проведены в лаборатории кафедры «Технологического проектирования пищевых производств» ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)» на разработанном [19, 21] учеными КемТИПП смесителе непрерывного действия центробежно-шнекового типа. Центробежно-шнековый смеситель предназначен для смешивания сыпучих материалов, например, сухих композитных смесей для питания спортсменов, мучных хлебопекарных смесей для приготовления хлебобулочных изделий и т. п.

Для получения мучных хлебопекарных смесей сконструирована технологическая линия, схематически изображенная на рисунке 1.

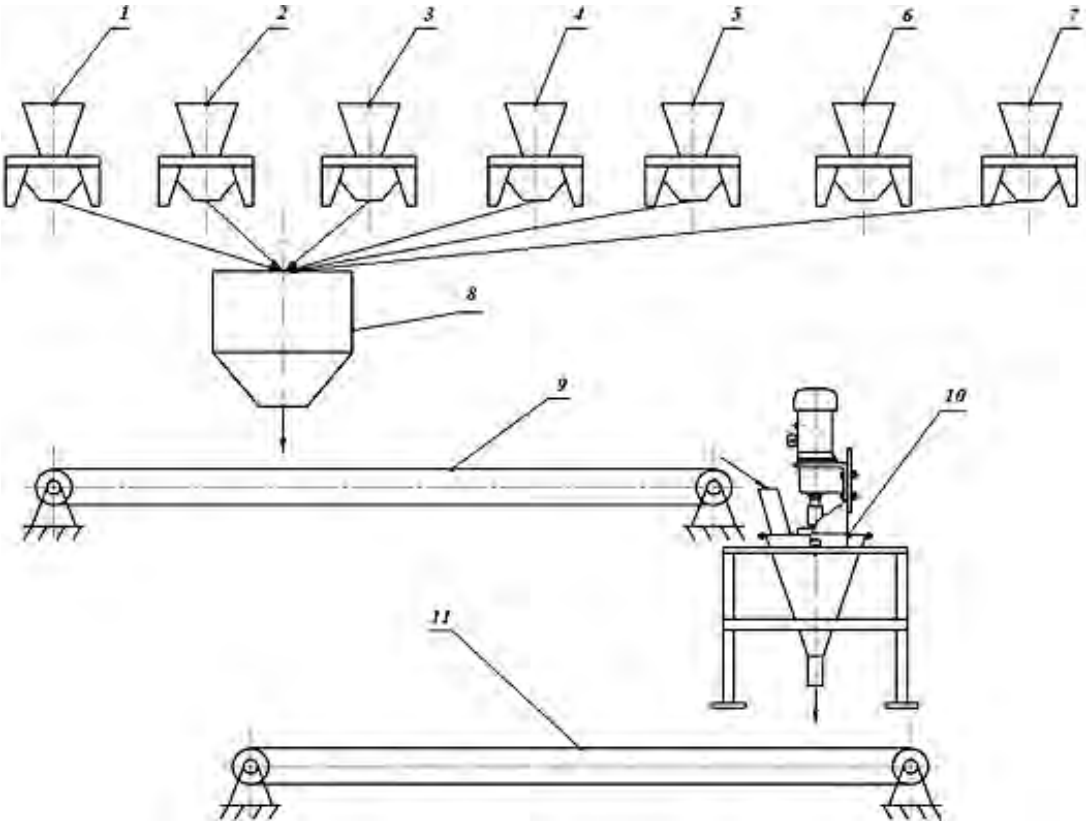


Рисунок 1. Технологическая линия приготовления мучных смесей: 1–7 – дозаторы, 8 – объемный дозатор, 9 и 11 – ленточные конвейеры, 10 – центробежно-шнековый смеситель.

Figure 1. Technological line for preparation of flour mixtures: 1–7 – dosers, 8 – volumetric doser, 9 and 11 – belt conveyors, 10 – centrifugal-screw mixer.

Прогнозирование качества смешивания компонентов при получении сыпучих комбинированных продуктов может осуществляться по различным критериям. Например, в работе [22], где рассматривается составление мучных смесей с использованием муки крупяных культур (ячменная, гороховая, гречневая, соевая), автор утверждает, что самым простым и доступным способом оценки однородности мучных композитных смесей можно считать расчет коэффициента неоднородности по показателю белизны. Авторами [23] предложен стохастический подход к оценке качества смешивания сыпучих материалов в центробежных смесителях. Ими рассмотрена возможность использования этого подхода к моделированию процесса смешивания сыпучих материалов в центробежных смесителях непрерывного действия на основе кинетических уравнений массопереноса, причем в качестве меры неоднородности состава смеси выбран коэффициент неоднородности [19–27] *Vc*:

$$V_C = \frac{S}{\overline{C}} \cdot 100\% \qquad (1)$$

где S – выборочное среднее квадратическое отклонение содержания поваренной соли в пробах, взятых из мучной смеси; $\overline{C}$ - выборочное среднее значение концентрации поваренной соли в пробах.

Для оценки качества смешивания каждую мучную смесь (таблица 1)представляли как бинарную, в которой в качестве ключевого компонента, отражающего однородность смеси приняли поваренную соль, поскольку она имеют минимальную массу по отношению к другим компонентам рецептуры, далее по формуле(1) определяли ее однородность.

Результаты и обсуждение

Процессы смешения широко используются во многих отраслях промышленности для приготовления сыпучих композиций из дисперсных материалов, которые можно осуществлять в непрерывном или периодическом режимах, например, на центробежно-шнековом смесителе, на котором были приготовлены хлебопекарные смеси по рецептуре, приведенной в таблице 1. Для сравнительного анализа была приготовлена контрольная смесь пшеничной муки и соли.

Таблица 1.

Рецептуры мучных хлебопекарных смесей

Table1.

Formulations of flour bakery mixes

Компоненты рецептуры, граммы Components of the formulation, grams	Контроль Control	Смесь № 1 Mixture № 1	Смесь № 2 Mixture № 2	Смесь № 3 Mixture № 3
Мука пшеничная 1 сорт Wheat flour 1st grade	200,0	730,6	436,5	143,0
Овсяные отруби Oat bran	–	91,3	–	–
Мука нутовая Chickpeas flour	–	64,0	–	–
Соль поваренная Table salt	5,0	13,7	13,7	5,0
Сахар–песок Granulated sugar	–	36,5	36,5	–
Клейковина сухая Gluten dry	–	27,4	26,2	8,3
Кунжут Sesame		36,5	–	–
Мука пшеничная цельнозерновая Flour of whole wheat	–	–	436,5	–
Молоко сухое Milk powder		–	26,2	–
Семя льна Flax seed	–	–	43,6	–
Мука ржаная обойная RyeflourWallpaper	–	–	–	83,0
Гречневая мука Buckwheat flour	–	–	–	41,4
Лук сушеный Dried onion	–	–	–	19,3

Для выявления степени влияния режимных и технологических параметров работы центробежно-шнекового смесителя на качество получаемых смесей был поставлен полнофакторный эксперимент. Его матрица планирования приведена в таблице 2.

Таблица 2.

План эксперимента

Table2.

Experiment plan

Номер опыта Experience number	Независимые переменные Independent variable		
	n	*Zo*	*Zв*
1	500	4	2
2	500	4	4
3	500	8	2
4	500	8	4
5	900	4	2
6	900	4	4
7	900	8	2
8	900	8	4

Смешивание компонентов по рецептуре проводили на центробежно-шнековом смесителе, варьируя конструкторские и технологические параметры его работы:

1. частоту вращения ротора *n* устанавливали 500 или 900 об/мин,

2. количество отверстий в витках шнека смесителя *Zo* составляло 4 или 8,

3. количество витков шнека смесителя *Zв* составляло 2 или 4.

Усредненные результаты коэффициента неоднородности (поскольку каждое исследование проводилось троекратно), для мучных хлебопекарных смесей приведены в таблице 3.

Таблица 3.

Коэффициент неоднородности

Table3.

Coefficient of inhomogeneity

Номер опыта по плану Experience number by plan	Коэффициент неоднородности Vc, % для смесей: The coefficient of heterogeneity of Vc, % for mixtures		
	Смесь № 1 Mix № 1	Смесь № 2 Mix № 2	Смесь№ 3 Mix № 3
1	5,92	4,32	5,17
2	8,56	5,11	4,82
3	9,37	3,51	3,91
4	11,2	5,29	3,93
5	5,6	3,99	4,14
6	3,79	3,50	4,32
7	12,06	4,31	3,96
8	11,95	5,07	4,07

По минимальному коэффициенту неоднородности (таблица 3) установлены оптимальные параметры работы центробежно-шнекового смесителя непрерывного действия.

Для смеси № 1 и смеси № 2 оптимальными параметрами работы смесителя являются:

1. частота вращения ротора $n = 900$ об/мин,

2. количество витков шнека $Zв = 4$,

3. количество отверстий на витках шнека $Zo = 4$.

Для смеси № 3 оптимальными параметрами работы смесителя являются:

1. частота вращенияротора $n = 500$ об/мин,

2. количество витков шнека $Zв = 2$,

3. количество отверстий на витках шнека $Zo = 8$.

При этих параметрах будет достигнута максимальная однородность и, соответственно, наилучшее качество мучных хлебопекарных смесей.

Воспользовавшись пакетом программы «Statistika», провели статический анализ полученных значений коэффициентов неоднородности в результате этого получили уравнения регрессии, которые позволяют прогнозировать качество получаемых хлебопекарных смесей в зависимости от режимных и конструктивных параметров работы центробежно-шнекового смесителя.

Для смеси № 1:

$$V_C = -0,00068 \cdot n - 0,3 \cdot Z_0 + 3,65 \cdot Z_V + 0,0023 \cdot n \cdot Z_0 - 0,0047 \cdot n \cdot Z_V - 0,0034 \cdot Z_0 \cdot Z_V$$

Для смеси № 2:

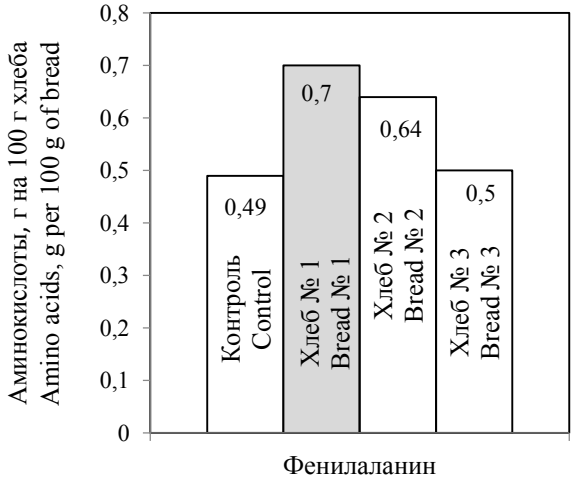
$$V_C = 0,0056 \cdot n + 0,298 \cdot Z_0 + 0,844 \cdot Z_V - 0,0006 \cdot n \cdot Z_0 - 0,0002 \cdot n \cdot Z_V + 0,074 \cdot Z_0 \cdot Z_V$$

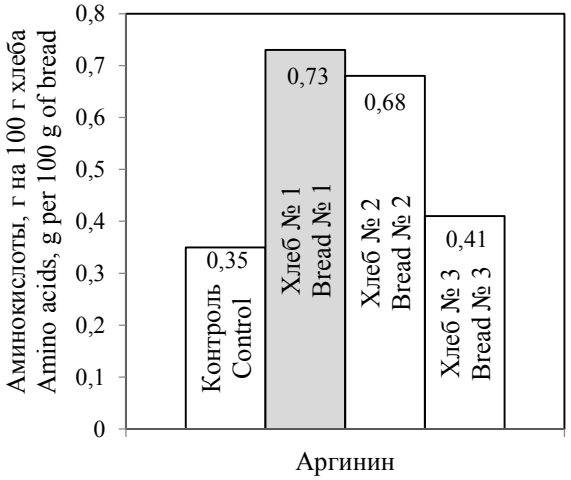
Для смеси № 3:

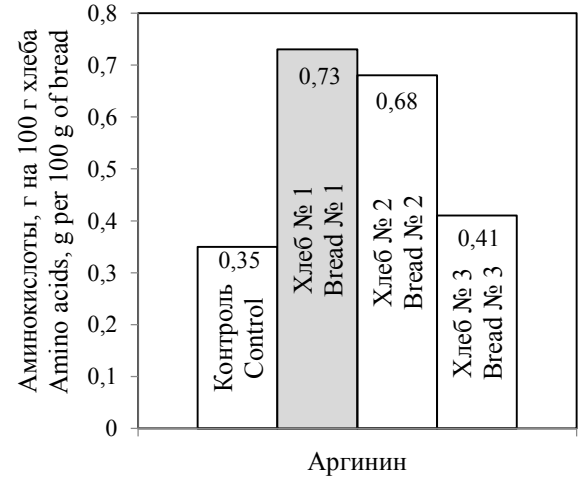
$$V_C = 0,004 \cdot n + 0,335 \cdot Z_0 + 1,47 \cdot Z_V - 0,0011 \cdot n \cdot Z_0 - 0,106 \cdot n \cdot Z_V - 0,074 \cdot Z_0 \cdot Z_V$$

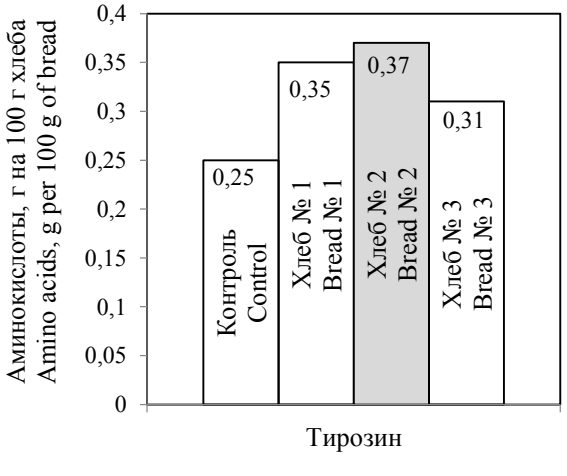
Полученные регрессионные модели являются адекватными, поскольку значения средней относительной погрешности между экспериментальными и модельными значениями полученных коэффициентов неоднородности для всех мучных хлебопекарных смесей не превышало 10% и составило: для смеси№ 1–4,8%, № 2–9,06% и № 3 – 9,08%.

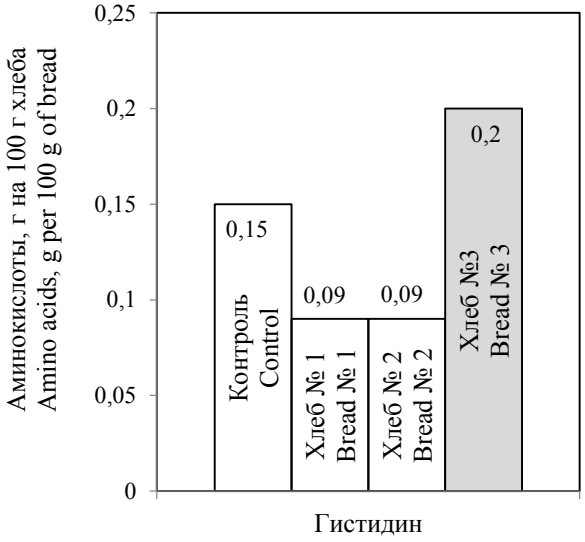
На следующем этапе исследований были проведены пробные выпечки хлеба из мучных хлебопекарных смесей, полученных при выявленных оптимальных параметрах работы центробежно-шнекового смесителя и изучена биологическая ценность полученного хлеба. Биологическую ценность определяли по результатам аминокислотного анализа образцов и контроля (рисунок 2). В качестве контрольного образца был взят хлеб, приготовленный из муки первого сорта без добавок (таблица 1).



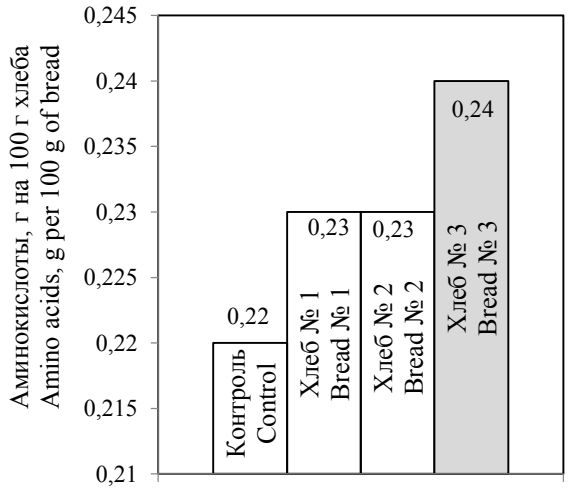




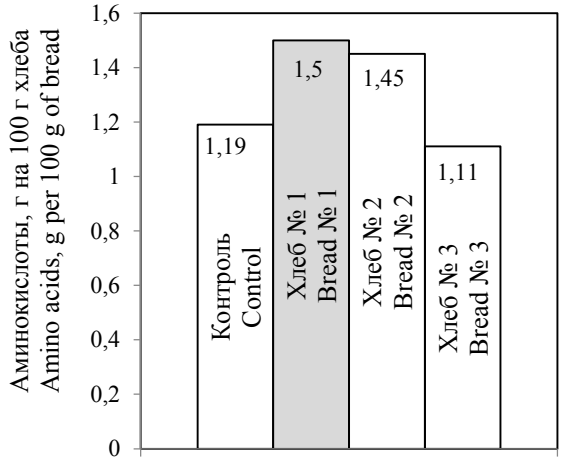




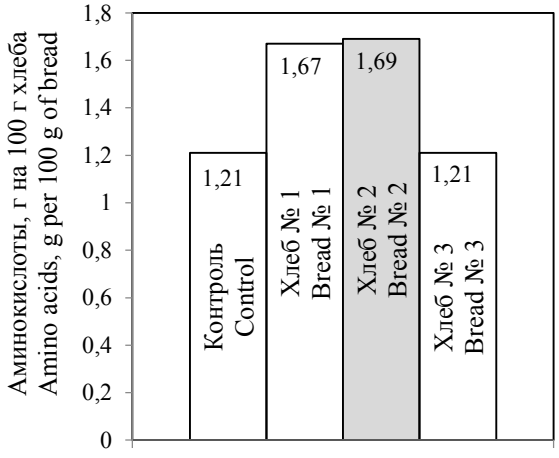
Гистидин



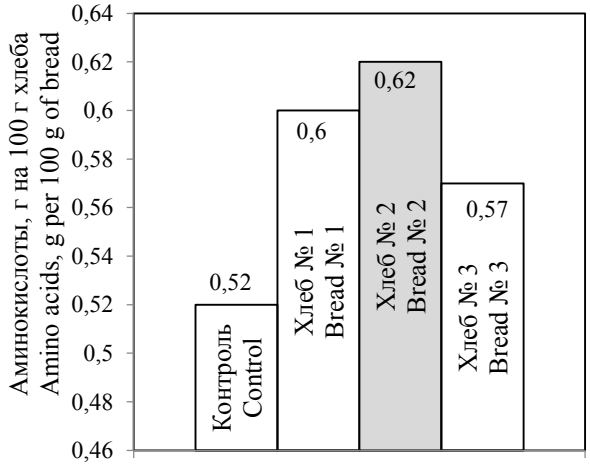
Метионин



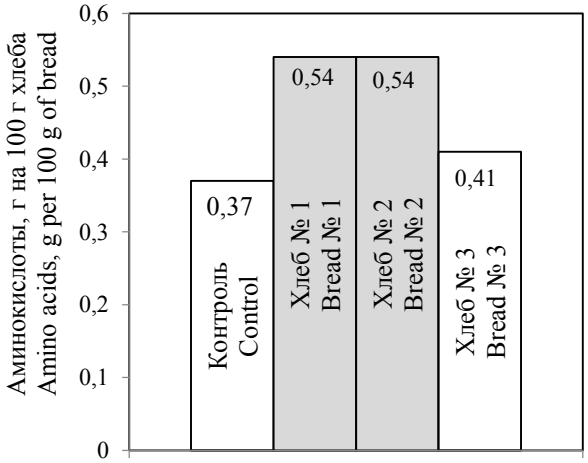
Пролин



Лейцин + изолейцин



Валин



Глицин

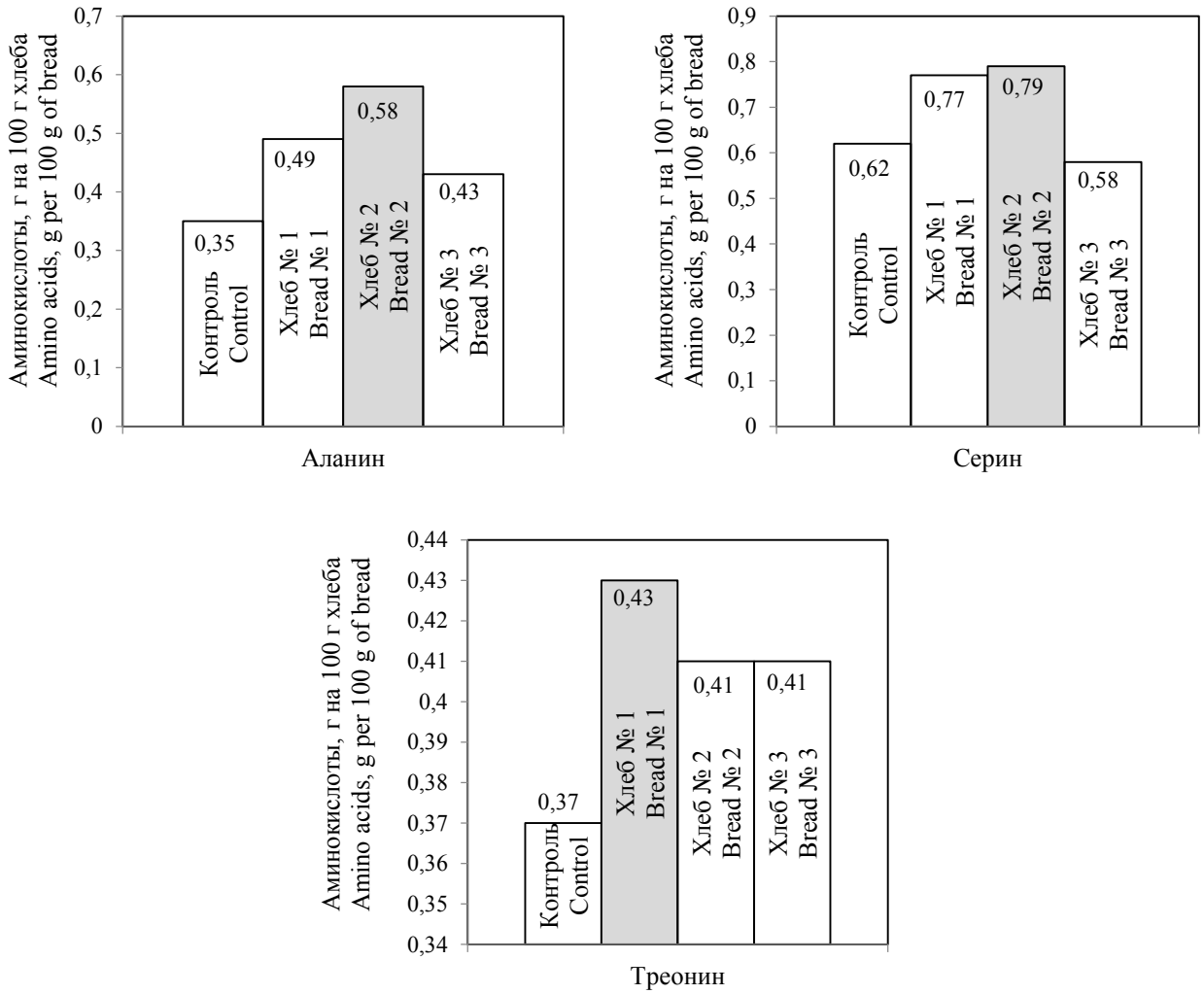


Рисунок 2. Сравнительный аминокислотный анализ
Figure 2. Comparative amino acid analysis

Установлено, что содержание аминокислот во всех образцах хлеба приготовленных из разработанных мучных хлебопекарных смесей и при оптимальных параметрах работы центробежно-шнекового смесителя значимо выше, чем в контрольном образце.

Анализ аминокислотного скора образцов, приготовленных из мучных хлебопекарных смесей, показал, что содержание лимитирующих для хлеба незаменимых аминокислот повысилось. Так, по сравнению с контролем в хлебе, приготовленном из хлебопекарной смеси № 1, аминокислотный скор изолейцина увеличился до 41%, лейцина – до 9%, лизина – до 10%, валина – до 26%, треонина – до 43%, метионина и цистина – до 30%, фенилаланина и тирозина – до 38%. В зависимости от рецептуры хлеба содержание аминокислот по сравнению с контролем увеличилось на 83–97% для аргинина, на 52–61% для тирозина, на 52–66% для фенилаланина, на 72–74% для гистидина, на 91% для суммы лейцина и изолейцина, на 53–56% для метионина, на 90–97% для валина, на 64–72% для пролина, на 87–93% для треонина, на 58–87% для серина и на 74% для аланина. Таким образом, во всех образцах хлеба содержание аминокислот возросло по сравнению с контролем что свидетельствует о повышении биологической ценности данных изделий.

По результатам аминокислотного анализа выявлено, что:

1. хлеб из мучной хлебопекарной смеси № 1 является лидером по содержанию аргинина, фенилаланина, пролина, треонина и глицина;

2. хлеб из мучной хлебопекарной смеси № 2 является лидером по содержанию тирозина, валина, серина, аланина, глицина, а также суммы лейцина и изолейцина;

3. хлеб из мучной хлебопекарной смеси № 3 является лидером по содержанию лизина, гистидина, метионина.

Следовательно, наибольшей биологической ценностью обладают мучные хлебопекарные смеси № 2 и № 1 поэтому именно их целесообразно применять для выпечки хлеба функционального назначения для питания людей с повышенной жизненной активностью, например, спортсменам.

Для определения экономического эффекта от продажи обогащенной мучной хлебопекарной смеси, приготовленной на центробежно-шнековом смесителе, произведен расчет исходя из ориентировочной стоимости центробежно-шнекового смесителя 500 тыс. руб. и срока его службы 10 лет. Установлено, что операционные затраты на производство 1 килограмма такой муки составят 0,39 руб. Себестоимость сырья для приготовления 1 килограмма обогащенной мучной хлебопекарной смеси, составляет 50,39 руб. Если принять отпускную цену муки равной 70 руб. за 1 кг, то срок окупаемости центробежно-шнекового смесителя составляет 0,02 года.

Выводы

1. По результатам комплексных исследований доказано, что использование центробежно-шнекового смесителя позволяет получать обогащенную аминокислотами мучную хлебопекарную смесь хорошего качества, при этом значение коэффициента неоднородности смеси не превышает 5%.

2. Определены оптимальные параметры работы смесителя для разных вариантов мучных хлебопекарных смесей. Для смеси № 1 и смеси № 2 оптимальными параметрами работы смесителя являются: частота вращенияротора 900 об/мин, количество витков шнека 4, количество отверстий на витках шнека 4. Для смеси № 3: частота вращенияротора 500 об/мин, количество витков шнека 2, количество отверстий на витках шнека 8.

3. Содержание аминокислот во всех образцах хлеба, выпеченных из изученных смесей, существенно выше по сравнению с контролем. Наибольшей биологической ценностью обладают мучные хлебопекарные смеси № 2 и № 1. Поэтому именно их целесообразно применять для выпечки хлеба функционального назначения для питания людей с повышенной жизненной активностью, например, спортсменам.

ЛИТЕРАТУРА

1 Nemar F., Dilmi Bouras A., Koiche M., Assal N.E. et al. Bread quality substituted by potato starch instead of wheat flour // Italian Journal of Food Science. 2015. V. 27. № 3. P. 345–350, doi: 10.14674/1120–1770/ijfs.v277.

2 Русина И.М.,Макарчиков А.Ф., Чекан К.Ю., Троцкая Т.П.О перспективах использования муки из пшена при производстве хлебобулочных и мучных кондитерских изделий // Пищевая промышленность: наука и технологии. 2014. № 2. С. 39–45.

3 Русина И.М.,Макарчиков А.Ф., Чекан К.Ю., Троцкая Т.П. и др. возможности применения муки из фасоли и гороха в хлебопечении // Пищевая промышленность: наука и технологии. 2012. № 4. С. 22–27.

4 Ferrero C. Hydrocolloids in wheat breadmaking: A concise review // Food Hydrocolloids. 2017. V. 68. P. 15–22, doi: 10.1016/j.foodhyd.2016.11.044.

5 Bigne F.,Puppo M.C., Ferrero C. Fibre enrichment of wheat flour with mesquite (Prosopis spp.): Effect on breadmaking performance and staling // LWT – Food Science and Technology. 2016. V. 65. P. 1008–1016. doi: 10.1016/j.lwt.2015.09.028.

6 Awolu O.O. Optimization of the functional characteristics, pasting and rheological properties of pearl millet-based composite flour // Heliyon. 2017. V. 3. № 2. P. e00240, doi: 10.1016/j.heliyon.2017.e00240.

7 Collar C. Impact of visco-metric profile of composite dough matrices on starch digestibility and firming and retrogradation kinetics of breads thereof: Additive and interactive effects of non-wheat flours // Journal of Cereal Science. 2016. V. 69. P. 32–39. doi: 10.1016/j.jcs.2016.02.006.

8 Zannini E., Garofalo C., Aquilanti L., Santarelli S. et al. Microbiological and technological characterization of sourdoughs destined for bread-making with barley flour // Food Microbiology. 2009. V. 26. № 7. P. 744–753, doi: 10.1016/j.fm.2009.07.014.

9 Марков А.С., Романов А.С., Павлова А.О. Разработка комплексных хлебопекарных смесей на основе продукции фирмы «Ирекс» // Хлебопродукты. 2013. № 12. С. 46–47.

10 Сокол Н.В., Казарцева А.Т., Санжаровская Н.С. Влияние на хлебопекарные свойства смесей пшеничной муки с продуктами переработки овса // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2014. № 4 (49). С. 162–168.

11 Шмалько Н.А, Чалова И.А., Ромашко Н.Л. Реологические характеристики углеводно-амилазного комплекса хлебопекарных смесей с амарантовой мукой // Техника и технология пищевых производств. 2011. № 3. С. 82–86.

12 Бебякин В.М.,Кулеватова Т.Б., Осипова С.В. Эффективность смешивания зерна озимой ржи и яровой мягкой пшеницы на основе седиментационных оценок //Хранение и переработка сельхозсырья. 2011. № 3. С. 22–24.

13 Лихачева Е.И.,Рыбаков Ю.С., Кудрина О.С.О повышении качества и пищевой ценности хлеба из пшеничной муки // Хлебобулочные, кондитерские и макаронные изделия XXI века: Труды Кубанского государственного технологического университета. Краснодар, 2009. С. 145–147.

14 Мусина О.Н.,Лисин П.А. Системное моделирование многокомпонентных продуктов питания // Техника и технология пищевых производств. 2012. Т. 4. № 27. С. 32–37.

15 Musina O.,Putnik P., Koubaa M., Barba F.J., Greiner R., Roohinejad S., Granato D. Application of modern computer algebra systems in food formulations and development: a case study // Trends in Food Science & Technology. 2017. V. 64. P. 48–59. doi: 10.1016/j.tifs.2017.03.011.

16 Стабровская О.И.,О.Г. КоротковаГликемический индекс как критерий оптимизации состава многокомпонентных смесей // Хранение и переработка сельхозсырья. 2010. № 1. С. 34–36.

17 Стабровская О.И.,Гарифуллина О.А. Комплексный подход к разработке хлебопекарных смесей //Хлебопечение России. 2008. № 2. С. 17–18.

18 Бобков В.А.,Панкратов Г.Н. Управление реологическими свойствами мучных смесей // Хранение и переработка сельхозсырья. 2008. № 11. С. 31–35.

19 Бородулин Д.М., Иванец В.Н., Киселев Д.И., Андрюшкова Е.А. и др. Разработка центробежно-шнекового смесителя для получения сухих композитных смесей для питания спортсменов // Хранение и переработка сельхозсырья. 2015.№ 3. С. 53–56.

20 Бородулин Д.М., Будрик В.Г., Саблинский А.И., Шулбаева М.Т. и др. Исследование эффективности практического применения центробежных смесителей непрерывного действия в технологических линиях производства комбинированных продуктов питания // Современные наукоемкие технологии. 2016. № 3–1. С. 9–13.

21 Бородулин Д.М., Невская Е.В., Киселев Д.И., Шлеленко Л.А. и др. Анализ функционирования центробежно-шнекового смесителя методом множественной регрессии при получении мучной хлебопекарной смеси для приготовления хлебобулочных изделий для питания спортсменов // Техника и технология пищевых производств. 2016. № 2. С. 91–100.

22 Бобков В. Анализ однородности мучных композитных смесей по показателю белизны // Хлебопродукты. 2009. № 5. С. 57–59.

23 Бакин И.А., Белоусов Г.Н. Ядута А.З Стохастический подход к оценке качества смешивания сыпучих материалов в центробежных смесителях // Хранение и переработка сельхозсырья. 2010. № 7. С. 58–61.

24 Титова М.Е.,Тихомирова Н.А. Белковый модуль с функциональными ингредиентами // Молочная промышленность. 2014. № 10. С. 49–50.

25 Бородулин Д.М.,Ратников С.А., Козымаев А.С. Андрюшкова Е.А, Киселев Д.И. Моделирование движения материальных потоков в центробежно-шнековом смесителе // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2015. № 1. С. 102–108.

26 Ivanets V.N., Borodulin D.M. Development of mathematical models of centrifugal mixing units of new design for the production of dry combined food products // Foods and Raw Materials. 2013. № 1. P. 54–65. doi: 621.929.2/.9

27 Бредихин А.С., Червецов В.В. Гидродинамика процесса охлаждения молочной сыворотки при поточной кристаллизации лактозы. Вестник ВГУИТ. 2013. №3. С. 36-40.

REFERENCES

1 Nemar F., Dilmi Bouras A., Koiche M., Assal N.E., A. and Mezaini J. Prodhomme Bread quality substituted by potato starch instead of wheat flour. Italian Journal of Food Science, 2015, vol. 27, no 3, pp. 345–350. doi: 10.14674/1120–1770/ijfs.v277

2 Rusina I.M., Makarchikov A.F., Chekan K. Ju., Trockaja T.P. The prospects of using wheat flour in the manufacture of bakery and flour confectionery products. *Pishhevaja promyshlennost': nauka i tehnologii* [Food industry: science and technology], 2014, no 2, pp. 39–45. (in Russian)

3 Rusina I.M., Makarchikov A.F., Trockaja T.P., Mistjuk Ju. V. and Kovalevskaja S.S. The possibility of using haricot flour and peas flour in baking. *Pishhevaja promyshlennost': nauka i tehnologii* [Food industry: science and technology], 2012, no 4, pp. 22–27. (in Russian)

4 Ferrero C. Hydrocolloids in wheat breadmaking: A concise review. Food Hydrocolloids, 2017, vol. 68. pp. 15–22. doi: 10.1016/j.foodhyd.2016.11.044

5 Bigne F., Puppo M.C., Ferrero C. Fibre enrichment of wheat flour with mesquite (Prosopis spp.): Effect on breadmaking performance and staling. LWT – Food Science and Technology, 2016, vol. 65, pp. 1008–1016. doi: 10.1016/j.lwt.2015.09.028

6 Awolu O.O. Optimization of the functional characteristics, pasting and rheological properties of pearl millet-based composite flour. Heliyon, 2017, vol. 3, no. 2, pp. e00240. doi: 10.1016/j.heliyon.2017.e00240

7 Collar C. Impact of visco-metric profile of composite dough matrices on starch digestibility and firming and retrogradation kinetics of breads thereof: Additive and interactive effects of non-wheat flours. Journal of Cereal Science, 2016, vol. 69, pp. 32–39. doi: 10.1016/j.jcs.2016.02.006

8 Zannini E., Garofalo C., Aquilanti L., Santarelli S. et al. Microbiological and technological characterization of sourdoughs destined for bread-making with barley flour. Food Microbiology, 2009, мol. 26, no. 7, pp. 744–753. doi: 10.1016/j.fm.2009.07.014

9 Markov A.C., Romanov A.S. and Pavlova A.O. Development of a composite baking mixes on the products of the company "Ireks" basis. *Hleboprodukty* [Bread products], 2013, no 12, pp. 46–47. (in Russian)

10 Sokol N.V., Kazarceva A.T., Sanzharovskaja N.S. The influence of wheat flour with oats products mixtures on the baking properties. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Proceedings of the Kuban state agrarian university], 2014, no. 4 (49), pp. 162–168. (in Russian)

11 Shmal'ko N.A., Chalova I.A., Romashko N.L. The rheological characteristics of the carbohydrate-amylase complex baking mixtures with amaranth flour. *Tehnika i tehnologija pishhevyh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology], 2011, no 3, pp. 82–86. (in Russian)

12 Bebjakin V.M., Kulevatova T.B., Osipova S.V. The mixing efficiency of winter rye and spring wheat grain on the sedimentation assessments basis. *Hranenie i pererabotka sel'hozsyr'ja* [Storage and processing of agricultural products], 2011, no 3, pp. 22–24. (in Russian)

13 Lihacheva E.I., Rybakov Ju. S., Kudrina O.S. The quality and nutritional value of wheat bread improvement. *Hlebobulochnye, konditerskie i makaronnye izdelija XXI veka: Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta* [Bakery, confectionery and macaroni products of the XXI century: proceedings of the Kuban state technological university] 2009, pp. 145–147. (in Russian)

14 Musina O.N., Lisin P.A. System modeling of multicomponent foods. *Tehnika i tehnologija pishhevyh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology], 2012, vol. 4, no 27, pp. 32–37. (in Russian)

15 Musina O., Putnik P., Koubaa M., Barba F.J. et al. Application of modern computer algebra systems in food formulations and development: a case study. Trends in Food Science & Technology, 2017, vol. 64, pp. 48–59. doi: 10.1016/j.tifs.2017.03.011

16 Stabrovskaja O.I., Korotkova O.G. Glycemic index as a multicomponent mixtures composition optimization criterion. *Hranenie i pererabotka sel'hozsyr'ja* [Storage and processing of agricultural products], 2010, no 1, pp. 34–36. (in Russian)

17 Stabrovskaja O.I., Garifullina O.A. An integrated approach to the development of the bakery mixes. *Hlebopechenie Rossii* [Russian bakery industry], 2008, no 2, pp. 17–18. (in Russian)

18 Bobkov V.A., Pankratov G.N. Control of rheological properties of flour mixes. *Hranenie i pererabotka sel'hozsyr'ja* [Storage and processing of agricultural products], 2008, no 11, pp. 31–35. (in Russian)

19 Borodulin D.M., Ivanec V.N., Kiselev D.I., Andrjushkova E.A. et al. The development of centrifugal-screw mixer to obtain a dry composite mixtures for the athletes nutrition. *Hranenie i pererabotka sel'hozsyr'ja* [Storage and processing of agricultural products], 2015, no 3, pp. 53–56. (in Russian)

20 Borodulin D.M., Budrik V.G., Sablinskiy A.I., Shulbaeva M.T. et al. Study of the effectiveness of the practical application of centrifugal continuous mixers in production lines of combined food products. *Sovremennye naukoemkie tekhnologii*. [Modern high technology], 2016, no 3–1, pp. 9–13. (in Russian)

21 Borodulin D.M., Nevskaja E.V., Kiselev D.I., Shlelenko L.A. et al. Analysis of the functioning of the centrifugal-screw mixer by the method of multiple regression in obtaining flour baking mixes for making bakery products for the athletes nutrition. *Tehnika i tehnologija pishhevyh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology], 2016, no 2, pp. 91–100. (in Russian)

22 Bobkov V. The analysis of the composite flour mixes homogeneity by whiteness index. *Hleboprodukty* [Bread products], 2009, no 5, pp. 57–59. (in Russian)

23 Bakin I.A., Belousov G.N., Jaduta A.Z. A stochastic approach for assessing the quality of mixing particulate materials in centrifugal mixer. *Hranenie i pererabotka sel'hozsyr'ja* [Storage and processing of agricultural products], 2010, no 7, pp. 58–61. (in Russian)

24 Titova M.E., Tihomirova N.A. Protein module with functional ingredients. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy industry], 2014, no 10, pp. 49–50. (in Russian)

25 Borodulin D.M., Ratnikov S.A., Kozymaev A.S., Andryushkova E.A. et al. Modeling the movement of material flows in a centrifugal-screw mixer. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta.* [Bulletin of Krasnoyarsk State Agrarian University], 2015, no 1, pp. 102–108. (in Russian)

26 Ivanets V.N., Borodulin D.M. Development of mathematical models of centrifugal mixing units of new design for the production of dry combined food products. Foods and Raw Materials, 2013, no 1, pp. 54–65. doi: 621.929.2/.9

27 Bredihin A.S., Chervetsov V.V. Hydrodynamics of cooling wheyat flow lactose crystallization. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies]. 2013. no. 3. pp. 36-40. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Дмитрий М. Бородулин д.т.н., заведующий кафедрой, кафедра технологического проектирования пищевых производств, Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет), б-р Строителей, 47, г. Кемерово, 650056, Россия, borodulin_dmitri@list.ru

Дмитрий И. Киселев аспирант, кафедра технологического проектирования пищевых производств, Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет), б-р Строителей, 47, г. Кемерово, 650056, Россия, eidos-92@mail.ru

Екатерина В. Невская к.т.н., заместитель заведующей отделом, отдел технологии хлебопекарного производства, Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности, ул. Б. Черкизовская, 26-А, г. Москва, 107553, Россия,katerinarose@mail.ru

Андрей А. Невский к.т.н., ведущий научный сотрудник, отдел технологии хлебопекарного производства, Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности, ул. Б. Черкизовская, 26-А, г. Москва, 107553, Россия, katerinarose@mail.ru

Елена А. Вагайцева к.т.н., доцент, кафедра технологического проектирования пищевых производств, Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет), б-р Строителей, 47, г. Кемерово, 650056, Россия, vagaitseva@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 08.12.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 31.01.2018

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Dmitrii M. Borodulin Dr. Sci. (Engin.), technological design of food production department, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), Boulevard Stroiteley, 47, Kemerovo, 650056, Russia, borodulin_dmitri@list.ru

Dmitrii I. Kiselev graduate student, technological design of food production department, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), Boulevard Stroiteley, 47, Kemerovo, 650056, Russia, eidos-92@mail.ru

Ekaterina V. Nevskaya Cand. Sci. (Engin.), deputy head of the department, department of bakery technology, Scientific Research Institute of the Bakery Industry, B. Cherkizovskaya str., 26A, Moscow, 107553, Russia,katerinarose@mail.ru

Andrey A. Nevskiy Cand. Sci. (Engin.), leading researcher,department of bakery technology, Scientific Research Institute of the Bakery Industry, B. Cherkizovskaya str., 26A, Moscow, 107553, Russia, katerinarose@mail.ru

Elena A. Vagaytseva Cand. Sci. (Engin.), associate professor, technological design of food production department, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), Boulevard Stroiteley, 47, Kemerovo, 650056, Russia, vagaitseva@mail.ru

CONTRIBUTION

All authors equally participated in writing the manuscript and responsible for the plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 12.8.2017

ACCEPTED 1.31.2018

Оригинальная статья/Original article

УДК 664.951.65:663.051

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-193-198

Влияние жидкого ароматизатора коптильного на реологические характеристики рыбных фаршей

Ирина С. Дроздецкая [1] kafedratoop@mail.ru
Ирина П. Березовикова [2] ira_ber@mail.ru

[1] Департамент промышленности, инноваций и предпринимательства мэрии города Новосибирска, Красный пр-т, 34, г. Новосибирск, 630099, Россия

[2] Сибирский университет потребительской кооперации (СибУПК), пр-т К. Маркса, 26, г. Новосибирск, 630087, Россия

Реферат. Органолептические свойства готовой продукции из рыбного фарша централизованного производства не всегда удовлетворяют заданным требованиям качества. По этой причине, использование жидкого ароматизатора коптильного (АК) позволит расширить ассортимент привычных блюд, придать продукции новые привлекательные вкусовые свойства, значительно упростить технологический процесс, по сравнению с традиционным копчением, повысить устойчивость к окислительной и микробиальной порче в процессе хранения, а главное получить безопасную продукцию. Известно влияние добавления жидкого ароматизатора коптильного на функционально-технологические, физико-химические и реологические показатели продукции. Определены показатели предельного напряжения сдвига, эффективной вязкости и адгезии фаршей промышленного производства и из сырья. Показано влияние химического состава и вида сырья на эти показатели. Определено влияние влагосвязывающей и влагоудерживающей способности фаршей промышленного производства и из сырья на показатели реологии, подтверждено расчетами значимой корреляции. Установлено, что добавление жидкого ароматизатора коптильного «Жидкий дым» снижало эффективную вязкость, адгезионные свойства рыбных фаршей как промышленного производства, так и из сырья. Характер изменения реологических показателей одинаков для всех видов фаршей. Изучение влагосвязывающей и влагоудерживающей способности, предельного напряжения сдвига, эффективной вязкости позволяют предполагать, что продукция из рыбных фаршей с добавлением жидкого ароматизатора коптильного будет обладать хорошей формуемостью и реологическими свойствами. Проведенные исследования показывают, что реологические показатели исследуемых рыбных фаршей находились в пределах нормы, что позволяет их использование в централизованном производстве полуфабрикатов и изделий.

Ключевые слова: коптильные ароматизаторы, рыбные фарши, реологические показатели, предельное напряжение сдвига, эффективная вязкость, адгезия

Influence of liquid smoke flavoring on the rheological characteristics of minced fish

Irina S. Drozdetskaya [1] kafedratoop@mail.ru
Irina P. Berezovikova [2] ira_ber@mail.ru

[1] Department of industry, innovation and entrepreneurship of Novosibirsk city hall, Red Av., 34, Novosibirsk, 630099, Russia

[2] Siberian University of Consumer Cooperatives, K. Marx av., 26, Novosibirsk, 630087, Russia

Summary. Organoleptic properties of the finished products from minced fish of centralized production does not always meet the specified quality requirements. In this regard, the use of a liquid smoke flavoring will allow to give the products new attractive taste properties, to expand the range of commonly eaten food, to improve the oxidative stability and microbial spoilage during storage, to essentially simplify the technological process, as compared to traditional smoking, and above all to get safe products. The influence of the addition of the liquid smoke flavoring on functional and technological, physico-chemical and rheological properties of products is known. The parameters of ultimate shear stress (USS), effective viscosity and adhesion of mince of industrial production and those produced of raw materials are defined. The influence of the chemical composition and the type of raw material on these indicators is shown. The influence of water binding and water-holding capacity of mince of industrial production and those produced of raw materials on rheology indicators is defined and confirmed by significant correlation calculations. It was determined that the addition of liquid smoke flavoring "liquid smoke" reduced effective viscosity, adhesion properties of minced fish both of industrial production and that produced of raw materials. The nature of the rheological parameters change was the same for all kinds of mince. The study of water binding and water-holding capacity, shear stress limits, effective viscosity suggests that the minced fish products where liquid smoke flavoring is added will have good formability and rheological properties. The studies have shown that the rheological parameters of the studied minced fish were within normal limits, which allows their use in the centralized production of semi-finished goods and products.

Keywords: smoke flavorings, minced fish, rheological parameters, ultimate shear stress, effective viscosity, adhesion

Введение

Увеличивающийся темп жизни и нехватка времени для приготовления пищи в домашних условиях вносит свои коррективы в питание населения, привлекая его внимание к кулинарной продукции, готовой к употреблению. Поэтому в последнее время возрастает интерес населения к продуктам высокой степени готовности. Все более массовым становится использование полуфабрикатов как дома, так и в общественном питании, при этом значительный объем приходится на полуфабрикаты из рыбного фарша централизованного производства.

Для цитирования

Дроздецкая И.С., Березовикова И.П. Влияние жидкого ароматизатора коптильного на реологические характеристики рыбных фаршей // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 1. С. 193–198. doi:10.20914/2310-1202-2018-1-193-198

For citation

Drozdetskaya I.S., Berezovikova I.P. Influence of liquid smoke flavoring on the rheological characteristics of minced fish. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 1. pp. 193–198. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-1-193-198

Органолептические свойства готовой продукции из рыбного фарша централизованного производства не всегда удовлетворяют заданным требованиям качества. Поэтому использование жидкого ароматизатора коптильного (АК) позволит расширить ассортимент привычных блюд, придать продукции новые привлекательные вкусовые свойства, значительно упростить технологический процесс, по сравнению с традиционным копчением, повысить устойчивость к окислительной и микробиальной порче в процессе хранения, а главное получить безопасную продукцию [1].

Для оценки качества планируемой к выпуску продукции из рыбных фаршей, расчету и подбору технологического оборудования используют реологические показатели, которые зависят от многих факторов и прежде всего, от количественного соотношения между отдельными компонентами: водой, липидами, белками. Чем сильнее обводнены белки, тем нежнее консистенция мяса [2]. Эти показатели фаршей не всегда постоянны и в процессе обработки могут значительно изменяться в зависимости от разных технологических факторов: рецептуры, содержания влаги, степени измельчения.

Основные реологические показатели качества рыбных фаршей оцениваются эффективной вязкостью, предельным напряжением сдвига, липкостью. Предельное напряжение сдвига (ПНС) фаршей может быть связано с его влагосвязывающей способностью, которая является одним из важнейших технологических факторов. От способности белков связывать воду зависят такие свойства как внешний вид, потери при тепловой обработке, сочность, нежность, влагоудерживающая способность, липкость и технологические достоинства рыбных фаршей. Полуфабрикаты из рыбных фаршей с высокой влагосвязывающей способностью характеризуются лучшей формуемостью [3].

Известно влияние добавления жидкого коптильного ароматизатора на функционально-технологические, физико-химические и реологические показатели продукции. Ранее нами определено, что добавление коптильного ароматизатора закономерно снижало влагоудерживающую способность рыбных фаршей промышленного производства и из сырья [1]. В этой связи, конечное заключение о возможности централизованного производства полуфабрикатов из рыбного фарша с добавлением жидкого ароматизатора коптильного возможно после оценки основных реологических характеристик.

Цель работы – изучить влияние жидкого ароматизатора коптильного на реологические показатели рыбных фаршей промышленного производства.

Задачи исследования

Оценить реологические показатели фаршей промышленного производства в сравнении с фаршами из сырья (из судака, трески, лосося).

Оценить влияние добавления ароматизатора коптильного на реологические показатели фаршей промышленного и из сырья

Материалы и методы

- пищевая добавка – ароматизатор «Ароматизатор коптильный» («Жидкий дым») ТУ 10.84.12-037-55482687-2017 (АО «Виртекс» г. Бердск);
- рыбный фарш промышленного производства (фарш трески, лосося, судака пищевой мороженый, ТУ 9261-001-71494744-05);
- рыбный фарш из сырья (замороженный лосось, судак, треска);
- реологические показатели (предельное напряжение сдвига, эффективную вязкость, адгезию) определяли при температуре от -2 до +20 °С. Исследования производились на ротационном вискозиметре «Реотест», универсальном адгезиометре и коническом пластометре КП-3 по методике кафедры прикладной механики ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности»;
- образцы фарша с добавлением 1% ароматизатора коптильного и без него;
- водосвязывающая способность фарша (ВСС, %) определялась методом прессования [1];
- влагоудерживающая способность фарша (ВУС, %) определялась как отношение разности между содержанием влаги в фарше и количеством влаги, отделившейся в процессе термической обработки к общему содержанию влаги в фарше [1];
- статистическая обработка результатов проводилась с использованием пакета программ Statistica 6.0. Для оценки изменений использовались непараметрические тесты (Манн-Уитни, Уилкоксона, Крускал-Уоллиса). Различия считались достоверными при 95%-м уровне значимости ($p < 0,05$) [4].

Результаты и их обсуждение

Наиболее демонстративным показателем реологических свойств является предельное напряжение сдвига (ПНС). Добавление жидкого ароматизатора коптильного не влияло на этот показатель у фаршей из судака и трески. В промышленном фарше лососевых добавление жидкого ароматизатора коптильного увеличило ПНС на 24,4%. Аналогичные изменения увеличения ПНС установлены и для фарша из сырья в сторону увеличения (33,3%), эти изменения можно связать с химическим составом рыбного фарша, главным образом массовой долей жира (рисунок 1).

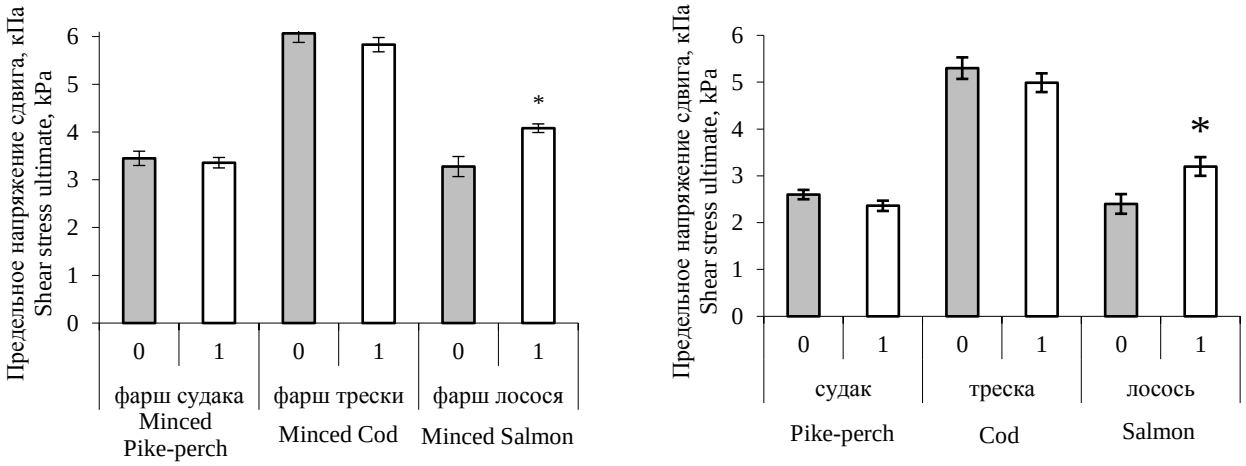


Рисунок 1. Предельное напряжение сдвига в рыбных фаршах промышленного производства и из сырья с АК и без него. Примечание: ×обозначены внутригрупповые различия, тест Уилкоксона, $p < 0,05$

Figure 1. Shear stress ultimate in minced fish of industrial production and that produced of raw materials with or without smoke flavorings. Note: ×intra-group differences are indicated, Wilcoxon test, $p < 0.05$

Повышение жирности приводит к уменьшению коэффициентов обводнения белка ($К_о$) и жира ($К_ж$). Как следствие, высокое содержание жира в лососе (11,7%) соответствует $К_о$ (3,58), что ниже чем у судака и трески. В свою очередь, увеличение коэффициента обводнения говорит о наличие в мышечной ткани воды, непрочно связанной с гидрофильными белковыми комплексами и плохо удерживаемой ими [5]. Полученный фарш обладает более высокой эластичностью, ВУС и способностью к гелеобразованию.

Расчетные коэффициенты обводнения белка и жира также это подтверждают. Мышечная ткань трески и судака, по степени обводнения белка и жира, относится к сырью с суховатой и плотной структурой, а мышечная ткань лосося – сочная и нежная. На наш взгляд такое различие в структуре обусловлено тем, что мышечная ткань лосося отличается более высоким содержанием жира ($К_ж = 0,55$) [5].

Общеизвестна тесная обратная корреляционная зависимость между влажностью продукта и предельным напряжением сдвига [1, 5-9]. При увеличении водоудерживающей способности увеличивается липкость и упругость фарша и снижается ПНС и эластичность. Вода способствует появлению более нежной консистенции готового изделия [1, 10, 12].

Ранее нами определено значение ВУС для рыбных фаршей. Наибольшей ВУС обладали фарши из трески и лосося (72,1% и 71,7%), из судака – 69,6%, подтверждая хорошие лиофильные свойства мышечной ткани исследуемых рыб. Данные свойства имеют огромное значение для оценки качества рыбных фаршей. Из литературных источников известно, фарш с показателем ВУС более 53% хорошо формуется и кулинарные изделия, приготовленные на его основе, обладают более эластичной консистенцией [3].

Добавление жидкого ароматизатора коптильного в фарши промышленного производства и из сырья трески и судака не изменяло исходные показатели влагоудерживающей способности и предельного напряжения сдвига. Отмечено влияние ароматизатора коптильного на снижение ВУС лососевого фарша обоих видов, ПНС этих фаршей возрастало (таблица 1).

В результате исследования предельного напряжения сдвига рыбных фаршей в процессе хранения установлено, что во всех видах фаршей как с добавлением АК, таки без него этот показатель снижался. Степень изменения различна и зависит от разных видов сырья, а именно жирности.

Это, возможно, связано с тем, что ВУС охлажденных изделий с АК в процессе хранения уменьшалась. Тем не менее, в изделиях без ароматизатора коптильного влагоудерживающая способность оставалась выше.

Нами исследована зависимость данного показателя от значения активной кислотности образцов. Получена значимая положительная корреляция: $r = 0,661$ ($p < 0,05$). Уравнение линейной регрессии имеет вид: ВУС = 27,325 + 5,543 pH [1].

Исследования изменения ПНС фаршей при добавлении 1% ароматизатора коптильного и хранении показаны в таблице 1.

Таблица 1.

Изменение предельного напряжения сдвига в рыбных фаршах промышленного производства и из сырья

Table 1.

Change of Shear Stress Ultimate in Minced Fish of Industrial Production and that Produced of Raw Materials

Показатель Parameter	Время хранения, ч Time of Storage, h	Вид сырья / количество КА, % Type of Raw Material / Smoke Flavorings Quantity, %					
		Фарш судака Minced Pike-perch		Фарш трески Minced Cod		Фарш лосося Minced Salmon	
		0	1	0	1	0	1
ПНС, кПА USS, kPa	0	3,44 ±0,15 [a]	3,35 ±0,11 [A]	6,1 ±0,19 [a]	5,83 ±0,15 [A]	3,25 ±0,21 [a]	4,08 ±0,09 [A]
	48	1,764 ±0,27 [b]	1,1 ±0,27 [B]	2,1 ±0,1 [b]	1,69 ±0,15 [B]	1,46 ±0,09 [b]	2,1 ±0,09 [B]
Δ, %		–48,7	–67,2	–65,6	–71,0	–55,5	–48,5
		Судак | Pike-Perch		Треска | Cod		Лосось | Salmon	
ПНС, кПА USS, kPa	0	2,6 ±0,1 [a]	2,36 ±0,11 [A]	5,3 ±0,23 [a]	4,98 ±0,2 [A]	2,4 ±0,21 [a]	3,2 ±0,2 [A]
	48	1,695 ±0,1 [b]	1,095 ±0,17 [B]	1,95 ±0,1 [b]	1,72 ±0,15 [B]	1,3 ±0,1 [b]	2,5 ±0,09 [B]
Δ, %		–34,8	–53,6	–63,2	–65,5	–45,8	–21,9

Примечание: Δ – изменение ПНС в сравнение со свежеприготовленным фаршем с АК и без него соответственно. Буквы – различия ПНС образцов между собой при сроках хранения 0 и 48 ч с ароматизатором коптильным и без него соответственно, тест Уилкоксона.

Note: Δ is the change of the USS in comparison with the freshly prepared mince with and without smoke flavorings, respectively. Letters – the differences between SSL of samples at different storage times with and without smoke flavoring, respectively, Wilcoxon test.

Таким образом, добавление ароматизатора коптильного улучшило реологические показатели (ПНС), что подтверждается данными изучения адгезионных свойств.

Главным показателем при централизованном производстве является формуемость фаршей, характер которой зависит от их эффективной вязкости (рисунок 2, 3).

Полученные нами данные об эффективной вязкости при единичном значение градиента скорости в рыбных фаршах трески, судака и лосося подтвердили, что реологические характеристики фаршей зависят от содержания жира, и вида сырья [3, 5, 11]. Эффективная вязкость рыбных фаршей промышленного производства без АК составляет из фарша судака - 790,6 Па×с, из фарша трески - 880,5 Па×с, из фарша лосося, мясо которого отличается наибольшей жирностью – 702,6 Па×с. Значения эффективной вязкости фаршей из сырья близки к значениям фаршей промышленного производства (1200, 1180 и 700 Па×с из трески, судака, лосося соответственно). Полученные данные согласуются с данными, приводимые другими авторами. Например, в работах Г.В. Масловой и других отмечается, что рыбы, имеющие сходный химический состав и строение тканей, имеют близкие значения эффективной вязкости. Ими установлена зависимость изменения вязкости от процентного содержания жира – снижение вязкости фарша наблюдается при увеличении содержания жира в мышечной ткани рыбы [5].

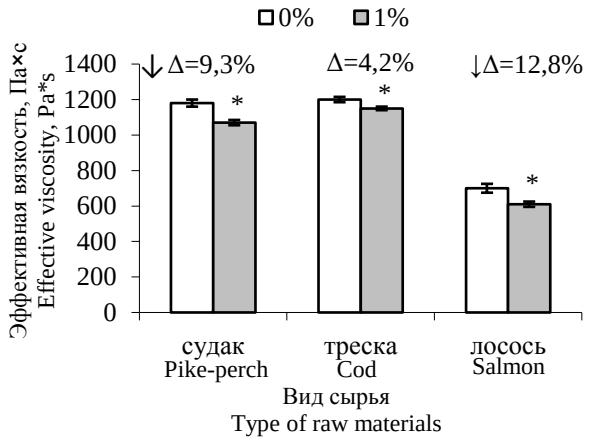


Рисунок 2. Эффективная вязкость рыбных фаршей из сырья с АК и без него, (M ± m, n = 6)

Figure 2. Effective viscosity of minced fish produced of raw materials with or without smoke flavorings (M + m, n = 6)

Примечание: тест Манн-Уитни ($p < 0,05$). Данные указаны при единичном значении градиента скорости до начала разрушения структуры

Note: Mann-Whitney test($p < 0.05$). The data are indicated for the unit value of the velocity gradient before the structure destruction begins

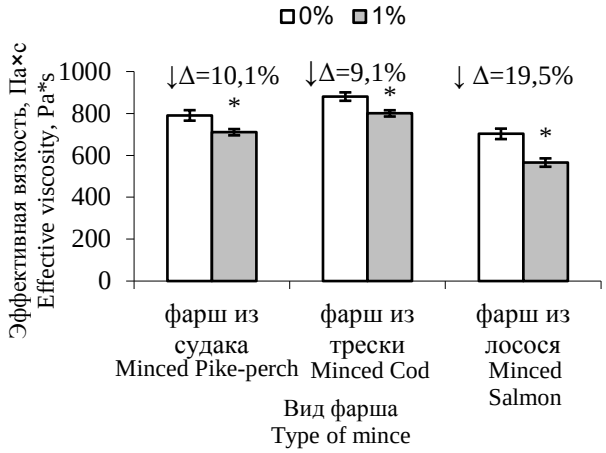


Рисунок 3. Эффективная вязкость фаршей промышленного производства с АК и без него, (M ± m, n = 6)

Figure 3. Effective viscosity of mince of industrial production with or without smoke flavorings (M + m, n = 6)

Примечание: Данные определены при скорости сдвига до начала разрушения структуры. * – тест Уилкоксона, относительно образца без КА

Note: the data is determined at the shear rate prior to the structure destruction. * – Wilcoxon test in relation to the sample without smoke flavorings

Установлено, что рыбные фарши обладают определенной структурой, которая при приложении некоторого напряжения начинает разрушаться, о чем свидетельствует уменьшение вязкости с возрастанием градиента скорости [5].

Полуфабрикаты из рыбного фарша трески, судака и лосося отличаются хорошей формуемостью. Последняя, согласно литературным источникам, достигается при значениях эффективной вязкости в пределах 600-900 Па×с при единичном градиенте скорости [3].

Исследование подтвердило, что добавление АК снижало вязкость (рисунок 2, 3), при этом уменьшалась и влагоудерживающая способность (r = -0,671**, F = 57,592).

Полученные нами показатели эффективной вязкости для всех исследованных фаршей находились в пределах рекомендуемых для хорошей формуемости значений. Добавление АК не ухудшило формуемости изделий.

Таким образом, полученные даны в ходе исследования эффективной вязкости находились в пределах нормы, что положительно влияет на формуемость рыбных фаршей промышленного производства с АК и без него.

Предельное напряжение сдвига (ПНС) является общепринятым реологическим показателем, который связан обратно - пропорциональной зависимостью с другим реологическим показателем – липкостью.

Как было отмечено ранее, рыбы лососевых пород относятся к группе жирных рыб, липиды которых подвержены окислению. Поэтому лососевый фарш промышленного производства легко уязвим при использовании его в промышленном производстве. В этой связи, для лососевых фаршей нами дополнительно изучен показатель адгезии (рисунок 4).

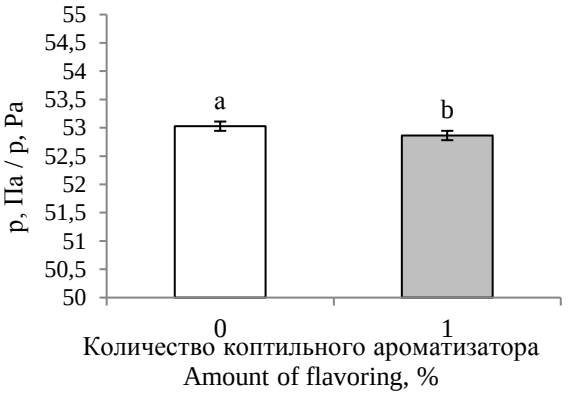


Рисунок 4. Адгезия лососевого фарша промышленного производства с АК и без него, (M ± m, n = 6), тест Уилкоксона, p < 0,05

Figure 4. Adhesion of minced salmon of industrial production with and without smoke flavorings, (M + m, n = 6), Wilcoxon test, p < 0,05

Также нами выявлено, что добавление АК снижает адгезионные свойства лососевого фарша, что подтверждает повышение предельного напряжения сдвига.

Заключение

1. Добавление жидкого ароматизатора коптильного влияет на реологические свойства рыбных фаршей.

2. Степень влияния на реологические показатели зависит от химического состава и свойств рыбных фаршей.

3. Характер изменения реологических показателей одинаков для всех видов фаршей.

4. В процессе хранения натурального фарша с ароматизатором коптильным происходит увеличение эффективной вязкости при единичном значении скорости выше литературных данных при которых полуфабрикаты отличаются хорошей формуемостью.

5. Установлено, что добавление ароматизатора коптильного «Жидкий дым» снижало эффективную вязкость, адгезионные свойства рыбных фаршей как промышленного производства, так и из сырья.

6. Изучение влагосвязывающей и влагоудерживающей способности, предельного напряжения сдвига, эффективной вязкости позволяют предполагать, что продукция из рыбных фаршей с добавлением жидкого коптильного будет обладать хорошей формуемостью и реологическими свойствами.

Проведенные исследования показывают, что реологические показатели исследуемых рыбных фаршей находились в пределах нормы, что позволяет их использование в централизованном производстве полуфабрикатов и изделий.

ЛИТЕРАТУРА

1 Дроздецкая И.С., Березовикова И.П. Влияние коптильного ароматизатора на качество кулинарной продукции приготовленной по технологии Cook@Chill // Техника и технология пищевых производств. 2013. № 3. С. 16–21.

2 Бронникова В.В. Влияния добавок растительного происхождения на качество изделий из рыбного фарша // Приоритеты и научное обеспечение реализации государственной политики здорового питания в России. Материалы III международной научно-практической интернет-конференции. Орёл: Госуниверситет – УНПК, 2013. С. 146-150.

3 Богданов В.Д., Волотка Ф.Б. Функционально-технологические свойства дальневосточной красноперки и кефали-лобана // Известия ТИНРО. 2013. Т. 173. С. 280–292.

4 Дроздецкая И.С., Березовикова И.П. Антиокислительный эффект коптильного ароматизатора в рыбных фаршах промышленного производства // Техника и технология пищевых производств. 2010. № 4. С. 7–10.

5 Чернышова О.В., Цибизова М.Е. Технохимический состав и функционально-технологические свойства недоиспользуемого рыбного сырья Волго-Каспийского бассейна // Вестник АГТУ. Сер.: Рыбное хозяйство. 2012. С. 189–194.

6 Suchenko Y., Suchenko V., Mushtruk M., Vasyliv V. et al. Research into mechanical properties of minced meat and finished products // Eureka: Life Sciences. 2017. № 4. P. 43–51. doi: 10.21303/2504–5695.2017.00 389.

7 Wu C., Yuan C., Chen S., Liu D. et al. The effect of curdlan on the rheological properties of restructured ribbonfish (Trichiurus spp.) meat gel // Food Chemistry. 2015. V. 179. P. 222–231. doi: 10.1016/ j.foodchem.2015.01.125.

8 Zhang F., Fang L., Wang C., Shi L. et al. Effects of starches on the textural, rheological, and color properties of surimi–beef gels with microbial tranglutaminase // Meat Science. 2013 № 93 (3). P. 533–537. doi: 10.1016/j.meatsci.2012.11.013

9 Lupi F.R., Gabriele D., Seta L., Baldino N. et al. Rheological design of stabilized meat sauces for industrial uses // European Journal of Lipid Science and Technology. 2014. № 116 (12). P. 1734–1744. doi: 10.1002/ejlt.201400286

10 Kupchak D.V., Lyubimova O.I. The study of therheological characteristics of food systems combined minced // Scientific World. URL: http://www.sworld.com.ua/simpoz8/82.pdf

11 Дроздова Л.И., Пивненко Т.Н. Особенности реологических показателей фаршей из глубоководных рыб и продукции из них // Известия ТИНРО. 2013. Т. 172. С. 274–281.

12 Антипова Л.В., Воронкова Ю.В. Разработка рецептуры фаршей мясных с применением пищевых волокон ECO-LIGHT NATIVE // Вестник ВГУИТ. 2013. №4. С. 116-119.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Ирина С. Дроздецкая заместитель начальника отдела нестационарных торговых объектов управления потребительского рынка мэрии города Новосибирска, департамент промышленности, инноваций и предпринимательства, мэрии города Новосибирска, Красный проспект, 50, г. Новосибирск, 630091, Россия, kafedratoop@mail.ru

Ирина П. Березовикова д.б.н., профессор, кафедра технологии и организации общественного питания, Сибирский университет потребительской кооперации, проспект К. Маркса, 26, г. Новосибирск, 630087, Россия, ira_ber@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Ирина С. Дроздецкая написала рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

Ирина П. Березовикова консультация в ходе исследования

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 22.01.2018

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 19.02.2018

REFERENCES

1 Drozdetskaya I.S., Berezovikova I.P. Antioxidant effect of the smoke flavor in fish meat industrial production. *Tekhnika i tekhnologiya* [Technology of food production] 2010. no. 4. pp. 7–10. (in Russian).

2 Bronnikova V.V. Influence of vegetable additives on the quality of products from fish mince. Prioritety i nauchnoe obosnovanie realizatsii gosudarstvennoi politiki [Priorities and scientific support for the implementation of the state policy of healthy nutrition in Russia. Materials of the III International Scientific and Practical Internet Conference] 2013. pp. 146-150. (in Russian)

3 Bogdanov V.D., Volotka F.B. Functional and technological properties of the far Eastern Rudd and mullet-striped mullet. *Izvestiya TINRO* [Proceedings of Pacific Research Fisheries Center] 2013. vol. 173. pp. 280–292. (in Russian).

4 Drozdetskaya I.S., Berezovikova I.P. Influence of the smoke flavoring on the quality of culinary products made by technology. *Tekhnika i tekhnologiya* [Technology of food production] 2013. no. 3. pp. 16–21. (in Russian).

5 Chernyshova O.V., Tsibizova M.E. Technochemical composition and functional-technological properties of underutilized fish raw material of the Volga-Caspian basin. *Vestnik AGTU* [Proceedings of ASTU] 2012. pp. 189-194. (in Russian).

6 Suchenko Y., Suchenko V., Mushtruk M., Vasyliv V., Boyko Y. Research into mechanical properties of minced meat and finished products. Eureka: Life Sciences. 2017. no. 4. pp. 43–51. doi: 10.21303/2504–5695.2017.00 389.

7 Wu C., Yuan C., Chen S., Liu D. et al. The effect of curdlan on the rheological properties of restructured ribbonfish (Trichiurus spp.) meat gel. Food Chemistry. 2015. vol. 179. pp. 222–231. doi: 10.1016/ j.foodchem.2015.01.125.

8 Zhang F., Fang L., Wang C., Shi L. et al. Effects of starches on the textural, rheological, and color properties of surimi–beef gels with microbial tranglutaminase. Meat Science. 2013 no. 93 (3). pp. 533–537. doi: 10.1016/j.meatsci.2012.11.013

9 Lupi F.R., Gabriele D., Seta L., Baldino N. et al. Rheological design of stabilized meat sauces for industrial uses // European Journal of Lipid Science and Technology. 2014. no. 116 (12). pp. 1734–1744. doi: 10.1002/ejlt.201400286

10 Kupchak D.V., Lyubimova O.I. The study of therheological characteristics of food systems combined minced Scientific World: международный научный журнал. Available at: http://www.sworld.com.ua/simpoz8/82.pdf

11 Drozdova L.I., Pivnenko T.N. Peculiarities of rheological indices of minced meat from deep-sea fish and products from them. . *Izvestiya TINRO* [Proceedings of Pacific Research Fisheries Center] 2013. vol. 172. pp. 274-281. (in Russia).

12 Antipova L.V., Voronkova U.V. Development the formulation of minced meat with the use of dietary fiber ECO-LIGHT NATIVE. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies]. 2013 no.4. pp. 116-119. (in Russian)

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Irina S. Drozdetskaya Deputy head of Department of non-stationary trade objects of management of the consumer market of the city hall of the city of Novosibirsk, Department of industry, innovation and entrepreneurship of, Novosibirsk city hall, Red Av., 34, Novosibirsk, 630099, Russia, kafedratoop@mail.ru

Irina P. Berezovikova Dr. Sci. (Biol.), professor, the Department of technology and organization of catering, Siberian University of consumer cooperatives, K. Marx Avenue, 26, Novosibirsk, 630087, Russia, ira_ber@mail.ru

CONTRIBUTION

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

Irina P. Berezovikova consultation during the study

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 1.22.2018

ACCEPTED 2.19.2018

Оригинальная статья/Original article

УДК 664

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-199-205

Исследование аминокислотного состава кормовой добавки методом ионообменной хроматографии

Андрей А. Волнин [1] volnin.a@mail.ru
Алексей В. Мишуров [1] a.v.mishurov@mail.ru
Александра А. Михина [2] mselgtorr@gmail.com
Алиса А. Коротаева [3] alisa-korotaeva@mail.ru
Александр В. Севко [1] ssevko@yandex.ru

[1] Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста», Городской округ Подольск, поселок Дубровицы, д. 60, Московская область, Россия
[2] Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет), 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1, Москва, Россия
[3] Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Реферат. Определение содержания аминокислот в кормах для сельскохозяйственных животных имеет большую научно-практическую значимость. Это необходимо для более точной детализации норм кормления и балансирования рационов животных по содержанию аминокислот и белка, а, следовательно, способствует повышению продуктивности животных. В данной работе рассмотрены вопросы применения ионообменной хроматографии с постколоночной дериватизацией проб нингидрином для исследования аминокислотного состава кормов для сельскохозяйственных животных. Определено общее содержание аминокислот (кроме триптофана) в кормовой добавке. Концентрация треонина составила 3,26 г/100г протеина, лейцина – 6,43, изолейцина – 3,24, валина – 4,77, метионина – 2,18, лизина – 2,90, фенилаланина – 3,16, гистидина – 2,03, тирозина – 2,33, суммы аспарагина и аспарагиновой кислоты – 6,76, серина – 3,97, суммы глутамина и глутаминовой кислоты – 12,04, глицина – 6,00, аланина – 6,71, аргинина – 6,93, пролина – 3,08, суммы цистина и цистеина – 1,38. Выполнена оценка полноценности добавки по содержанию незаменимых аминокислот в сравнении с референтным белком ФАО/ВОЗ и определены лимитирующие аминокислоты. Аминокислотный скор треонина составил 81,5%, лейцина – 91,9%, изолейцина – 81%, валина – 95,4%, лизина – 52,7%, суммы фенилаланина и тирозина – 91,5%, суммы метионина и цистеина – 101,7%. Определено соотношение незаменимых и заменимых аминокислот: 0,57. Установлена относительно низкая биологическая ценность (относительно референтного белка ФАО/ВОЗ) исследованной кормовой добавки по содержанию незаменимых аминокислот. Данная добавка может быть использована в кормлении сельскохозяйственных животных в комплексе с другими кормовыми компонентами, содержащими свободные аминокислоты и / или белки, в составе рациона, сбалансированного по содержанию незаменимых аминокислот.

Ключевые слова: аминокислоты, ионообменная хроматография, аминокислотный скор, постколоночная дериватизация, кормовая добавка

Determination of feedstuff amino acids composition by ion-exchange chromatography

Andrei A. Volnin [1] volnin.a@mail.ru
Aleksei V. Mishurov [1] a.v.mishurov@mail.ru
Aleksandra A. Mikhina [2] mselgtorr@gmail.com
Alisa A. Korotaeva [3] alisa-korotaeva@mail.ru
Aleksandr V. Sevko [1] ssevko@yandex.ru

[1] Federal Science Center for Animal Husbandry n.a. L.K. Ernst, Podolsk Municipal District, Dubrovitsy, 60, Moscow Region, Russia
[2] Moscow State Technical University n.a. N.E. Bauman, 2 Baumanskaya str., 5/1, Moscow, Russia
[3] Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Summary. Determination of animal feeds amino acids composition is the very important part of agricultural sciences and livestock management. This is necessary for normalization and balanced of farm animal's diets parameters. Advances in husbandry techniques are making in response to the needs for rearing high genetic merit livestock. The nutrition of livestock has a critical role in these developments and is an element which needs to be continually updated as new scientific information becomes available. This article is devoted to the use of ion-exchange chromatography with post-colum derivatization by ninhydrin in the study of the amino acid composition and evaluation of the biological value of livestock feedstuff components. The amino acid composition (except tryptophan) of the livestock feed-stuff component is presented for threonine – 3.26 g/100g of protein, leucine – 6.43, isoleucine – 3.24, valine – 4.77, methionine – 2.18, lysine – 2.90, phenylalanine – 3.16, histidine – 2.03, tyrosine – 2.33, sum of asparagine and aspartate – 6.76, serine – 3.97, sum of glutamine and glutamic acid – 12.04, glycine – 6.00, alanine – 6.71, arginine – 6.93, proline – 3.08, sum of

Для цитирования
Волнин А.А., Мишуров А.В., Михина А.А., Коротаева А.А., Севко А.В. Исследование аминокислотного состава кормовой добавки методом ионообменной хроматографии // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 1. С. 199–205. doi:10.20914/2310-1202-2018-1-199-205

For citation
Volnin A.A., Mishurov A.V., Mikhina A.A., Korotaeva A.A., Sevko A.V. Determination of feedstuff amino acids composition by ion-exchange chromatography. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 1. pp. 199–205. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-1-199-205

cystine and cysteine – 1.38. Biological value of feedstuff component compared with the "ideal" protein (FAO WHO) is estimated, limiting amino acids were found. The amino acid score was calculated: for threonine – 81.5%, leucine – 91.9%, isoleucine – 81%, valine – 95.4%, lysine – 52.7%, phenylalanine and tyrosine sum – 91.5%, methionine and cysteine sum – 101.7%. Feedstuff component had a low level of essential amino acids in compare with "ideal" protein (FAO WHO). Feedstuff component can be used for livestock nutrition as a component of essential amino-acid balanced diet.

Keywords: amino acids, ion-exchange chromatography, post-colum derivatization, amino acid score, feed-stuff component

Введение

Повышение потребности населения в продуктах питания является основным стимулом развития отрасли животноводства. При этом одной из тенденций является повышение продуктивности сельскохозяйственных животных за счет использования молекулярно-генетических методов селекции в сочетании с оптимизацией условий содержания, обеспечивающей наиболее полную реализацию высокого генетического потенциала животных. Повышение эффективности кормления является одним из решающих факторов в этой системе. Кормление животных в настоящее время динамично развивается благодаря поступлению новых экспериментальных данных о составе и качестве кормов и их конверсии в организме животных [1–3, 18, 19].

Аминокислоты являются одними из ключевых компонентов питания животных, как в составе белковой диеты, так и в качестве дополняющих продуктов [1, 4]. Считается, что белок не является питательным веществом. Животные нуждаются в аминокислотах, а не в белке как таковом. Качество кормового белка определяется его потенциалом для покрытия физиологических требований в отношении аминокислот на поддержание жизнедеятельности и продуктивность (рост, воспроизводство, молокообразование и т. д.). Потребность в кормовом белке зависит от вида животных, возраста, генотипа и пола. Отсюда следует, что существуют два важных фактора, определяющих качество белка, а) профиль аминокислот, который представляет собой соотношение незаменимых аминокислот в белке и b) их усвояемость [1]. В рационе животных возможен недостаток одной или нескольких незаменимых аминокислот, необходимых для поддержания оптимального роста и здоровья [1, 4]. Исследование аминокислотного состава кормов имеет крайне важную роль в оптимизации систем кормления, детализации и нормировании рационов сельскохозяйственных животных [5-7].

Наиболее распространенными методами количественного аминокислотного анализа являются высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ) и ионообменная хроматография с постколоночной дериватизацией проб нингидрином. Однако в практике рутинного анализа, при значительном количестве исследуемых проб метод ионообменной хроматографии имеет ряд существенных преимуществ по сравнению с ВЭЖХ: более высокая точность определения, воспроизводимость результата и надежность (высокая производительность этого метода является следствием того, что большинство загрязнений быстро перемещаться по колонке и выходят из системы, прежде чем начинается разделение аминокислот), а также более простая подготовка проб (по сравнению с методами предколоночной дериватизации) [8–14].

Метод ионообменной хроматографии с постколоночной дериватизацией проб нингидрином стандартизирован Международной организацией по стандартизации (EN ISO 13903), а также Регламентом Европейской Комиссии № 152/2009; рекомендован к использованию для анализа аминокислотного состава сырья и кормов, а также контроля полноценности аминокислотного питания животных Европейской федерацией производителей кормовых добавок и кормов для животных (FEFANA, фр. Fédération Européenne des Fabricants d'Adjuvants pour la Nutrition Animale) [1].

В данной работе рассмотрены вопросы применения ионообменной хроматографии с постколоночной дериватизацией проб нингидрином для исследования аминокислотного состава кормов для сельскохозяйственных животных. Определено общее содержание аминокислот (кроме триптофана) в кормовой добавке на основе продуктов переработки отходов мясной промышленности, выполнена оценка полноценности добавки по содержанию незаменимых аминокислот в сравнении с референтным белком ФАО/ВОЗ и определены лимитирующие аминокислоты.

Материалы и методы

Для подготовки проб использовали кислотный гидролиз в растворе 6 М соляной кислоты, с добавлением норлейцина в качестве внутреннего стандарта. Гидролиз выполняли в термостате при 110 °С в течении 24 ч. Для определения цистина и метионина пробы окисляли 50% раствором надмуравьиной кислоты, которую предварительно готовили из муравьиной кислоты и перекиси водорода, с добавлением фенола.

Анализ выполняли на системе высоко эффективной жидкостной хроматографии (HPLC) Shimadzu LC-20 Prominence (Япония), с автоматическим реакционным модулем для пост-колоночной дериватизации нингидрином АРМ-1000 (Sevko&Co, Россия) и колонкой с ионообменной смолой 4,6 х 150 мм (Sevko&Co, Россия). Использовали готовые буферные растворы для разведения образца и элюирования (Sevko&Co, Россия). Расчет концентрации выполняли по стандартному образцу аминокислот (Sykam, Германия).

Определение содержания сырого протеина выполняли методом Кьельдаля [15].

Для расчёта аминокислотного скора белка аминокислотный скор каждой незаменимой аминокислоты в «идеальном» референтном белке ФАО/ВОЗ [16] принимали за 100%, а в исследуемом – определяли процент соответствия. Если значение скора для определенной аминокислоты ниже 100%, данную аминокислоту определяли как лимитирующую.

Результаты и обсуждение

Метод ионообменной хроматографии с постколоночной дериватизацией работает на основе того факта, что аминокислоты являются катионами при pH 2,2, удерживаются ионообменной смолой колонки и при элюировании градиентом с повышением pH смываются с нее согласно изоэлектрическим точкам молекул. На выходе с колонки разделившиеся аминокислоты вступают в специфическую реакцию с нингидрином, при высокой температуре, с образованием окрашенного продукта, который количественно определяют используя фотометрическое детектирование при 440 нм – для пролина и 570 нм – для всех других аминокислот [1, 10, 12].

Анализ аминокислот проводят после кислотного гидролиза белков (кроме триптофана). Для более полного нахождения метионина и цистеина (с димером последнего – цистином), кислотный гидролиз проводят с предварительно окисленными (количественно) серосодержащими радикалами аминокислотных остатков. В результате образуются соответствующие продукты окисления – метионинсульфон и цистеиновая кислота. Данный метод позволяет определить 17 протеиногенных аминокислот (за исключением триптофана, разрушающегося при кислотном гидролизе, аспарагина и глутамина, которые гидролизуются в аспарагиновую и глутаминовую кислоты, соответственно). Сумма определяемых аминокислот включает свободные аминокислоты и аминокислоты, которые были связанные в составе белка до гидролиза [12]. Схема аминокислотного анализатора представлена на рисунке 1.

В исследуемой кормовой добавке было установлено содержание сырого протеина: 18,29%. Было определено содержание незаменимых и заменимых аминокислот. Аминокислотный состав кормовой добавки представлен в таблице 1.

Был рассчитан аминокислотный скор, соотношение незаменимых и заменимых аминокислот и определены лимитирующие аминокислоты. Результаты исследования представлены в таблице 2.

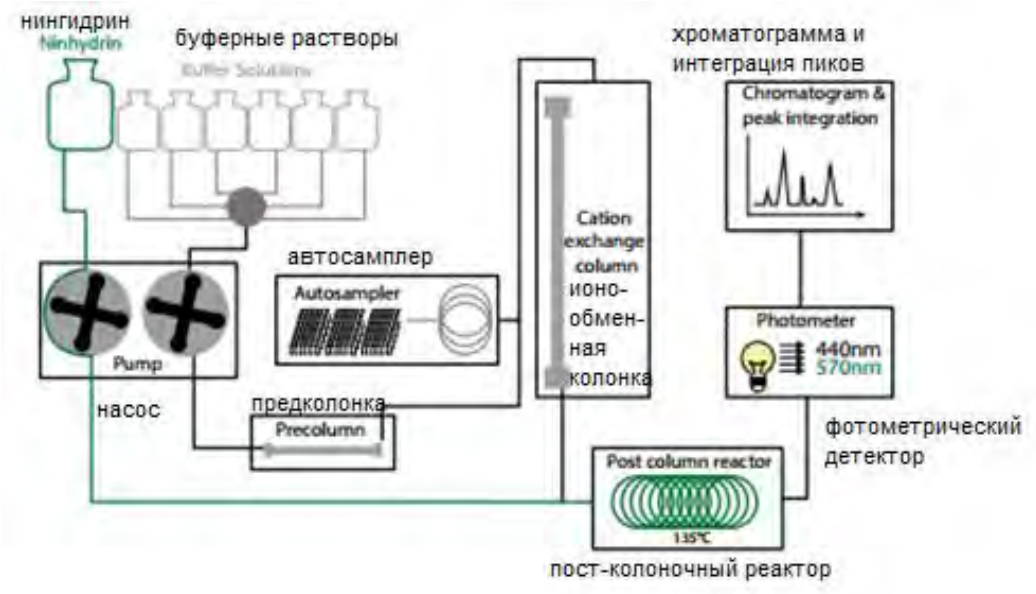


Рисунок 1. Общая схема аминокислотного анализатора [1]

Figure 1. The General scheme of amino acid analyzer [1]

Таблица 1.

Аминокислотный состав кормовой добавки, г/100 г. протеина

Table 1.

Amino acid composition of feed additive, g/100 g of protein

Незаменимые аминокислоты | Essential amino acids								
THR	LEU	ILE	VAL	MET	LYS	PHE	HIS	
3,26	6,43	3,24	4,77	2,18	2,90	3,16	2,03	
Заменимые аминокислоты | Non-essential amino acids								
TYR	ASP	SER	GLU	GLY	ALA	ARG	PRO	CYS
2,33	6,76	3,97	12,04	6,00	6,71	6,93	3,08	1,38

Таблица 2.

Аминокислотный скор и соотношение незаменимых и заменимых аминокислот

Table 2.

Amino acid score and ratio of essential and non-essential amino acids

«Идеальный белок» ФАО/ВОЗ | «Ideal protein FAO/WHO»[9]									Незаменимые/заменимые essential/non-essential
THR	LEU	ILE	VAL	MET	CYS	LYS	PHE	TYR	
4	7	4	5	3,5		5,5	6		
Аминокислотный скор | Amino acid score, %									
81,5*	91,9*	81,0*	95,4*	101,7		52,7*	91,5*		0,57

* – лимитирующая аминокислота

Исходя из результатов очевидно, что исследуемая кормовая добавка наименее полноценна по содержанию лизина, скор этой аминокислоты составил 52,7%. Среди основных протеиногенных аминокислот, лизин является одной из ключевых незаменимых аминокислот [1]. Лизин необходим для синтеза гемоглобина и нуклеопротеидов [17].

Аминокислотный скор изолейцина, лейцина и валина составил 81; 91,9 и 95,4% соответственно. Изолейцин, лейцин и валин являются аминокислотами, имеющими разветвленные алифатические цепи в радикалах. Их метаболизм интересен тем, что данные аминокислоты имеют общие пути катаболизма и, следовательно, могут создавать помехи друг другу при усвоении. Лейцин является сильным регулятором катаболизма аминокислот с разветвленной цепью, поэтому избыток лейцина в рационе нежелателен для животных [1, 3–4]. Лейцин и изолейцин обладают сильно выраженным кетогенным свойством. Валин связан с обменом холестерола, каротиноидов, метилмасляных кислот, служит источником образования гликогена и кофермента А [17]. Аргинин является незаменимым для молодых животных [1]. Установлено, что кормовая добавка содержит аргинин в количестве 6,93 г./100г протеина. Аргинин, превращаясь в орнитин (орнитиновый цикл, совокупность процессов образования мочевины), участвует в обезвреживании конечных продуктов азотистого обмена (аммиак), связан с функцией паращитовидных желез, служит источником образования креатина и креатинина, играя важную роль в энергетическом обмене [17]. Аминокислотный скор треонина составил 81,5%. Треонин, превращаясь в глицин, используется для синтеза протопорфирина, холестерола, жирных кислот и углеводов. В обмене веществ он тесно связан с лейцином и является антагонистом метионина и серина [17]. Аминокислотный скор суммы фенилаланина и тирозина составил 91,5%. Фенилаланин и тирозин являются «взаимопревращаемыми» аминокислотами, имеющиеся данные показывают, что тирозин может частично обеспечить потребность в фенилаланине и наоборот [1]. Фенилаланин и тирозин служат источником образования в организме таких гормонов как тироксин, адреналин и норадреналин, а также пигментов меланинов. Нарушение обмена этих аминокислот сопровождается тяжелыми расстройствами общего обмена веществ, приводящими не только к снижению продуктивности, но и к гибели животных [17].

В представленной добавке аминокислотный скор более 100% был установлен лишь у суммы метионина и цистеина. Метионин участвует в ряде важных биосинтетических процессов, участвуя в обмене холина, креатина и адреналина через высвобождение метильной группы [1, 17]. Метионин является первой аминокислотой, встраивающейся в рибосомы при биосинтезе

полипептидных цепей белков в клетках [10]. В настоящее время гистидин рассматривается как незаменимая аминокислота [1]. Установленное содержание гистидина в исследованной кормовой добавке составило 2,03 г./100г протеина. Гистидин необходим для синтеза гемоглобина, входит в состав карнозина и ансерина, содержащихся в мышцах. При декарбоксилировании гистидина образуется гистамин, являющийся физиологически активным соединением [17].

Полученные результаты свидетельствуют об относительно низкой биологической ценности (относительно референтного белка ФАО/ВОЗ) исследованной кормовой добавки по содержанию незаменимых аминокислот. Данная добавка может быть использована в кормлении сельскохозяйственных животных в комплексе с другими кормовыми компонентами, содержащими свободные аминокислоты и/или белки, в составе рациона, сбалансированного по содержанию незаменимых аминокислот.

Заключение

Исследование аминокислотного состава кормовых компонентов имеет важное значение в рационализации норм кормления сельскохозяйственных животных и балансировании рационов. В данной работе выполнен анализ аминокислотного состава белковой добавки методом ионообменной хроматографии с постколоночной дериватизацией проб. Определено общее содержание аминокислот (кроме триптофана) в кормовой добавке, выполнена оценка полноценности добавки по содержанию незаменимых аминокислот в сравнении с референтным белком ФАО/ВОЗ и определены лимитирующие аминокислоты. Аминокислотный скор треонина составил 81,5%, лейцина – 91,9%, изолейцина – 81%, валина – 95,4%, лизина – 52,7%, суммы фенилаланина и тирозина – 91,5%.

Полученные результаты свидетельствуют об относительно низкой биологической ценности (относительно референтного белка ФАО/ВОЗ) исследованной кормовой добавки по содержанию незаменимых аминокислот. Данная добавка может быть использована в кормлении сельскохозяйственных животных в комплексе с другими кормовыми компонентами, содержащими свободные аминокислоты и/или белки, в составе рациона, сбалансированного по содержанию незаменимых аминокислот.

Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке фундаментальных научных исследований ФАНО РФ, номер государственного учета НИОКТР АААА-А18-118021590136-7

ЛИТЕРАТУРА

1 Dalibard P., Hess V., Tutour L., Peisker M. et al. Amino Acids in Animal Nutrition // FEFANA Publication, FEFANA. Brussels, 2014.

2 Эрнст Л.К., Зиновьева Н.А. Биологические проблемы животноводства в XXI веке. М., 2008.

3 D'Mello J.P. Felix Amino acids in animal nutrition, Second Edition // CABI Publishing. 2003

4 Karau A, Grayson I. Amino acids in human and animal nutrition//AdvBiochemEngBiotechnol. 2014. № 143. P. 189–228. doi: 10.1007/10_2014_269.

5 de Sousa Prado J.P., Oliveira Cavalheiro J.M., da Silva J.A., Cavalheiro T.B. et al. Amino acid profile and percent composition of meals and feeds used in shrimp farming// Gaia Scientia. 2016. № 10,4. P. 347-360.

6 Purwin C., Fijałkowska M., Lipiński K., Wierzbowska J. et al. Changes in amino acid composition during ensiling lucerne and red clover in round bales// J. Elem. 2015. № 20.4. P. 965-973. doi: 10.5601/jelem.2015.20.1.863.

7 Adejumo I. O., Adetunji C. O., Ogundipe K., Osademe S. N. Chemical composition and amino acid profile of differently processed feather meal// Journal of Agricultural Sciences, 2016. № 61,3. P. 237-246. doi: 10.2298/JAS1603237A.

8 Ween O., Stangeland J.K., Fylling T.S., Aas G.H. Nutritional and functional properties of fishmeal produced from fresh by-products of cod (Gadus morhua L.) and saithe (Pollachius virens)// Heliyon. 2017. № 3, 7. doi:10.1016/j.heliyon.2017.e00343.

9 Silvao C.F., Nunes A.J.P. Effect of dietary amino acid composition from proteins alternative to fishmeal on the growth of juveniles of the common snook, Centropomus undecimalis// R. Bras. Zootec. 2017. № l.46. P. 7

10 Шапошников М.Н., Севко А.В., Севко Д.А., Волнин А.А. и др. Анализ аминокислотного состава молока коров симментальской породы// Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2015. № 11. С. 70–75

11 Volnin A.A., Sheraliev F.D., Shaposhnikov M.N., Zaitsev S.Y. et al. Amino acid score of milk proteins of the interspecific hybrids of argali and domestic sheeps // RJOAS. 2017. № 4,64. P. 240–247. doi: 10.18551/rjoas.2017–04.31.

12 Волнин А.А., Шералиев Ф.Д., Шапошников М.Н., Зайцев С.Ю. и др. Применение ионообменной хроматографии при оценке биологической ценности белков молока овец/ /Актуальные вопросы биологической физики и химии. 2017. № 1, 2. С. 494-498.

13 Jajić I., Krstović S., Glamočić D., Jakšić S. et al. Validation of an HPLC method for the determination of amino acids in feed // J. Serb. Chem. Soc. 2013. № 78, 6. P. 839–850.

14 Dai Z, Wu Z, Jia S, Wu G Analysis of amino acid composition in proteins of animal tissues and foods as pre-column o-phthaldialdehyde derivatives by HPLC with fluorescence detection// J Chromatogr B Analyt-Technol Biomed Life Sci. 2014. № 27. P. 964, 116.. doi: 10.1016/j.jchromb.2014.03.025.

15 ISO 5983-1:2005 Feeds, mixed feeds and raw material. Determination of mass fraction of nitrogen and calculation of mass fraction of crude protein. Part 1. Kjeldahl method

16 FAO. Energy and protein requirements. Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation. Geneva: World Health Organization, 1985. 112 p.

17 Алиев А.А. Обмен веществ у жвачных животных. М.: НИЦ «Инженер», 1997

18 Дерканосова А. А., Коротаева А. А. Особенности российского рынка комбикормов и перспективы его развития // Экономика. Инновации. Управление качеством. 2013. № 3. С. 107.

19 Дерканосова А.А. Анализ перспективы производства отечественных кормовых препаратов // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2012. № 2. С. 194-196.

REFERENCES

1 Dalibard P., Hess V., Tutour L., Peisker M. et al. Amino Acids in Animal Nutrition // FEFANA Publication, FEFANA. Brussels, 2014.

2 Ernst L.K., Zinovieva N.A.Biologicheskie problem zhivotnovodstva [Biological aspects of livestock husbandry in XXI] Moscow, 2008 (in Russian)

3 D'Mello J.P. Felix Amino acids in animal nutrition, Second Edition. CABI Publishing. 2003

4 Karau A, Grayson I. Amino acids in human and animal nutrition. AdvBiochemEngBiotechnol. 2014. no. 143. pp. 189–228. doi: 10.1007/10_2014_269.

5 de Sousa Prado J.P., Oliveira Cavalheiro J.M., da Silva J.A., Cavalheiro T.B. et al. Amino acid profile and percent composition of meals and feeds used in shrimp farming. Gaia Scientia. 2016. no. 10,4. pp. 347-360.

6 Purwin C., Fijałkowska M., Lipiński K., Wierzbowska J. et al. Changes in amino acid composition during ensiling lucerne and red clover in round bales. J. Elem. 2015. no. 20.4. pp. 965-973. doi: 10.5601/ jelem.2015.20.1.863.

7 Adejumo I. O., Adetunji C. O., Ogundipe K., Osademe S. N. Chemical composition and amino acid profile of differently processed feather meal. Journal of Agricultural Sciences, 2016. no. 61,3. pp. 237-246. doi: 10.2298/JAS1603237A.

8 Ween O., Stangeland J.K., Fylling T.S., Aas G.H. Nutritional and functional properties of fishmeal produced from fresh by-products of cod (Gadus morhua L.) and saithe (Pollachius virens). Heliyon. 2017. no. 3, 7. doi:10.1016/j.heliyon.2017.e00343.

9 Silvao C.F., Nunes A.J.P. Effect of dietary amino acid composition from proteins alternative to fishmeal on the growth of juveniles of the common snook, Centropomus undecimalis. R. Bras. Zootec. 2017. no. l.46. pp. 7

10 Shaposhnikov M.N., Sevko A.V., Sevko D.A., Volnin A.A. et al. The analysis amino acid composition of milk of simmental breed cows. Veterinariya, zootechniya i biotechnologiya [Veterinary, zootechny and biotechnology] 2015. no. 11. pp. 70-75 (in Russian)

11 Volnin A.A., Sheraliev F.D., Shaposhnikov M.N., Zaitsev S.Y. et al. Amino acid score of milk proteins of the interspecific hybrids of argali and domestic sheeps. RJOAS. 2017. no. 4,64. pp. 240–247. doi: 10.18551/rjoas.2017–04.31.

12 Volnin A.A., Sheraliev F.D., Shaposhnikov M.N., Zaitsev S.Y. et al. pplication of ion-exchange chromatography in assessing the biological value of sheep milk proteins. *Aktual'nye voprosy biologicheskoi fiziki i khimii* [Modern Trends in Biological Physics and Chemistry] 2017, no. 1, 2, pp. 494-498 (in Russian)

13 Jajić I., Krstović S., Glamočić D., Jakšić S. et al. Validation of an HPLC method for the determination of amino acids in feed. J. Serb. Chem. Soc. 2013. no. 78, 6. pp. 839–850.

14 Dai Z, Wu Z, Jia S, Wu G Analysis of amino acid composition in proteins of animal tissues and foods as pre-column o-phthaldialdehyde derivatives by HPLC with fluorescence detection. J Chromatogr B Analyt-Technol Biomed Life Sci. 2014. no. 27. pp. 964, 116.. doi: 10.1016/j.jchromb.2014.03.025.

15 ISO 5983-1:2005 Feeds, mixed feeds and raw material. Determination of mass fraction of nitrogen and calculation of mass fraction of crude protein. Part 1. Kjeldahl method

16 FAO. Energy and protein requirements. Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation. Geneva, World Health Organization, 1985. 112 p.

17 Aliev A.A. Obmen veshchestv u zhvachnykh [Metabolism in ruminants] Moscow, «Injener», 1997 (in Russian)

18 Derkanosova A. A., Korotaeva A. A. Features of the Russian market of animal feed and its development prospects. Ekonomika. Innovatsii. Upravlenie kachestvom [Economy. Innovation. The management of quality]. 2013. no. 3. pp. 107. (in Russian)

19 Derkanosova A.A.Analysis of the prospects for the production of domestic fodder preparations. Vestnik VGUIT [Proceedings of Voronezh state university of engineering technologies] 2012. no. 2. pp. 194-196. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Андрей А. Волнин научный сотрудник, отдел физиологии и биохимии сельскохозяйственных животных, Федеральный научный центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста, Городской округ Подольск, поселок Дубровицы, д. 60, Московская область, 142132, Россия, volnin.a@mail.ru

Алексей В. Мишуров к.с-х.н., старший научный сотрудник, отдел физиологии и биохимии сельскохозяйственных животных, Федеральный научный центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста, Городской округ Подольск, поселок Дубровицы, 60, Московская область, 142132, Россия, a.v.mishurov@mail.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Andrei A. Volnin researcher, department of physiology and biochemistry of farm animals, L.K. Ernst Federal Science Center for Animal Husbandry, Podolsk Municipal District, Dubrovitsy, 60, Moscow Region, 142132, Russia, volnin.a@mail.ru

Aleksei V. Mishurov Cand. Sci. (Agr.), senior researcher, department of physiology and biochemistry of farm animals, L.K. Ernst Federal Science Center for Animal Husbandry, Podolsk Municipal District, Dubrovitsy, 60, Moscow Region, 142132, Russia, a.v.mishurov@mail.ru

Александра А. Михина магистрант, кафедра информационных систем и технологий, Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет), 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1, Москва, 105005, Россия, mselgtorr@gmail.com

Алиса А. Коротаева к.т.н., инженер-исследователь**,** Центр коллективного пользования «Контроль и управление энергоэффективных проектов», Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, alisa-korotaeva@mail.ru

Александр В. Севко младший научный сотрудник, отдел физиологии и биохимии сельскохозяйственных животных, Федеральный научный центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста, Городской округ Подольск, поселок Дубровицы, д. 60, Московская область, 142132, Россия, ssevko@yandex.ru

Aleksandra A. Mikhina master student, department of information systems and technologies, Bauman Moscow State Technical University, 2 Baumanskaya str., 5/1, Moscow, 105005, Russia, mselgtorr@gmail.com

Alisa A. Korotaeva Cand. Sci. (Engin.), engineer-researcher, Center for Collective Use "Monitoring and Management of Energy Efficient Projects", Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, alisa-korotaeva@mail.ru

Aleksandr V. Sevko jr. researcher, department of physiology and biochemistry of farm animals, L.K. Ernst Federal Science Center for Animal Husbandry, Podolsk Municipal District, Dubrovitsy, 60, Moscow Region, 142132, Russia, ssevko@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Андрей А. Волнин проведение исследований, выполнение расчётов, оценка результатов, обзор литературных источников по исследуемой проблеме, написание статьи, корректировал рукопись до подачи в редакцию несет ответственность за плагиат

Алексей В. Мишуров обзор литературных источников по исследуемой проблеме, планирование исследований, оценка результатов

Александра А. Михина проведение исследований, подготовка реактивов и растворов

Алиса А. Коротаева консультация в ходе исследования

Александр В. Севко планирование исследований, консультация в ходе исследования

CONTRIBUTION

Andrei A. Volnin conducted an experiment, performed computations, processing of results, review of the literature on an investigated problem, wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Aleksei V. Mishurov review of the literature on an investigated problem, experiment design, processing of results

Aleksandra A. Mikhina conducted an experiment, reagents and solutions managment

Alisa A. Korotaeva consultation during the study

Aleksandr V. Sevko experiment design, consultation during the study

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

ПОСТУПИЛА 24.01.2018

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 13.02.2018

RECEIVED 1.24.2018

ACCEPTED 2.13.2018

Химическая технология

Оригинальная статья/Original article
УДК 678.675+541.49
DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-206-210

Интерполиэлектролитное комплексообразование сульфонатсодержащего ароматического полиамида в водных растворах: влияние природы полиоснований на состав образующихся продуктов

Наталья Н. Смирнова [1] smirnovann@list.ru

[1] Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых, ул. Горького, 87, г. Владимир, 600000, Россия

Реферат. Изучено комплексообразование в водных растворах поли-4,4'-(2,2'-дисульфонат натрия)-дифениленизофталамида и ряда полиаминов: полиэтиленимина, поли-N-(2-аминоэтилакриламида) и полиэтиленполиамина. Показано, что в результате макромолекулярных реакций образуются интерполиэлектролитные комплексы, стабилизированные, в основном, электростатическими силами. Для характеристики их состава использовано соотношение сульфонатных и аминогрупп взаимодействующих полиэлектролитов. Методами потенциометрии и кондуктометрии установлено, что в исследованных системах, при смешивании компонентов образуются комплексы с соотношением сульфонатных и аминогрупп ~0.8. Увеличение степени ионизации участвующих в реакции комплексообразования полиаминов приводит к повышению фиксируемых значений до 0.90–0.95. Выявлено, что при оптимальном составе интерполимерной системы формируются интерполиэлектролитные комплексы со средним размером частиц ~42.1 нм. В кислой среде средний размер частиц составляет ~29.5 нм. На основе изученных систем получены материалы с высокими прочностными характеристиками. Прочность на разрыв пленочных образцов составляет 65–84 МПа при относительном удлинении 20–65%. Показано, что синтезированные материалы характеризуются высокой регулируемой гидрофильностью и селективной сорбционной способностью по отношению к воде в сравнении с органическими растворителями. Состав интерполиэлектролитных комплексов является одним из основных инструментов регулирования физико-химических свойств полученных материалов. Результаты проведенных исследований позволяют рассматривать интерполиэлектролитные комплексы на основе поли-4,4'-(2,2'-дисульфонат натрия)-дифениленизофталамида как перспективные для применения в процессах гидрофильной первапорации.

Ключевые слова: интерполиэлектролитное комплексообразование, сульфонатсодержащие ароматические полиамиды, интерполимерные реакции, полиоснования

Interpolyelectrolyte complexation of sulfonate-containing aromatic polyamide in aqueous solutions: the influence of the nature of the polybases on the composition of the formed products

Natalya N. Smirnova [1] smirnovann@list.ru

[1] Vladimir State University named after A.G. and N.G. Stoletovs, Gor'kogo St., 87 Vladimir, 600000, Russia

Summary.Complexation in aqueous solutions of poly-4,4'-(2,2'-disulfonate sodium) diphenyleneisophthalamide and polyamines series: polyethylenimine, poly-N-(2-aminoethylacrylamide) and polyethylenepolyamine was studied. It is shown that as a result of macromolecular reactions, interpolyelectrolyte complexes are formed, stabilized mainly by electrostatic forces. To characterize the composition formed interpolyelectrolyte complexes used the ratio of sulfonate and amino groups interacting polyelectrolytes. Conductometric and potentiometric methods it has been established that in the investigated system, the mixing of the components of complexes are formed with ratio of the sulphonate and amino groups ~0.8. An increase in the degree of ionization of participating in reactions of complex formation of polyamines leads to higher recorded values of up to 0.90–0.95. It was found that interpolyelectrolyte complexes with an average particle size of ~42.1 nm are formed with the optimal composition of the interpolymer system. In an acidic medium, the average particle size is ~29.5 nm. Materials were obtained on the basis of the studied systems with high strength characteristics. The tensile strength of the film samples is 65–84 MPa with a relative elongation of 20–65%. It is shown that synthesized materials are characterized by high regulated hydrophilicity and selective sorption capacity in relation to water in comparison with organic solvents. The composition of interpolyelectrolyte complexes is one of the main instruments for regulating the physicochemical properties of the materials obtained. The results of these studies allow us to consider interpolyelectrolyte complexes based on poly-4,4'-(2,2'-disulfonate sodium) diphenyleneisophthalamide as promising for use in hydrophilic pervaporation processes.

Keywords:interpolyelectrolyte complexation, sulfonate-containing aromatic polyamides, interpolymers reactions, polybases

Введение

Продукты реакции взаимодействия между химически комплементарными полимерами, т. е. полимерами, функциональные группы которых обладают сродством друг к другу, а их геометрическое строение не создает препятствий для образования достаточно большого числа межмолекулярных связей в расчете на цепь, получили название интерполимерных комплексов.

Для цитирования

Смирнова Н.Н.Интерполиэлектролитное комплексообразование сульфонатсодержащего ароматического полиамида в водных растворах: влияние природы полиоснований на состав образующихся продуктов //Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 1. С. 206–210. doi:10.20914/2310-1202-2018-1-206-210

For citation

Smirnova N.N.Interpolyelectrolyte complexation of sulfonate-containing aromatic polyamide in aqueous solutions: the influence of the nature of the polybases on the composition of the formed products. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 1. pp. 206–210. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-1-206-210

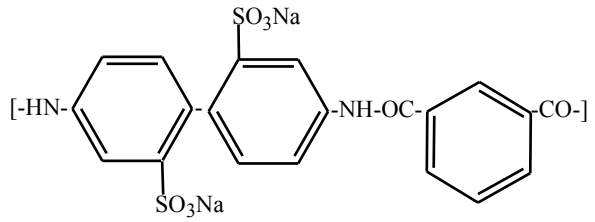
В качестве основных сил стабилизирующих эти соединения могут выступать водородные связи, ван-дер-ваальсовые и донорно-акцепторные взаимодействия. Особое место принадлежит интерполиэлектролитным комплексам (ИПЭК), стабилизированным электростатическими силами. Они образуются в результате соединения противоположно заряженных полимерных электролитов или при матричной полимеризации ионных мономеров на противоположно заряженных полиионах [1–4]. Наличие у ИПЭК таких свойств как высокое (но ограниченное) водопоглощение; селективная сорбция ионов и ионообменные свойства; хорошая водопроницаемость, проницаемость для электролитов и водорастворимых микропримесей, непроницаемость для макрокомпонентов растворов; антикоагуляционные свойства определило мембранную технологию как одну из областей их активного применения [5–9].

Особенность ИПЭК состоит в том, что они не обладают неким набором постоянных свойств. Эти соединения способны изменять состав, структуру и фазовое состояние в зависимости от условий проведения интерполимерной реакции (ИПР). Инструментами регулирования характеристик ИПЭК являются: строение и структура взаимодействующих полимеров, плотность заряда вдоль макромолекулярной цепи и месторасположение ионных групп, молекулярная масса и молекулярно-массовое распределение полимерных электролитов, а также природа растворителя, температура, pH и ионная сила раствора.

Изучение взаимодействия водорастворимого сульфонатсодержащего ароматического полиамида с рядом полиаминов, определение состава образующихся ИПЭК и основных факторов его регулирования составило цель настоящего исследования. Ароматические полиамиды благодаря сочетанию повышенной механической прочности, высокой теплостойкости, хорошей устойчивости к химической и термоокислительной деструкции с высокими транспортными и разделительными характеристиками достаточно давно и активно используются для изготовления полимерных мембран [10–12]. Введение в состав их макромолекулярной цепи ионных групп позволяет получить полимеры, в которых свойства, присущие ароматическим полиамидам, сочетаются с характерными для полиэлектролитов повышенной гидрофильностью, ионселективностью и способностью к интерполиэлектролитному взаимодействию.

Экспериментальная часть

Ароматический полиамид на основе 4,4'-(2,2'-дисульфонат натрия) – диаминодифенила и дихлорангидрида изофталевой кислоты (ПА) синтезирован в ОАО «Полимерсинтез» [13]:



В работе использовали полимеры молекулярной массы (1.0–3.4) $\times 10^4$.

В качестве полиоснований применяли поли-N-(2-аминоэтилакриламид) (ПАЭАА) (ИФОХ НАН Беларуси) ($\overline{M_n}$ = 6.0×10^4), полиэтиленимин (ПЭИ) (*Serva*Германия) ($\overline{M_n}$ = 1.0×10^4), полиэтиленполиамин (ПЭПА) (ОАО "Каустик") (ТУ 6-02-594-85, 2413-357-00203447-99).

Растворы ИПЭК получали смешиванием в заданных соотношениях при интенсивном перемешивании растворов сульфонатсодержащего ароматического полиамида и полиоснований с концентрацией 0.001–0.1 моль/л.

Для потенциометрического титрования растворов полиэлектролитов и интерполиэлектролитных комплексов применяли иономер MettlerToledo со стеклянным электродом в качестве измерительного. Изменение электропроводности в системе, наблюдаемое при кондуктометрическом титровании растворов полиэлектролитов фиксировали с помощью кондуктометра HI 8733N. Для измерения размеров частиц присутствующих в растворах использовали лазерный дифракционный микроанализатор HORIBA LB-550 с источником излучения в виде лазерного диода с λ = 650 нм, фотоэлектронным умножителем и Фурье преобразованием.

Состав ИПЭК характеризовали отношением молярных концентраций сульфонатных и аминогрупп взаимодействующих полиэлектролитов.

Пленочные материалы получали путем полива водно-аммиачных растворов соответствующих ИПЭК на стеклянную подложку с последующей сушкой их при комнатной температуре.

Результаты и их обсуждение

Может быть предложена следующая схема реакции сульфонатсодержащих полиэлектролитов с полиаминами:

$$(\vdash SO_3\text{-}Na^+)_m + (\vdash B)_n \underset{H^+}{\overset{H_2O}{\leftrightarrow}} [(\vdash SO_3^- + HB\dashv)_x \times (\vdash SO_3\text{-}Na^+)_{m-x} \times (\vdash B)_{n-x}] + xNa^+ + xOH^-,$$

где B – NH_2; $\rangle NH$; $\rangle N$ –

Согласно этой схеме, в качестве продукта макромолекулярной реакции образуется ИПЭК, стабилизированный, в основном, электростатическими силами. Участие в ИПР слабого полиоснования приводит к тому, что *pH* среды становится основным фактором, определяющим возможность и степень ее осуществления. В табл. представлены данные по pK_a рассматриваемых в работе полиаминов.

Состав интерполимерного комплекса, являясь чрезвычайно важной его характеристикой, не представляет собой некой постоянной для данной полимерной системы величины. Необходимо учитывать, что кроме природы взаимодействующих полимеров и входящих в их состав функциональных групп, на него будут оказывать влияние концентрация групп и характер их распределения по макромолекулярной цепи, молекулярная масса реагирующих компонентов, природа среды формирования комплекса, а также концентрация растворов полимеров, скорость и порядок их смешения.

Таблица 1.

Кислотно-основные свойства полиаминов

Table1.

Acid-base properties of polyamines

Полиамин | Polyamine	$pK_a(\beta_i = 0.5)$
Полиэтиленимин Polyethylenimine	6.70
Поли-*N*-(2-аминоэтил)акриламид Poly-N- (2-aminoethyl) acrylamide	7.10
Полиэтиленполиамин Polyethylenepolyamine	8.85

Поскольку интерполиэлектролитное комплексообразование характеризуется установлением равновесия как между взаимодействующими группами полимерных электролитов, так и на уровне структурообразовательных процессов, в ходе которых происходит формирование частиц ИПЭК, то одна часть методов, используемых для оценки состава образующихся комплексов фиксирует характер изменений происходящих в ходе ИПР, а вторая – при формировании надмолекулярной структуры комплекса.

Для получения наиболее полного представления о протекающих в системе процессах, представлялось важным использование обеих групп методов. На рисунке 1 представлены результаты потенциометрического и кондуктометрического титрования систем ПА – ПЭИ и ПА – ПЭПА.

Полученные данные показывают, что в исследованных системах, включающих слабые полимерные основания, при смешивании компонентов образуются комплексы с соотношением сульфонатных и аминогрупп ~0.8. Таким численным значениям соответствует положение максимума на кривых потенциометрического титрования и излом на кривых кондуктометрического титрования. Увеличение степени ионизации участвующих в реакции комплексообразования полиаминов приводит к повышению фиксируемых значений до 0.90–0.95. Рисунок 2 иллюстрирует подобную зависимость для системы ПА – ПЭИ. На рисунке 3представлена схема взаимодействия функциональных групп полиэлектролитов в ИПЭК ПА – ПЭИ различного состава.

В ходе структурных исследований было установлено, что при оптимальном составе интерполимерной системы формируются ИПЭК со средним размером ~42.1 нм (рисунок 4 (а)). В кислой среде средний размер частиц ИПЭК составляет ~29.5 нм, что вполне закономерно, т. к. рост ионизации слабого полимерного электролита приводит к увеличению степени превращения в ИПР, росту гидрофобности образующихся комплексных частиц и, как следствие, уменьшению их размеров.

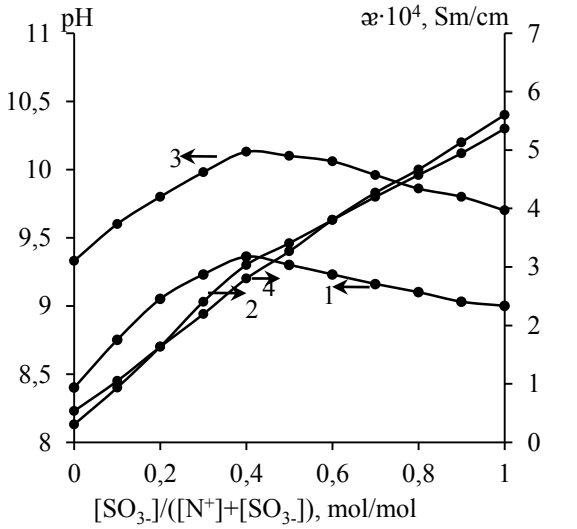


Рисунок 1. Кривые потенциометрического и кондуктометрического титрования водных растворов ПЭИ (1, 2) и ПЭПА (3, 4) раствором ПА, T = 25 °C

Figure 1.Curves of potentiometric and conductive titration of aqueous solutions of PEI (1, 2) and PEPA (3, 4) with PA, T = 25 °C

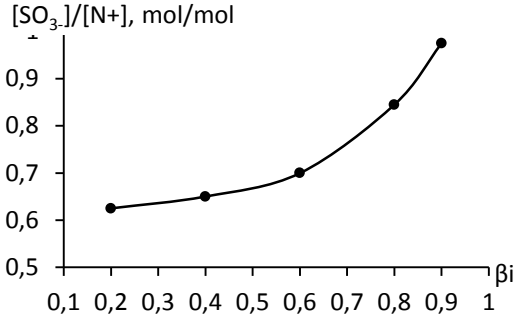


Рисунок 2. Зависимость состава ИПЭК ПА – ПЭИ от степени ионизации полиамина

Figure 2.Dependence of the composition of IPEC PA-PEI on the degree of ionization of polyamine

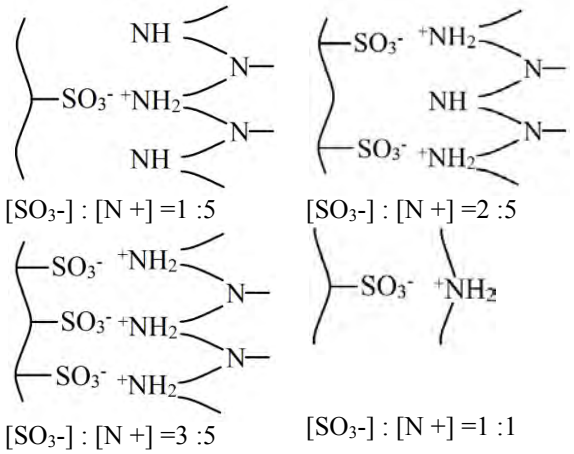


Рисунок 3. Схема взаимодействия функциональных групп ПА и ПЭИ в ИПЭК различного состава

Figure 3.Scheme of interaction of functional groups of PA and PEI in IPEC different composition

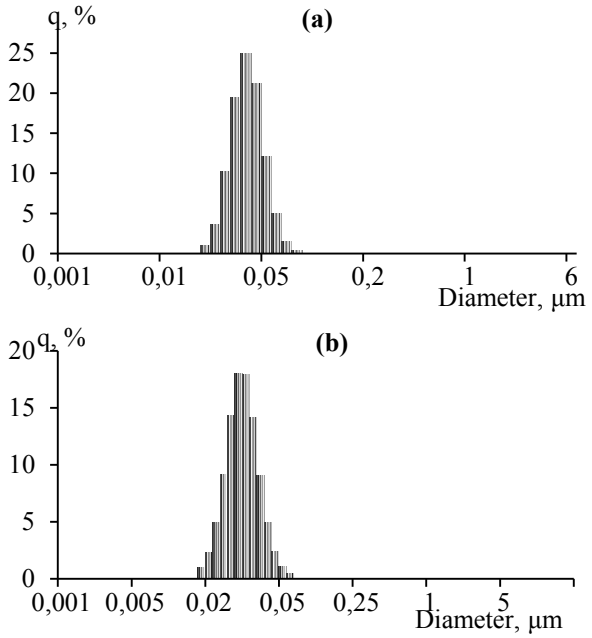


Рисунок 4. Распределение частиц по размерам в водных растворах ИПЭК ПА – ПАЭАА при pH = 9.5 (a) и 3.0 (b)

Figure 4.Distribution of particle size in aqueous solutions of IPEC PA – PAEAA at pH = 9.5 (a) and 3.0 (b)

Состав ИПЭК является одной из основных характеристик, определяющих механические, сорбционные и диффузионные свойства пленочных материалов, полученных на основе изученных интерполимерных систем [14]. Принципиальным, с точки зрения практического применения, является тот факт, что удалось получить материалы с высокими прочностными характеристиками (прочность на разрыв пленочных образцов составляет 65–84 МПа при относительном удлинении 20–65%). Синтезированные материалы характеризуются высокой гидрофильностью и селективной сорбционной способностью по отношению к воде в сравнении с органическими растворителями. Это, прежде всего, обусловлено наличием, природой и концентрацией свободных ионных групп в образцах, регулируемыми составом ИПЭК и степенью превращения в соответствующей ИПР. В частности, для ИПЭК ПА – ПЭПА изменение соотношения концентраций сульфонатных и аминогрупп с 1.0 до 2.0 сопровождается снижением степени набухания образцов в воде с 1000 до 350 мас.%.

Заключение

Таким образом, исследования интерполиэлектролитных взаимодействий сульфонатсодержащего ароматического полиамида в водных растворах показали возможность формирования на его основе ИПЭК с соотношением сульфонатных и аминогрупп ~0.8, стабилизированных, прежде всего, электростатическими силами. В случае слабых полиоснований степень ионизации их ионных групп является одним из основных факторов, оказывающих влияние на состав формирующихся в ходе интерполимерной реакции ИПЭК. Увеличение степени ионизации участвующих в реакции комплексообразования полиаминов приводит к повышению фиксируемых значений отношений [-SO_3-] / [N+] до 0.90–0.95. Материалы, полученные на основе исследованных интерполимерных систем, обладают хорошими прочностными характеристиками, высокой регулируемой гидрофильностью и селективной сорбционной способностью по отношению к воде в сравнении с органическими растворителями, что позволяет рассматривать их как перспективные для применения в процессах гидрофильной первапорации.

ЛИТЕРАТУРА

1 Кабанов В.А. Полиэлектролитные комплексы в растворе и в конденсированной фазе // Успехи химии. 2005. Т. 74.№ 1. С. 5–24.

2 Изумрудов В.А. Явления самосборки и молекулярного «узнавания» в растворах (био)полиэлектролитных комплексов // Успехи химии. 2008. Т. 77.№ 4. С. 401–414.

3 Visakh P.M., Bayraktar O., Picó G.A. Polyelectrolytes. Switzerland: Springer. 2014. 388 p.

4 Müller M. Polyelectrolyte complexes in the dispersed and solid state. I Principles and theory. Berlin Heidelberg: Springer, 2014. 229 p.

5 Drioli E., Giorno L. Encyclopedia of membranes. Berlin Heidelberg: Springer. 2016. 2199 p.

6 Ng L.Y., Mohammad A.W., Ng Ch.Y., Leo Ch.P. et al. Development of nanofiltration membrane with high salt selectivity and performance stability using polyelectrolyte multilayers // Desalination. 2014. V. 351. P. 19–26.

7 Wang X. S., An Q.F., Lio T., Zhao Q. et al. Novel polyelectrolyte complex membranes containing free sulfate groups with improved pervaporation dehydration of ethanol // J. Membr. Sci. 2014. V. 452. P. 73–81.

8 Gregurec D., Olszyna M., Politakos N., Yate L. et al. Stability of polyelectrolyte multilayers in oxidizing media: a critical issue for the development of multilayers based membranes for nanofiltration // Colloid Polym. Sci. 2015. V. 293. P. 381–388.

9 Ilyas Sh., Joseph N., Szymczyk A., Volodin A. et al. Weak polyelectrolyte multilayers as tunable membranes for solvent resistant nanofiltration //J. Membr. Sci. 2016. V. 514. P. 322–331.

10 Ettori A., Gaudichet-Maurin E., Aimar P., Causserand Ch. Mass transfer properties of chlorinated aromatic polyamide reverse osmosis membranes // Separ. Purif. Technol. 2012. V. 101. P. 60–67.

11 Jin Y., Liang S., Wu Z., Cai Zh. et al. Simulating the growth process of aromatic polyamide layer by monomer concentration controlling method // Appl. Surf. Sci. 2014. V. 314. P. 286–291.

12 Wang Ch., Shen B., Zhou Y., Xu Ch. et al. ulfonated aromatic polyamides cjntaining nitrile groups as proton exchange fuel cell membranes // Int. J. Hydrog. Energ. 2015. V. 40. P. 6422–6429.

13 Федотов Ю.А., Смирнова Н.Н. Ароматические полиамиды с ионогенными группами: синтез, свойства, области применения // Пластические массы. 2008. № 8. С. 18–21.

14 Смирнова Н.Н., Волков В.И. Интерполиэлектролитное комплексообразование как инструмент направленного регулирования механических, сорбционных и диффузионных свойств пленочных материалов // Журнал прикладной химии. 2015. Т. 88. № 3. С. 475–483.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Наталья Н. Смирнова д.х.н., профессор, кафедра химии, Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых, ул. Горького, 87, г. Владимир, 600000, Россия,smirnovann@list.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Наталья Н. Смирнова Полностью подготовила рукопись и несет ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 15.01.2018

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 19.02.2018

REFERENCES

1 Kabanov V.A. Polyelectrolyte complexes in solution and in condensed phase. *Uspekhi khimii* [Russ. Chem. Rev.] 2005, vol. 74. no. 1, pp. 5–24. (in Russian)

2 Izumrudov V.A. Phenomenon of self-Assembly and molecular "recognition" in solutions of (bio)polyelectrolyte complexes. *Uspekhi khimii* [Russ. Chem. Rev.]. 2008, vol. 77,no. 4. pp. 401–414. (in Russian)

3 Visakh P.M., Bayraktar O., Picó G.A. Polyelectrolytes. Switzerland: Springer. 2014. 388 p.

4 Müller M. Polyelectrolyte complexes in the dispersed and solid state. I Principles and theory. Berlin Heidelberg: Springer, 2014. 229 p.

5 Drioli E., Giorno L. Encyclopedia of membranes. Berlin Heidelberg: Springer. 2016. 2199 p.

6 Ng L.Y., Mohammad A.W., Ng Ch.Y., Leo Ch.P. et al. Development of nanofiltration membrane with high salt selectivity and performance stability using polyelectrolyte multilayers. Desalination. 2014. vol. 351. pp. 19–26.

7 Wang X. S., An Q.F., Lio T., Zhao Q. et al. Novel polyelectrolyte complex membranes containing free sulfate groups with improved pervaporation dehydration of ethanol. J. Membr. Sci. 2014. vol. 452. pp. 73–81.

8 Gregurec D., Olszyna M., Politakos N., Yate L. et al. Stability of polyelectrolyte multilayers in oxidizing media: a critical issue for the development of multilayers based membranes for nanofiltration. Colloid Polym. Sci. 2015. vol. 293. pp. 381–388.

9 Ilyas Sh., Joseph N., Szymczyk A., Volodin A. et al. Weak polyelectrolyte multilayers as tunable membranes for solvent resistant nanofiltration. J. Membr. Sci. 2016. vol. 514. pp. 322–331.

10 Ettori A., Gaudichet-Maurin E., Aimar P., Causserand Ch. Mass transfer properties of chlorinated aromatic polyamide reverse osmosis membranes // Separ. Purif. Technol. 2012. vol. 101. pp. 60–67.

11 Jin Y., Liang S., Wu Z., Cai Zh. et al. Simulating the growth process of aromatic polyamide layer by monomer concentration controlling method. Appl. Surf. Sci. 2014. vol. 314. pp. 286–291.

12 Wang Ch., Shen B., Zhou Y., Xu Ch. et al. ulfonated aromatic polyamides containing nitrile groups as proton exchange fuel cell membranes. Int. J. Hydrog. Energ. 2015. vol. 40. pp. 6422–6429.

13 Fedotov Yu. A., Smirnova N.N. Aromatic polyamides with ionogenic groups: synthesis, properties and applications. *Plasticheskie massy* [Plastic] 2008, no. 8, pp. 18–21. (in Russian)

14 Smirnova N.N., Volkov V.I. Interpolyelectrolyte complexation as a tool for contolling the mechanical, sorption and diffusion properties of film materials. *Zhurnal prikladnoi khimii* [Rus. J. Appl. Chem]. 2015, vol. 88, no 3, pp. 475–483. (in Russian)

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Natalya N. Smirnova Dr. Sci. (Chem.), professor, department of chemistry, Vladimir State University named after A.G. and N.G. Stoletovs, Gor'kogo St., 87 Vladimir, 600000, Russia, smirnovann@list.ru

CONTRIBUTION

Natalya N. Smirnova Completely prepared the manuscript and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The author declare no conflict of interest.

RECEIVED 1.15.2018

ACCEPTED 2.19.2018

Оригинальная статья/Original article

УДК 549:661.1+691

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-211-222

Физико-химические и технологические аспекты разработки ситаллов нового класса

Анатолий В. Мананков [1] mav.39@mail.ru
Эльгюл Р. Гасанова [1] elgyul91@mail.ru
Валентина В. Быкова [1] qazwsx.0987@mail.ru

1 Томский государственный архитектурно-строительный университет, пл. Соляная 2, г. Томск, 634003, Россия

Реферат. Актуальность исследований обусловлена эффективностью освоения полезных ископаемых Заполярья, которая во многом определяется транспортно-производственной инфраструктурой. Суровые природно-климатические условия Крайнего Севера с преобладанием многолетнемерзлых пород значительно влияют на экономику и экологию территории, для которой стоимость строительных материалов и конструкций доходит сейчас до 70% себестоимости нефти и газа. Освоение Ямала, выход на шельфы арктических морей требуют создания инновационных прорывных технологий добычи нефти и газа, включая строительство искусственных островов и подводных сооружений на шельфе. Такие технологии возможны при наличии современных строительных материалов и конструкций, обладающих многократно большей прочностью, долговечностью, износоустойчивостью, кислотоустойчивостью и другими функциональными параметрами самого широкого спектра для промышленного, транспортного и гражданского строительства. Ситаллы, как свидетельствуют результаты анализа научно-технических и патентных данных, относятся к перспективным материалам в области инноваций для авиационной, ракетной и ракетно-космической техники, а также других отраслей экономики, где требуются металлозамещающие, футеровочные и более сложные конструкции материалов с необычным сочетанием свойств: высокой механической, абразивной устойчивостью, высокими диэлектрическими свойствами и химической стойкостью. В статье представлены результаты создания петроситаллов нового класса «Сикамов» (СКС), начиная с метода расчета и оценки состава шихты, основанного на принципах структурной кристаллохимии с учетом выявленных масштабов изовалентного и гетеровалентного изоморфизма в условиях направленной кристаллизации. Метод обеспечивает высокую скорость кристаллизации, достижение необходимой степени структурной и химической однородности и оптимальных физико-химических свойств материала, в котором кристаллическую фазу образуют твердые растворы пироксенов. Упрощается технологический процесс и уменьшается энергопотребление. Объект исследования - минералого-химический состав шихты, особенности несмесимости исходных стекол и типы механизмов зародышеобразования, полиморфные модификации цепочечных метасиликатов, их связь с наноструктурой стекла и кинетикой ситаллизации.

Ключевые слова: петроситаллы, метасиликаты, сикам, мономинеральность, кристаллохимический подход, стехиометрические коэффициенты, горные породы Полярного Урала, свайно-эстакадная дорожная конструкция, транспортная, промысловая гражданская инфраструктура

Physico-chemical and technological aspects of the development of new class sitalls

Anatolii V. Manankov [1] mav.39@mail.ru
Elgyul R. Gasanova [1] elgyul91@mail.ru
Valentina V. Bykova [1] qazwsx.0987@mail.ru

1 Tomsk State University of Architecture and Building,634003, Tomsk, pl. Solyanaya 2, Russia

Summary.The relevance of research is due to the efficiency of development of minerals in the Arctic, which is largely determined by the transport and production infrastructure. Harsh climatic conditions of the Far North with a predominance of permafrost rocks (PR) significantly affect the economy and ecology of the territory, for which the cost of construction materials and structures are now reaches 70% of the cost of oil and gas. Mastering Yamal, yield on the shelves of the Arctic seas requires the creation of innovative technology breakthrough of oil and gas, including the construction of artificial islands and underwater constructions offshore. Such technologies are possible in the presence of modern building materials and structures that have many times greater strength, durability, durability, acid resistance and other functional parameters of the widest range for industrial, transport and civil construction. Glass-ceramic, as evidenced by the results of the analysis of scientific, technical and patent data are promising materials in the field of innovation in aviation, rocket and space technology, as well as other industries that require metal-substituting, lining and more sophisticated materials of construction with an unusual combination of properties : high mechanical, abrasive resistance, high dielectric properties and chemical resistance. The article presents the results of the creation of petrositalls of the new “Sikams” class (SCS), beginning with the method for calculating and estimating the composition of the charge, based on the principles of structural crystal chemistry, taking into account the revealed scales of isovalent and heterovalent isomorphism under conditions of directed crystallization. The method provides a high crystallization rate, achieving the required degree of structural and chemical homogeneity and best physico-chemical properties of the material, wherein a crystalline phase to form solid solution of pyroxene. The technological process is simplified and energy consumption is reduced. Object of research - the mineralogical and chemical composition of the charge, particularly glass immiscibility source types and nucleation mechanisms chain metasilicates polymorphs, their relationship to glass and kinetics saturation nanostructure.

Keywords:petrositalls, metasilicates, sikam, monominerality, crystallochemical approach, stoichiometric coefficients, rocks of the Polar Urals, pile-trestle road structure, transport, commercial civil infrastructure

Для цитирования

Мананков А.В., Гасанова Э.Р, Быкова В.В. Физико-химические и технологические аспекты разработки ситаллов нового класса // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 1. С. 211–222. doi:10.20914/2310-1202-2018-1-211-222

For citation

Manankov A.V., Gasanova E.R., Bikova V.V. Physico-chemical and technological aspects of the development of new class sitalls. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 1. pp. 211–222. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-1-211-222

Введение

Недра российского Севера и арктического шельфа хранят 9/10запасов природного газа, около 2/3запасов нефти, почти все апатитовые руды, золото, алмазы, включая уникальные импактные сверхпрочные алмазы Папигайской астроблемы, платиноиды и редкоземельные металлы, олово, антрацит Таймыра. Освоение полезных ископаемых происходит в условиях полного бездорожья, и поэтому требует высоких затрат на создание транспортно-производственной и гражданской инфраструктуры. Обустройство Севморпути, создание его сухопутного дублера – Северного широтного хода от Салехарда на Игарку–Хатангу – Тикси, включая строительство плотин как мостовых переходов Игарской ГЭС и Нижне-Ленской ГЭС.

Создание арктической рокадной военно-транспортной инфраструктуры, которая будет обеспечивать стратегическое равновесие за счет использования кратчайшего расстояния подлета из мобильных ракетных поездов до противника через Северный полюс.

Крайне суровые природно-климатические условия Сибири и Заполярья требуют применения высокопрочных и высокоэффективных строительных конструкций самого широкого спектра для промышленного, транспортного и гражданского строительства (рисунок 1). Неотложна потребность в таких высокопрочных строительных конструкциях и дорогостоящая их доставка с «материка», в свою очередь, требует организации их производства на месте использования и из местного сырья, и дешевых местных энергоносителей, для значительного снижения их себестоимости.



Рисунок 1. Дорожные условия: тундра Ямала летом

Figure 1. Road conditions: the tundra of Yamal in the summer

Актуальность создания СКС и конструкций на их основе диктуется расширением масштабов освоения Крайнего Севера, выходом на шельфы арктических морей, невозможность применения традиционных морских буровых платформ. Поэтому, авторами предлагается на смену традиционным стальным железобетонным конструкциям новый материал – петроситалл класса сикам, полностью отвечающий особым условиям Арктики и с возможностью его производства из местного сырья.

Историческая справка

Ситаллы – новые конструктивные материалы, появились в срединеXX в. Для ракетной техники. В связи с развитием науки и техники ситаллы становятся инновационными материалами в самых различных сферах. Существует несколько классификаций ситаллов: по составу исходного сырья (петроситаллы, шлакоситаллы, технические ситаллы), по минеральному составу самих ситаллов (пироксеновые или сикамы, сподуменовые, кордиеритовые, высоко кремнеземистые, свинец содержащие и т. п.), по свойствам ситаллов (износостойкие, кислотостойкие, жаропрочные, а также специальные поглощающие тепловые нейтроны и т. п.) [1–6].

Важным свойством СКС является уникальное сочетание химической, термической стойкости и высокой сопротивляемости механическому истиранию. Это позволяет использовать их в качестве эффективного материала в технологических узлах со специфическими условиями работы. Высокая прочность и сопротивляемость истиранию, огне- и атмосферостойкость, химическая устойчивость делают этот материал долговечным.

Исходное сырье для СКС может быть достаточно различным: 1) магматические горные породы преимущественно с дефицитом в составе кремнезема (ультраосновные, основные интрузивные и эффузивные породы); 2) метаморфические и осадочно-метаморфические горные породы класса силикатов и карбонатов; 3) разнообразные силикатсодержащие промышленные отходы добычи, обогащения и переработки практически любых полезных ископаемых (рудных, нерудных, энергетических каменных углей и т. п.) после извлечения из них дефицитных металлов –от черных и цветных до редких элементов, лантаноидов и актиноидов. По нашим подсчетам в первом приближении, такая стратегия использования минеральных ресурсов позволит сократить на 25% добычу первичных полезных ископаемых [7].

В Томской научной школе минералогии под руководством профессора А.В. Мананкова сотрудниками трех университетов, (НИ ТГУ, НИ ТПУ и ТГАСУ) по результатам фундаментальных исследований в области физической геохимии создан новый класс многофункциональных стеклокристаллических материалов класса сикам и технологии их производства (Свидетельство на товарный знак № 92355) на основе недефицитного природного сырья и промышленных отходов. Появление этих материалов оказалось востребованным многими отраслями

и новой техникой. Важно подчеркнуть, что стала возможной разработка (НИР и ОКР) новых малозатратных и высокоэффективных технологий производства новых конструкций, обладающих особенно высокой прочностью и надежностью в экстремальных природных условиях Арктики.

Исследование нами горных пород золоторудных месторождений Полярного Урала по Программе «Урал Полярный – Урал Промышленный», начатое в 2011 году, Новогоднее–Монто, Петропавловского, Амфиболитового показало, что эти породы основного состава по петрографическому и минералого – геохимическому составу соответствуют требованиям по качеству и объемам для производства петроситалловых дорожных и строительных конструкций [8–11].

Для производства вспененного петроситалла – пеносикама, высокоэффективного теплоизоляционного стенового материала в качестве исходного сырья подходят местные суглинки и пылеватые пески, распространенные по долинам великой сибирской реки Обь и ее многочисленных притоков по всей Западно-Сибирской низменности [12].

Само производство новых строительных материалов и конструкций, обладающих особенно высокой прочностью, обеспечивается разработанной авторами автоматизированной технологией управляемого синтеза фрактальной сферолитовой структуры петроситалла-СКС. Автоматизация управляемого синтеза петроситалла основана на разработке кристаллохимической формулы для расчета состава шихты на мономинеральный метасиликатный состав с позиции выявленных пределов изоморфизма [7]. Объектами исследования стали полиморфные модификации цепочечных метасиликатов, формирующихся в неравновесных условиях аттрактора кристаллизации – точек бифуркации.

Предметом исследований как более детализированной характеристикой объекта послужили фазовые превращения на стадиях зародышеобразования и роста кристаллов в метасиликатной системе «стекло-кристалл», изучение технологических параметров и их влияния на свойства СКС.

Исходные породы и расчет состава шихт для СКС

Наличие местного природного сырья существенно удешевляет производственные затраты. Это связано с тем, что сырье в удельном весе стоимости петургической продукции занимает не менее 48% [5, 13, 14]. Вместе с тем, при обустройстве, например, нефтегазовых месторождений и строительстве дорог в условиях многолетнемерзлых пород самая дорогая часть их стоимость приходится на строительные материалы. На один километр дороги III категории стоимость материалов составляет 45 млн руб. [8].

В таблице 1 представлены химические составы исходных пород Полярного Урала из трех месторождений. Авторами выполнены минералого-петрографические, геохимические и экспериментальные исследования этих горных пород с целью получения из них петроситаллов класса СКС.

Таблица 1.

Химический состав базитов Полярного Урала, м %

Table 1.

The chemical composition of the basalts of the Polar Urals, m. %

Оксиды | Oxides	1	2	3	4
SiO_2	48,67	45,08	62,30	57,66
TiO_2	0,37	0,59	1,05	0,79
Al_2O_3	16,93	14,85	11,98	15,14
Fe_2O_3	5,01	8,54	3,73	2,82
FeO	6,34	7,69	5,51	4,27
MgO +MnO	5,80	7,73	3,05	3,36
CaO	11,84	9,95	5,96	5,11
Na_2O	2,00	1,40	1,43	2,93
K_2O	0,12	0,17	2,33	2,20
P_2O_5	0,02	0,07	0,12	0,31
H_2O	0,28	0,30	0,17	0,38
П.п.п.	2,31	2,74	1,26	4,21
Сумма | Sum	99,69	99,11	98,89	99,18

Примечание: 1 – базальт, 2 – основной пикробазальт, 3 – низкощелочной андезит (метаморфизованный базальт), 4 – высокощелочной андезит (амфиболизированный базальт). Анализы выполнены с помощью масс – спектрального метода с индуктивно связанной плазмой в химико-аналитическом центре «Плазма»(аналитик – исследователь 1 категории А.Н. Маковенко)

Note: 1 – basalt; 2 – basic picrobasalt; 3 – low-alkaline andesite (metamorphosed basalt); 4 – high-alkaline andesite (amphibolized basalt). The analyzes were performed with the help of the mass spectral method with inductively coupled plasma in the chemical-analytical center "Plasma"(analyst – researcher of the 1st category A.N. Makovenko)

Результаты химических анализов – основа для теоретического конструирования сырьевых композиций ситаллов по формуле «модуля кислотности СКС» [15, 16]. Для минералов пироксеновой группы расчет ведется на 6 атомов кислорода с учетом пределов изоморфных замещений в трех подрешетках пироксенов M_2, M_1 и R [17]. Полученные мономинеральные метасиликаты с обширным полем изоморфных замещений являются наиболее перспективными, поскольку в структуре стекла возникают когерентные наноструктуры [18–23], которые энергетически связаны друг с другом гармоничными отношениями (таблица 2).

Таблица 2.

Кристаллохимические формулы петроситаллов

Table 2.

Crystallochemical formulas of petrositalls

Проба Sample	Подрешеткив формулепироксенов | Sublattices in the pyroxene formula		
	M_2	M_1	R
1	$(Ca_{0,86} \cdot Na_{0,13}K_{0,01})$	$(Ca_{0,06}Mg_{0,.29} \cdot Fe^{+2}_{0,18} \cdot Fe^{+3}_{0,13} \cdot Al_{0,34})$	$(Si_{1,65} \cdot Ti_{0,01} \cdot Al_{0,34})O_6$
2	$(Ca_{0,9} \cdot Na_{0,09} \cdot K_{0.01})$	$Mg_{0,4} \cdot Fe^{+2}_{0,22} \cdot Fe^{+3}_{0,22} \cdot Al_{0,20})$	$(Si_{1,57} \cdot Ti_{0,02} \cdot Al_{0,41})O_6$
3	$(Ca_{o,83}Na_{0,08}K_{0,09})$	$(Ca_{0,4}Mg_{0,13}Fe^{+2}_{0,13} \cdot Fe^{+3}_{0,08}Al_{0,25})$	$(Si_{1,81}Ti_{0,02}Al_{0,16})O_6$
4	$(Ca_{o,74}Na_{0,18}K_{0,09})$	$(Ca_{0,29}Mg_{0,16}Fe^{+2}_{0.11} \cdot Fe^{+3}_{0.07}Al_{0.38})$	$(Si_{1,79}Ti_{0,02}Al_{0,18}P_{0,01})O_6$

Экспериментальные исследования условий плавления шихт и ситаллизации гомогенных стекол

В соответствии с расчетами были подготовлены исходные шихты. В качестве нуклеаторов кристаллизации основных силикатных фаз использован традиционный для пироксеновых ситаллов оксид хрома. Плавление осуществляли в алундовых тиглях в силитовой печи. Оптимальные технологические параметры: температура плавления (1360–1400) °С, время плавления – 1,5–2,0 ч. После закаливания и отжига гомогенные стекла подвергались изучению с помощью различных физико-химических методов с целью определения температурно-временных технологических параметров ситаллизации.

Образцы стекол с целью определения температурных интервалов зародышеобразования и роста кристаллов исследованы с помощью дифференциально– термического метода (ДТА) на прибореNETZSCHSTA 409 PC/PG в интервале 20–1100 С в лаборатории ЦКП аналитического центра ГПС ТГУ. Получены термограммы с четко выраженными эндоэффектами (T_1), соответствующими температурам образования зародышей основной фазы, и еще боле контрастными экзоэффектами (T_2), отвечающими за рост кристаллов (таблица 3).

Таблица 3.

Результаты ДТА стекол на основе базитов Полярного Урала

Table 3.

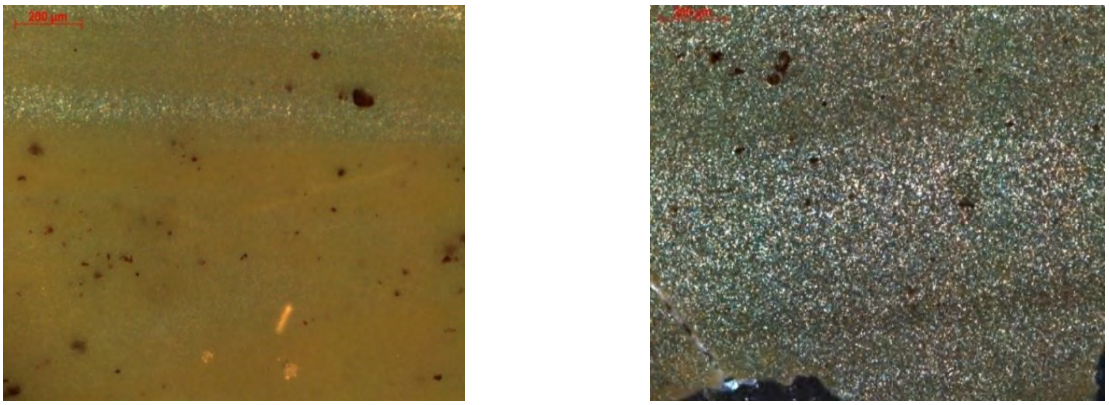
Results of DTA glasses based on the basilites of the Polar Urals

Проба Sample	T_1,°С	E_1, мВт/мг E_1, mW/mg	T_2°С	E_2, мВт/мг E_2, mW/mg
1	723	0,391	905	0,494
2	711	0,423	897	0,812
3	742	0,321	951	0,591
4	727	0,360	964	0,686

Примечание: E_1 – энергия активации зародышеобразовании, E_2 – энергия роста кристаллов. (Аналитик – Е.М. Асочакова). Номера 1–4 соответствуют номерам в таблице 2

Note: E_1 is the activation energy for nucleation, and E_2 is the crystal growth energy. (Analyst-EM Asochakova). Numbers 1-4 correspond to the numbers in Table 2

Для каждого состава проведены кинетические эксперименты для выбора временных технологических параметров. Варьировали время изотермического нагрева на ступени T_1 и T_2, а также скорости нагрева от T_1до T_2. Время изотермического нагрева на T_1 варьировали от 15 мин до 75 минут, и на ступени роста кристаллов от 15 до 60 минут. Из продуктов экспериментов были приготовлены прозрачные и полированные шлифы для изучения структурно-текстурных и физических свойств (рисунок 2). Анализ результатов изучения показал, что оптимальное время изотермического нагрева на ступенях T_1 и T_2 должно быть не менее 45 минут. На аншлифах с помощью микроскопа ПМТ-3 проведено определение микротвердости.



(a) (b)

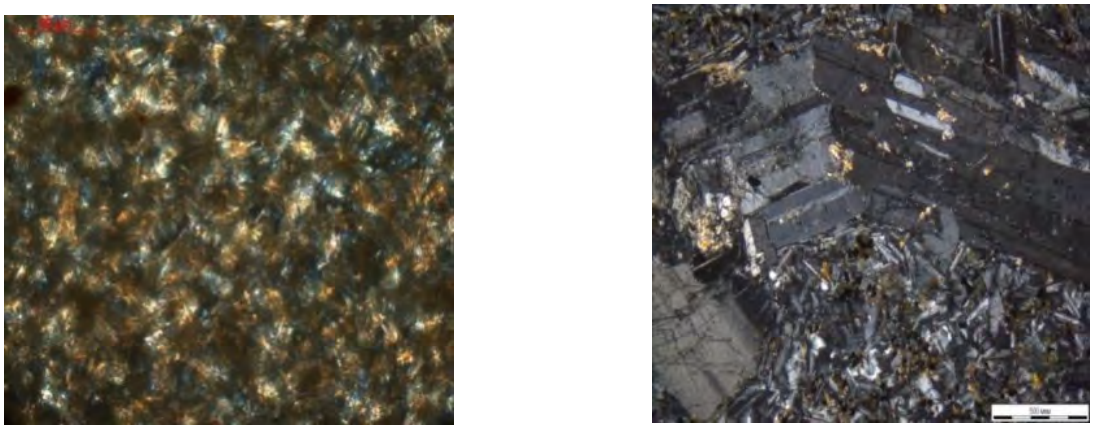
Рисунок 2. Влияние времени изотермического нагрева на ступенях T_1 и T_2 на степень кристаллизации. (a) – 15 мин, (b) – 50 мин

Figure 2. Influence of the time of isothermal heating at stages T_1 and T_2on the degree of crystallization. (a) – 15 minutes, (b) – 50 minutes

По результатам анализа полученных физико-химических свойств определены оптимальные условия синтеза и технологические параметры. Во-первых, закристаллизованные по оптимальным режимам плитки были правильной геометрической формы, однородной текстуры и цвета, и без видимой деформации. Во-вторых, под микроскопом наноструктура однородная, средний размер кристаллов 5–8 мкм, отсутствуют «порфировые» образования. Используя оптимальные температурно-временные параметры получены плиты следующих размеров (в мм): 100x50x8, 150x150x15. Из них приготовлены образцы для изучения микроструктуры, физико-химических свойств, а также пробы для рентгенофазового анализа.

Минеральный состав, структуры, текстуры и физико-химические свойства петроситаллов класса СКС

Результаты рентгенофазового анализа (РФА) сопоставлялись с табличными данными АСТМ (CrystallographicaSearch-Match). Получены подтверждения оптимальности исходных составов и технологических параметров [24]. Установлено, что синтезированные петроситаллы отвечают классу сикамов, поскольку они имеют мономинеральный метасиликатный состав. При этом по результатам РФА они соответствуют либо твердому раствору состава моноклинные пироксены – β-волластонит с субмикрокристаллическими структурами (рисунок 3), либо чистому диопсиду ($CaMgSi_2O_6$), либо твердым растворам моноклинных пироксенов диопсид-геденбергитового ряда (рисунок 4), что и определяет, в конечном счете, их высокие эксплуатационные свойства (таблица 4).



(a) (b)

Рисунок 3. Сферолитовая субмикроструктура ситалла, получена при оптимальных технологических параметрах (a) в сравнении с исходной горной породой: порфировой структурой с вкраплениями плагиоклаза в микроаллотриоморфной массе габбро-порфирита (b)

Figure3.Spherolitesubmicrostructure of the sitall, obtained at optimal technological parameters (a) in comparison with the original rock: porphyry structure with inclusions of plagioclase in the microallotriomorphic mass of gabbro-porphyrite (b)

По физико-химическим свойствам полученные петроситаллы могут найти широкое применение в новой технике, в различных сферах производственных процессов нефтегазовой и других отраслей. Во-первых, уникальное сочетание высокой износостойкости и химической стойкости делает их эффективными в качестве футеровочного материала для различных трубопроводов, лотков цепных транспортеров, желобов и т. п.

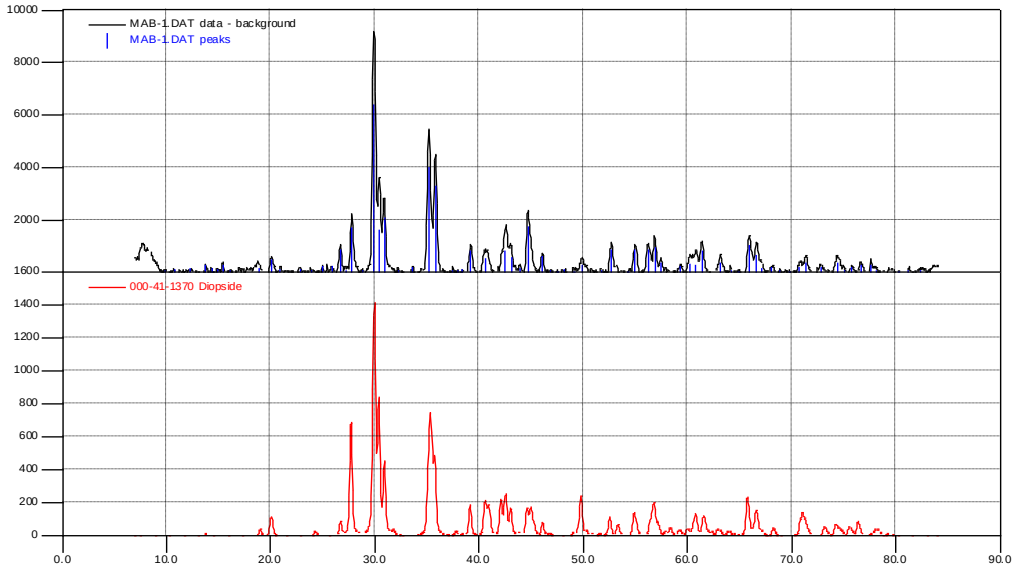


Рисунок 4. Рентгенограмма петроситалла класса СКС, образец № 1(вверху) и эталонный диопсид № 000-41-1370 (внизу)

Figure 4.X-ray picture of petrositall from sample № 1 (top) and reference diopside №. 000-41-1370 (bottom)

В управлении технологического процесса также важную роль играют знания механизмов и кинетики процесса кристаллизации [25–28]. Это объясняется появлением нового экспериментального материала, который не всегда согласуется с традиционными представлениями, а иногда и вовсе не находят в них объяснения. Такая ситуация возникает при описании высоких скоростей диффузии и роста кристаллов в ситаллах класса сикам (рисунок 5).



Рисунок 5. Субмикроструктуры метастабильного распада на стадии гомогенного зародышеобразования в СКС. Увел. 10000.

Figure5.Submicrostructures of metastable decay at the stage of homogeneous nucleation in SCS. Magnif. 10000.

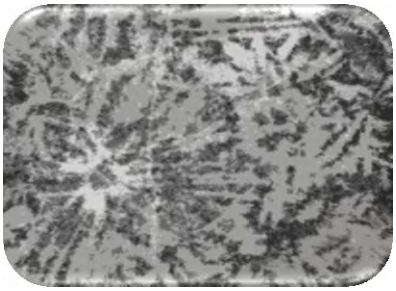


Рисунок 6. Субмикроструктура гетерогенной стадии нуклиации в СКС. Увел. 100.

Figure 6.Submicrostructures of heterogeneous stage nucleation in SCS. Magnif. 100.

Результаты экспериментальных исследований фазовых превращений в системе «стекло–ситалл», позволили нам выявить механизм субсолидусной метастабильной ликвации на стадии зародышеобразования, а на стадии роста полимерных метасиликатных кристаллов гомогенный (рисунок 5) и гетерогенный (рисунок 6) нуклеационные механизмы.

Эти факты хорошо укладываются в концепцию структурной динамики, основанную на наиболее общих законах естествознания – теории колебания и волн, которая прошла инвариантно по всем этапам от классической механики до суперсовременных идей XXI века [23]. Волновые представления, развиваемые нами включают интерференционные эффекты (голографическую модель), применяемые для

любого уровня организации вещества. Голографическая модель позволяет объяснить и прогнозировать процессы образования упорядоченных структур включая наноструктуры, резонансный характер энергии и массы и ряда других явлений [7, 29].

Таблица 4.

Основные свойства синтезированных петроситаллов класса «сикам», каменного литья и других конструкционных материалов

Table 4.

The main properties of synthesized petrositalls of the class "sikam", stone casting and other construction materials

Показатель (свойство) Indicator (property)	Петроситаллы класса «Сикам» Petrolitalls class "Sikam"	Каменное литье* Stone casting *	Бетон * Concrete *	Чугун * Castiron *
Коэффициент линейного расширения (КТР)107 °С$^{-1}$ Indicator (property) Coefficient of linear expansion (CTE) 107 °С$^{-1}$	65–114	48–100	100	100
Температура начала размягчения,° С Softening temperature,°С	950–1100	900–1050	–	–
Сопротивление истиранию, г/см^2 Abrasion resistance, g/cm^2	0,015–0,04	0,02–0,08	–	–
Предел прочности, МПА: при статическом изгибе Strength limit, MPA: with static bending	100–188	47–80	–	280
Предел прочности, МПА: при сжатии Strength limit, MPA: at compression	707–909	250–500	5–60	800–1000
Хим. стойкость,%: H_2SO_4 NaOH Chem. resistance,%: H_2SO_4 NaOH	 94,6–99,9 98,0–99,0	 99,8 98,5	 – –	 – –
Стоимость1 куб. м. Материалов в рублях The cost of 1 cubic meter of Materials in rubles	9000 На заводе петроситаллов в п. Харп, ЯНАО At the Petrosital Plant in the village of Kharp, YaNAO	30 000	9 000– 24 000 в ЯНАО inYaNAO	112 000

Примечание:* –по данным [2]

Экономическим аспекты проекта

Полученные научные результаты и выполненные НИР по отработке технологии производства метасиликатных ситаллов из местного сырья ЯНАО дают основание перейти в первом приближении к экономическим аспектам (ОКР), связанным с проектированием строительства опытного производства петроситалловых изделий (бордюры, кольца, тротуарные, облицовочные плитки, подшипники, медицинские имплантаты и др.) и отработки композитных сталепетроситалловых конструкций (балки, колонны, ригеля, плиты, сферические и цилиндрические тюбинги, а также множество других конструкций). Особый класс составят сталепетроситалловые конструкции сверхвысокой ударной прочности с дисперсной фиброармированной структурой.

Рассмотрим основные прикладные инженерно-технологические решения и функционально-стоимостную эффективность производства строительных сталепетроситалловых конструкций различной топологии (плоских, цилиндрических и сферических) для монтажа линейных и производственных объектов:

1. Автомобильные сборно-разборные дороги промышленного, военного и гражданского назначения в свайно-эстакадном исполнении, как более дешевые и долговечные.

2. Железные дороги, включая высокоскоростные магистрали ВСМ, в инновационном безбалластном свайно-плитном исполнении.

3. Фундаменты и основания зданий и сооружений промышленного и гражданского исполнения на винтовых криосваях и системой высокоэнергоэффективного геотермального отопления на тепловых насосах.

4. Ограждающие конструкции зданий и сооружений промышленного и гражданского исполнения из пеносикама. (вспененный ситалл из суглинков), превосходящие кирпич, пенобетон, сендвич-панели и другие виды стеновых материалов по тепловым, прочностным и другим технико-экономическим показателям и, в том числе, по главному критерию – низкой себестоимости в 2000 – 3000 руб./куб. Такая себестоимость по сравнению с другими стеновыми материалами не требует привозных компонентов, так как производится из местного минерального сырья в термических печах на местном газе.

5. Сборно-разборные дороги взлетно-посадочные полосы полярных аэродромов и военных авиабаз в Арктике с поверхностью идеальной ровности и большим безремонтным периодом.

6. Грузовые и нефтегазовые морские терминалы, порты и пирсы на арктическом побережье.

7. Искусственные острова и сборно-разборные кусты бурения на болотах, озерах и мелководном шельфе с заморозкой основания промплощадок криосваями.

8. Глубоководные кессонные буровые станции (типа «подводный колокол») смонтированные из сталеситалловых сферических фуллеровых тюбингов.

9. Подводные купола из петроситалла для сбора метана в местах интенсивного выброса на шельфе.

10. Трубопроводы, пульпопроводы, водоводы с износостойкой петроситалловой футеровкой с опорой на винтовые криосваи с возможностью более экономичного подогрева труб тепловым насосом. Водоводы с такой футеровкой позволят экспортировать чистую питьевую воду в страны Азии.

11. Подводные стартовые шахтные комплексы из сталеситалловых цилиндрических и сферических тюбингов. Как вариант возможно строительство немагнитных подводных аппаратов и лодок для глубин более 1 км.

12. Сталефибропетроситалловые композитные броневые плиты для монтажа на бронетанковую технику и сборно-разборные оборонительные сооружения. При большей ударной прочности композитный сталефибропетроситалл в три раза легче и в сорок раз дешевле новейшей броневой легированной стали.

13. Производство геомодификаторов трения нового поколения на основе волластонита для безразборного ремонта и восстановления трибоузлов в машинах и механизмах. Использование таких геомодификаторов увеличивает срок эксплуатации машин в два-четыре раза.

14. Производство петроситалловых подшипников скольжения с более высокими триботехническими показателями и низкой себестоимостью.

Таким образом, становится возможным строительство взлетно-посадочных полос, искусственных островов-атоллов для морской газонефтедобычи на мелководных участках шельфа, обустройство площадок для нужд нефтегазодобывающих предприятий и других производственных нужд с более высоким (в разы) функциональными показателями качества и меньшей себестоимостью [8].

Отличительной особенностью от традиционной дорожной, железнодорожной или аэродромной конструкции является принцип опирания свайно-эстакадной конструкции как на винтовые сваи, так и на земляную насыпь на плоскость дорожного полотна через демпфирующий и разгрузочный слой из пенополимера или пеноторфосиликатобетона, который принимает на себя колебания, вибрации. В этом случае вся нагрузка самого тяжелого автопоезда, поезда, самолета равномерно распределяется по поверхности грунта. Регулирующее устройство на уголовнике винтовой сваи позволяет обеспечивать идеальную ровность рабочей поверхности.

В основе свайно-эстакадной дорожной конструкции лежат два элемента: усиленная дорожно-аэродромно-мостовая плита двух типоразмеров и винтовая криосвая. Использование камнелитых автомобильных, железнодорожных и аэродромных усиленных плит с прочностью на изгиб 33,0 т винтовых криосвай и термосифонов позволяет наморозить основание до максимально низких температур и исключить оттаивание и деформацию оснований в летний период.

Так как расчеты эффективности проводятся за весь период действия инновационных технологий, т. е. 5–10 лет, то все значения показателей будущих периодов дисконтируются к настоящему времени. Коэффициент дисконтирования учитывает банковскую ставку и инфляцию.

Реализация научных результатов может позитивно повлиять на основные показатели деятельности нефтегазодобывающих предприятий за счет:

Увеличения дохода от роста реализации продукции:

— ускорения темпов строительства;

— экономии газа, расходуемого на собственные нужды, и снижения его потерь;

Снижения материальных и энергетических затрат за счет:

— использования нового оборудования, новых технологий и технологических процессов;

– инноваций, направленных на снижение расхода материальных ресурсов;

– использования импортозамещающих и завозимых из других регионов РФ материалов;

– замены используемых в производстве материалов, сырья или полуфабрикатов более дешевыми;

– оптимизации графиков проведения и методов производства капитального и текущего ремонта;

– уменьшения затрат на капитальный и текущий ремонт объектов инфраструктуры;

– повышения ремонтопригодности оборудования;

Сокращения затрат живого труда за счет использования нового оборудования, новых технологических процессов.

Разработки, нацеленные на экономию времени:

– увеличения межремонтных периодов;

– повышения уровня интенсификации производства.

Экономии капитальных вложений:

– совершенствования технических, технологических и организационных решений при строительстве зданий, сооружений и объектов;

– увеличения сроков полезного использования машин, оборудования, транспортных средств и других видов основных фондов;

– оптимизации корпоративных программ капитального строительства;

– использования прогрессивных технико-технологических и организационных решений;

– оптимизации газотранспортных и транспортных потоков.

Факторы, связанные с повышением качества готовой продукции и с изменением цен.

Рассмотрим, что дает повышение качества готовой продукции на примере разработки и внедрения новых видов строительных материалов и конструкций. Разработанные в ТГУ и ТГАСУ технологии производства петроситалла из различных видов местного сырья, местных энергоносителей позволяет последующее изготовление из них композитных петроситалловых конструкций широкого спектра и областей применения. Основой технико-экономического обоснования производства и применения петроситалловых конструкций являются принципы функционально-стоимостного анализа и управления качеством с выходом на интегральный показатель «цена-качество».

Цель инновации – снижение цены и повышение качества конструкции транспортной инфраструктуры. В ЯНАО «цена» – сметная стоимость 1 км дороги III-й категории Г8 в среднем колеблется (в зависимости от конкретных условий трассы) в пределах 80 – 150 млн. руб. с традиционными низкими показателями «качества».

«Качество» дороги III-й категории с твердым покрытием, как сводный показатель, включает такие основные показатели, как: гарантийный срок безремонтного периода 1–3 года, динамическая грузоподъёмность (колесная нагрузка на автомобильную ось) не более 10 тонн, максимальная скорость движения – 90 км/час, ровность поверхности практически не регламентируется (просадки, выбоины, келейность и вспучения асфальтового покрытия – это известный всем водителям атрибут российских дорог I-й и IV-й категории). Все эти показатели резкого снижения качества дорожной одежды на северных и полярных дорогах, ускоряются под воздействием морозного пучения зимой и просадки летом.

В нашем варианте строительства транспортной инфраструктуры с применением петроситалловых дорожных плит появляются дополнительные показатели качества нового материала – петроситалла: температура начала размягчения (^{o} C), сопротивление истиранию (г/см^2), прочность при изгибе и сжатии (в Мпа), химическая стойкость (в %) к кислотам и щелочам (H_2SO_4, NaOH) и другие показатели (таблица 1).

Расчет стоимости 1 куб. метра петроситалла при массовом производстве взят, исходя из технико-экономических параметров таких традиционных материалов и конструкций, как стеклокристаллические материалы, близкие по технологическим параметрам.

Структура себестоимости 1 куб. метра петроситалла при массовом производстве включает в себя: сырье и материалы – 40%, зарплата – 30%, энергия – 14%, амортизация – 8%, прочие расходы – 8%.

В случае размещения завода по производству петроситалла в п. Харп ЯНАО, стоимость природного газа -3 тыс. руб./тыс. куб. м или 50 долл. за тысячу кубов. Расход газа на тепловые процессы около 400 куб. м на производство одного кубометра петроситалла или 1200 рублей. Исходя из удельных затрат на энергетику, примерная себестоимость одного кубометра петроситалла будет равна 8570 рублей.

Из этого следует, что петроситаллы по прочности на изгиб и сжатие сравнимы с чугуном, но, в тоже время, легче по весу в три раза, совсем не подвержены коррозии и самое главное, – дешевле в 12 раз.

Заключение

В ходе исследования возможности получения петроситаллов из отвальных пород базитового и др. состава трех золоторудных месторождений Полярного Урала были получены следующие результаты:

- теоретически рассчитанные и экспериментально уточненные составы и технологические параметры процесса кристаллизации пироксеновых твердых растворов для получения качественные конструктивных материалов СКС;
- исследование физико-химических свойств полученных петроситаллов показало, что они соответствуют ожидаемым результатам и отвечают требованиям современной промышленности;
- предложенное технологическое решение может частично решить проблему утилизации отходов горнодобывающей отрасли;
- на текущий момент методологию получения новых петроситаллов класса сикам можно считать полностью опробованной в лабораторных условиях и готовой к заводским испытаниям;
- петроситалловые и пеносикамовые конструкции в виде свай, плит, блоков, тюбингов и купольных сборных элементов в несколько раз дешевле, прочнее и долговечнее, чем из бетона и металла.

ЛИТЕРАТУРА

1 Саркисов П.Д., Орлова Л.А., Попович Н.В., Щеголева Н.Е. и др. Современное состояние вопроса в области технологии и производства ситаллов на основе алюмосиликатных систем. Стеклообразование, кристаллизация и формообразование при получении стронций-анортитовых и цельзиановых ситаллов // Все материалы. 2011. № 8. С. 1–19.

2 Жунина Л.А., Кузьменков М.И., Яглов В.Н. Пироксеновые ситаллы. Минск: Изд-во БГУ, 1974. 224 с.

3 Павлушкин Н.М. Основы технологии ситаллов. М.: Стройиздат, 1979. 359 с.

4 Стрнад З. Стеклокристаллические материалы. М.: Стройиздат, 1988. 256 с.

5 Артамонова М.В. и др. Химическая технология стекла и ситаллов: М.: Стройиздат, 1983. 432 с.

6 Löcsei B. Molten Silicates and their Properties/ Budapest: Academia Kiado, 1970. 135 p.

7 Мананков А.В. Физико-химические основы наноструктурной минералогии в получении современных материалов // Вестник ТГАСУ. 2012. № 2. С. 120–136

8 Мананков А.В., Бычков Д.А., Страхов Б.С., Яковлев В.М. и др. Минералого-геохимические и экспериментальные исследования синтеза петроситаллов. // Сборник «Минералогия, геохимия и полезные ископаемые Азии». Томск: Изд-во Том.ун-та, 2012. С. 10–18.

9 Бычков Д.А., Мананков А.В. Страхов Б.С. Минералогические и петро-геохимические исследования горного сырья Полярного Урала для производства петроситаллов. // Материалы I всероссийской молодежной конференции «Россия в Арктике». 2012. С. 42–43.

10 Гасанова Э.Р., Мананков А.В. К решению проблем бездорожья при добыче полезных ископаемых в особых условиях. // Материалы 63-ей Университетской научно-технической конференции студентов и молодых ученых (УНТК-2017). 2017. С. 64–66.

11 Гасанова Э.Р., Мананков А.В. Петроситалловые строительные конструкции для обеспечения нефте-газодобычи в особых условиях Арктики. // Материалы первого рязанского международного Экологического форума «Здоровая окружающая среда – основа безопасности регионов». РГУ имени С.А. Есенина. 2017. С. 124–136.

12 Мананков А.В., Карауш С.А. Разработка высокорентабельной технологии производства пористых остеклованных блоков // Матер. сб. «Научно – инновационная деятельность Томского государ. архитект.-строит. ун-та в 2014 г.» 2015. С. 126–127

13 Rumi M. Kh., Nurmatov Sh. R., Mansurova E.P., Zufarov M.A. et al. Materials for boiler pipes surface protection // Glass and ceramic. 2017. № 5. P. 29–33.

14 Schindler M., Berti D., Hochella M.F. Previously unknown mineral-nanomineral relationships with important environmental consequences: The case of chromium release from dissolving silicate minerals // American Mineralogist. 2017. № 102 (10). P. 2142-2145. doi: 10.2138/am-2017-6170.

15 Manankov A.V., Vladimirov V.M., Strakhov B.S. Mechanism for structure formation and non-equilibrium glass crystallisation model (a review) //Glass and ceramic. 2015. № 1. P. 3–10. doi: 10.1007/s10717–015–9710-x.

16 Manankov A.V., Vladimirov V.M. On the mechanism and thermodynamic modeling of metasilicate-glassceramics crystallization // Glass and ceramic. 2016. № 6. P. 3–7. doi: 10.1007/s10717–016–9856–1

17 Дир У.А. и др. Породообразующие минералы: В 5 томах. М.: Мир, 1966. 236 с.

18 Mandelbrot B.B. The fractal geometry of nature. New York: W.H. Freeman and Company, 1982. 464 p.

19 Пинскер Г.З. Об одном важном свойстве ближнего порядка в стеклах // Физика и химия стекла. 1979. Т. 5. С. 509–516.

20 Vigouroux H., Fargin E., Fargues A., Garrec B.L. et al. Crystallization and second harmonic generation of lithium niobium silicate glass ceramics // Journal of the American Ceramic Society. 2011. V. 94 № 7. P. 2080–2086. doi: 10.1111/j. 1551–2916.2011.04416.x

21 Романов Б.М., Мананков А.В., Сазонов А.М. О фазовых и структурных соотношениях в системе энстатит-диопсид при атмосферном давлении // Геология и геофизика. 1981. № 10. С. 67–76.

22 Мананков А.В., Владимиров В.М., Страхов Б.С. Высокопрочные петроситалловые конструкции для работы в особых условиях Арктики // Журнал «Вестник ТГУ». 2014. № 385. С. 223–232

23 Loctyushin A.A., Manankov A.V. Mineral structure in holographic model of substance // Структура и эволюция минерального мира. 1997. С. 35–37.

24 Medvedev E.F., Min'ko N.I. Silicate glasses permeability to hydrogen // Glass and ceramic. 2017. № 1. P. 3–6.

25 Min'ko N.I., Dobrinskaya O.A., Gridyakin K.N., Bulgakov A.S. Systematic approach to secondary products implementation in glass-making // Glass and ceramic. 2017. № 5. P. 3–6.

26 Stookey J.D. Catalyzed crystallization of glass in theory and practices //Glasstechn. 1959. 32 p.

27 Barbieri L., Ferrari A.M., Lancellotti I., Leonelli C. Crystallization of (Na2O–MgO) – CaO–Al2O3-SiO2 Glassy Systems Formulated from Waste Products // Journal of the American Ceramic Society. 2000. V. 83. № 10. P. 2515–2520.

28 Vigouroux H., Fargin E., Fargues A., Garrec B.L. et al. Crystallization and second harmonic generation of lithium niobium silicate glass ceramics // Journal of the American Ceramic Society. 2011. V. 94. № 7. P. 2080-2086. doi: 10.1111/j.1551-2916.2011.04416.x

29 Голоденко Б.А., Голоденко А.Б. Методы квантовой химии и нанотехнологий в исследовании энергетических состояний аморфных тетраэдрических структур// Вестник ВГУИТ. 2013. № 1. С. 78–83.

REFERENCES

1 Sarkisov PD, Orlova LA, Popovich NV, Schegoleva NE et al. Thecurrentstateofthematter in the field of technology and production of glass-based aluminosilicate systems. Glass formation, crystallization and shaping in the production of strontium-anorthite and celstann steel satellites. *Vse materialy* [All materials] 2011. no. 8. pp. 1–19. (in Russian)

2 Zhunina LA, Kuzmenkov MI, Yaglov VN Piroksenovye sitally [Pyroxene Sital] Minsk, Publishing House of the Belarusian State University, 1974. 224 p. (in Russian)

3 Pavlushkin N.M. Osnovy tekhnologii [Fundamentals of technology of steel] Moscoww, Stroiizdat, 1979. 359 p. (in Russian)

4 Strnad Z. Steklokristallicheskie [Glasscrystalline material] Moscow: Stroiizdat, 1988. 256 p. (in Russian)

5 Artamonova M.V. Khimicheskaya tekhnologiya [Chemical technology of glass and glassware] Moscow, Stroiizdat, 1983. 432 p. (in Russian)

6 Löcsei B. Molten Silicates and their Properties. Budapest, Academia Kiado, 1970. 135 p.

7 Manankov A.V. Physicochemical foundations of nanostructured mineralogy in obtaining modern materials. *Vestnik TGASU* [Proceedings of TSASU] 2012, no. 2. pp. 120–136 (in Russian)

8 Manankov AV, Bychkov DA, Strakhov BS, Yakovlev VM et al. Mineralogical and geochemical and experimental studies of the synthesis of petrositals. Mineralogiya, geokhimiya I poleznye iskopaemye [Collection "Mineralogy, geochemistry and minerals of Asia] 2012. pp. 10–18. (in Russian)

9 Bychkov DA, Manankov AV, Strakhov BS Mineralogical and petro-geochemical studies of the mountain raw material of the Polar Urals for the production of petrositals. Rossiya v Arktike [Materials of the All-Russian Youth Conference "Russia in the Arctic"] 2012. pp. 42–43. (in Russian)

10 Gasanova E.R, Manankov A.V. To the solution of off-road problems in the extraction of minerals in special conditions. UNTK-2017 [Materials of the 63rd University Scientific and Technical Conference of Students and Young Scientists (CNTK-2017)] 2017. pp. 64–66. (in Russian)

11 Gasanova ER, Manankov A.V. Petrositall building structures for oil and gas production in special Arctic conditions. Zdorovaya okruzhayushchaya sreda [Materials of the first Ryazan International Environmental Forum "Healthy Environment – the Basis for Regional Security"] 2017. pp. 124–136. (in Russian)

12 Manankov AV, Karaush S.A. Development of a highly profitable technology for the production of porous vitrified blocks. Nauchno-innovatsionnaya deyatel'nost' TGASU [Mater. proc. "Scientific and innovative activity of the Tomsk State. architect-builds. University in 2014»] 2015. pp. 126–127 (in Russian)

13 Rumi M. Kh., Nurmatov Sh. R., Mansurova E.P., Zufarov M.A. et al. Materials for boiler pipes surface protection. Glass and ceramic. 2017. no. 5. pp. 29–33.

14 Schindler M., Berti D., Hochella M.F. Previously unknown mineral-nanomineral relationships with important environmental consequences: The case of chromium release from dissolving silicate minerals. American Mineralogist. 2017. no. 102 (10). pp. 2142-2145. doi: 10.2138/am-2017-6170.

15 Manankov A.V., Vladimirov V.M., Strakhov B.S. Mechanism for structure formation and non-equilibrium glass crystallisation model (a review). Glass and ceramic. 2015. no. 1. pp. 3–10. doi: 10.1007/s10717–015–9710-x.

16 Manankov A.V., Vladimirov V.M. On the mechanism and thermodynamic modeling of metasilicateglassceramics crystallization. Glass and ceramic. 2016. no. 6. pp. 3–7. doi: 10.1007/s10717–016–9856–1

17 Dir W.A. et al. Porodoobrazuyushchie mineraly [Pore-forming minerals] Moscow, Mir, 1966. 236 p. (in Russian)

18 Mandelbrot B.B. The fractal geometry of nature. New York, W.H. Freeman and Company, 1982. 464 p.

19 Pinsker G.Z. On an important property of short-range order in glasses. *Fizika I khimiya stekla* [Physics and Chemistry of Glass] 1979. pp. 509–516. (in Russian)

20 Vigouroux H., Fargin E., Fargues A., Garrec BL et al. Crystallization and second harmonic generation of lithium niobium silicate glass ceramics. Journal of the American Ceramic Society. 2011. vol. 94. no. 7. pp. 2080–2086. doi: 10.1111 / j. 1551–2916.2011.04416.x

21 Romanov BM, Manankov AV, Sazonov AM About phase and structural relations in the system of enstatite-diopside at atmospheric pressure . Geologiya I geofizika [Geology and geophysics] 1981. no. 10. pp. 67–76. (in Russian)

22 Manankov AV, Vladimirov VM, Strakhov B.S. High-strength petrositall structures for work in special Arctic conditions. *Vestnik TGU* [Journal of the TSU Bulletin] 2014. no. 385. pp. 223-232 (in Russian)

23 Loctyushin A.A., Manankov A.V. Mineral structure in holographic model of substance. Structure And Evolution of the Material World. 1997. pp. 35–37. (in Russian)

24 Medvedev E.F., Min'ko N.I. Silicate glasses permeability to hydrogen. Glass and ceramic. 2017. no. 1. pp. 3–6.

25 Min'ko N.I., Dobrinskaya O.A., Gridyakin K.N., Bulgakov A.S. Systematic approach to secondary products implementation in glass-making. Glass and ceramic. 2017. no. 5. pp. 3–6.

26 Stookey J.D. Catalyzed crystallization of glass in theory and practices. Glasstechn. 1959. 32 p.

27 Barbieri L., Ferrari A.M., Lancellotti I., Leonelli C. Crystallization of (Na2O–MgO) – CaO–Al2O3-SiO2 Glassy Systems Formulated from Waste Products. Journal of the American Ceramic Society. 2000. vol. 83. no. 10. pp. 2515–2520.

28 Vigouroux H., Fargin E., Fargues A., Garrec B.L. et al. Crystallization and second harmonic generation of lithium niobium silicate glass ceramics. Journal of the American Ceramic Society. 2011. vol. 94. no 7. pp. 2080-2086. doi: 10.1111/j.1551-2916.2011.04416.x

29 Golodenko B.A., Golodenko A.B. Methods of quantum chemistry and nanotechnology as applied to the study of the energy states of amorphous tetrahedral structures. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies]. 2013. no. 1. pp. 78–83. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Анатолий В. Мананков д.г.-м.н., профессор, кафедра охрана труда и окружающей среды, Томский государственный архитектурно-строительный университет, пл. Соляная 2, Томск, 634003, Россия,mav.39@mail.ru

Эльгюл Р. Гасанова аспирант, кафедра охрана труда и окружающей среды, Томский государственный архитектурно-строительный университет, пл. Соляная 2, Томск, 634003, Россия,elgyul91@mail.ru

Валентина В. Быкова к.г.-м. н., доцент, кафедра охрана труда и окружающей среды, Томский государственный архитектурно-строительный университет, пл. Соляная 2, Томск, 634003, Россия,qazwsx.0987@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 17.01.2018

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 15.02.2018

INFORMATIONABOUTAUTHORS

Anatolii V. Manankov Dr. Sci. (Geol.-Min.), professor, occupational safety and environment department, Tomsk State University of Architecture and Construction, Solyanaya sq., 2, Tomsk, 634003, Russia,mav.39@mail.ru

Elgyul R. Gasanova graduate student, labour and environment protection, department, Tomsk State University of Architecture and Construction, Solyanaya sq., 2, Tomsk, 634003, Russia,elgyul91@mail.ru

Valentina V. Bykova Cand. Sci. (Geol.-Min.), associate professor, labor and environment protection department, Tomsk State University of Architecture and Construction, Solyanaya sq., 2, Tomsk, 634003, Russia,qazwsx.0987@mail.ru

CONTRIBUTION

All authors equally participated in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 1.17.2018

ACCEPTED 2.15.2018

Оригинальная статья/Original article

УДК 544.726

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-223-227

Разделения катионов тяжелых металлов из концентрированных гальванических стоков

Лариса П. Бондарева 1 larbon@mail.ru
Александр И. Чесноков 1 alexchesvan@gmail.com
Елена А. Загорулько 1 zagorulko.yelena@yandex.ru

1 Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Реферат. При нанесении гальванических покрытий применяются растворимые в воде соли тяжелых металлов: железа, меди, никеля, цинка, кадмия, хрома и других металлов. Токсичные катионы попадают в сточную воду с возможностью последующей миграции их в биосферу. К настоящему времени разработаны многочисленные способы очистки гальванических стоков, которые нельзя считать достаточно эффективными. В работе исследована совместная сорбция двухвалентных катионов меди, никеля и кадмия из концентрированных водных растворов. Расчетным и экспериментальным методами подобраны условия разделения различающихся и близких по сорбционным свойствам бинарных ионных систем на аминофосфоновом полиамфолите Purolite S950 в натриевой форме. Показано, что выделение катионов кадмия (II) из растворов, содержащих катионы меди (II) или никеля (II) можно провести уже при высоте сорбирующего слоя 0,13 м благодаря различию определяющих характеристик катионов. Такая высота слоя может быть использована не только в хроматографической колонке, но и в концентрирующем патроне. Разделение близких по сорбционным свойствам меди (II) и никеля (II) требует высоты поглощающего слоя 0,76 м, что может быть использовано только в хроматографической колонке, но не применимо для концентрирующего патрона. В работе рассчитаны степени разделения ионов в различных сорбционных условиях. Показана применимость кондуктометрического метода для контроля ионообменного процесса не только при выделении свободных катионов из водных растворов, но и связанных в комплексы.

Ключевые слова: катионы меди, никеля, кадмия, ионный обмен, комплексные соединения, разделение

Separation of cations of heavy metalsfrom concentrated galvanic drains

Larisa P. Bondareva 1 larbon@mail.ru
Aleksandr I. Chesnokov 1 alexchesvan@gmail.com
Elena A. Zagorulko 1 zagorulko.yelena@yandex.ru

1 Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Summary.When applying galvanic coatings, soluble salts of heavy metals such as iron, copper, nickel, zinc, cadmium, chromium and other metals are used, toxic cations enter the water, with subsequent migration to the biosphere. To date, many methods have been developed for cleaning galvanic sewage, which cannot be considered sufficiently effective. The joint sorption of divalent cations of copper, nickel and cadmium from concentrated aqueous solutions was investigated. Calculation and experimental methods were used to determine the separation conditions of the bivalent ion systems that differed and close in sorption properties on the aminophosphonic polyampholyte Purolite S950 in a natrium form. It is shown that the cadmium (II) cations can be isolated from solutions containing copper (II) or nickel (II) cations even at the height of the sorption layer of 0.13 m due to the difference in the defining characteristics of the cations. This layer height can be used not only in a chromatographic column, but also in a concentrating cartridge. Separation of the copper (II) and nickel (II) close to the sorption properties requires an absorbing layer of 0.76 m, which can only be used in a chromatographic column, but not for a concentrating cartridge. In this paper, the degrees of ion separation in various sorption conditions are calculated. The applicability of the conductometric method for controlling the ion exchange process is shown not only when the free cations are isolated from aqueous solutions but also bound to complexes.

Keywords:copper, nickel, cadmium, ion exchange cations, complex compounds, separation

Введение

Технологический процесс на предприятиях цветной металлургии требует большого водопотребления. Качественная очистка сточных вод решает несколько задач, во-первых, защищает окружающую среду, во-вторых, снижает расход воды за счет ее повторного использования в системах оборотного водоснабжения. Кроме того, в результате выделения из сточных вод в производство могут быть возвращены целевые компоненты, теряемые со сточными водами, что повышает рентабельность технологического цикла [1].

В ходе нанесения гальванических покрытий применяются хорошо растворимые в воде соли тяжелых металлов: железа, меди, никеля, цинка, кадмия, хрома и других металлов. При промывке готовых изделий токсичные катионы попадают в воду, а затем могут попасть

Для цитирования
Бондарева Л.П., Чесноков А.И., Загорулько Е.А. Разделения катионов тяжелых металлов из концентрированных гальванических стоков //Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 1. С. 223–227. doi:10.20914/2310-1202-2018-1-223-227

For citation
Bondareva L.P., Chesnokov A.I., Zagorulko E.A. Separation of cations of heavy metalsfrom concentrated galvanic drains. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 1. pp. 223–227. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-1-223-227

в канализационные стоки, с последующей миграцией их в биосферу. К настоящему времени разработаны многочисленные способы очистки гальванических стоков от ионов металлов [2-6].

Большую часть примесей удается удалить методами реагентной очистки восстановителями, известью или электрокоагуляцией. Данные методы получили широкое распространение несмотря на два существенных недостатка. Во-первых, применяемые для восстановления сульфиты обладают не только восстанавливающими, но и комплексообразующими свойствами. Взаимодействуя с катионами металлов, они образуют комплексы, не способные выпадать в осадок с осадителем (известью). Металлы, «замаскированные» в комплексы, проходят все системы очистки, поступают в окружающую среду и легко проникают в клетки растений, начиная свою разрушительную для биосферы работу. Во-вторых, для создания соответствующего окислительно-восстановительного потенциала необходимо вводить в реакцию восстановитель в большом избытке, и чем ниже концентрация гальваностока, тем больше избыток. Кроме того, в присутствие осадителя – гидроксида кальция вода становится жесткой и не может применяться в водообороте. После осаждения получаются большие объемы токсичного и экономически не интересного гальванического шлама.

Несмотря на то, что на отраслевом рынке имеется большое количество технологий, не требующих использования комплексообразователя (в качестве комплексообразователей выступают сульфиты, бисульфиты, тиосульфаты, соединения аммония), они не нашли широкого применения на промышленных предприятиях из-за необходимости контролировать состав раствора на участках минимальной плотности тока, а также поддерживать строго определенную температуру. Процент потерь металлов при этом составляет 10–15%.

Целью настоящей работы стало исследование совместной сорбции двухвалентных катионов меди, никеля и кадмия из концентрированных водных растворов и определение эффективных условий их разделения на аминофосфоновом полиамфолите.

Материалы и методы

Изучение условий очистки сложных растворов проводили на макропористом аминофосфоновом полиамфолите Purolite S950, предназначенном для удаления катионов токсичных металлов, таких как свинец, медь и цинк из промышленных стоков при низких температурах. При правильно подобранных условиях возможно разделение катионов меди, кальция и магния, а также токсичных кадмия и никеля.

Аминофосфоновый полиамфолит Purolite S950 более селективен (в соответствующих условиях) как к ионам тяжелых металлов, так и обычным двухвалентным ионам по сравнению с иминодиуксусным ионообменником Purolite S930, который поглощает катионы тяжелых металлов, но не селективен к двухвалентным ионам кальция и магния.

Для перевода смолы в рабочую Na^+ - форму осуществляли ее специальную подготовку, для этого пропускали через слой ионообменника последовательно раствор NaOH с концентрацией 0,5 моль/дм3 и дистиллированную воду до полного удаления гидроксида натрия из межгранульного пространства.

Определение возможности разделения катионов металлов проводили на колонке, заполненной полиамфолитом Purolite S950 в натриевой форме. С различной скоростью пропускали водные растворы бинарных смесей катионов (Cu^{2+}– Ni^{2+}, Cu^{2+}– Cd^{2+}, Ni^{2+}– Cd^{2+}) с различным соотношением концентраций в интервале от 10^{-2} до 10^{-4} моль/дм^3.

Проведение ионного обмена контролировали потенциометрическим и кондуктометрическим методами.

Концентрацию ионов меди (II) в растворе определяли потенциометрическим методом, с помощью медь-селективного электрода «Элит 227». Измерение разности потенциалов производили на pH-метре 150-М. Концентрацию никеля и кадмия в смеси с медью определяли методом комплексонометрического титрования.

Для определения возможности выделения катионов металлов (Cu^{2+}, Ni^{2+}, Cd^{2+}), связанных с ионами аммония, и контроля полноты извлечения катионов использовали кондуктометрический метод с применением универсального кондуктометра III 8733(N).

Обсуждение результатов

Разделение катионов металлов происходит вследствие различия термодинамических и кинетических характеристик ионного обмена. Константы устойчивости ионитных комплексов аминфосфонового полиамфолита с медью(II) составляет pK_y ~ 9,6, никелем (II) – pK_y ~ 8,9 и кадмием(II) – pK_y ~ 5,2; коэффициенты диффузии в фазе ионообменника катионов меди (II) равны $2{,}3\times10^{-13}$ м^2/с, никеля (II) – $2{,}5\times10^{-13}$ м^2/с и кадмия(II) – $4{,}7\times10^{-13}$ м^2/с [7]. Сравнение характеристик показывает, что катионы Cu (II) и Ni (II) имеют достаточно близкие

сорбционные свойства, в то время как свойства Cd (II) сильно отличаются. Следует ожидать, что отделение катионов кадмия (II) от катионов меди (II) и никеля (II) должно происходить достаточно легко.

В работе получены выходные кривые сорбции катионов на полиамфолите Purolite S950 в натриевой форме (рисунок 1). Установлено, что при высоте ионообменного слоя 0,13 м наблюдается практически полное разделение хроматографических пиков. Благодаря различию сорбционных свойств разделение Cu (II) и Cd (II), Ni (II) и Cd (II) происходит и при уменьшении высоты ионообменного слоя до 0,03 м. Такая высота слоя может быть использована в сорбционном патроне не только для количественного определения, но и для идентификации данных ионов при их совместном присутствии.

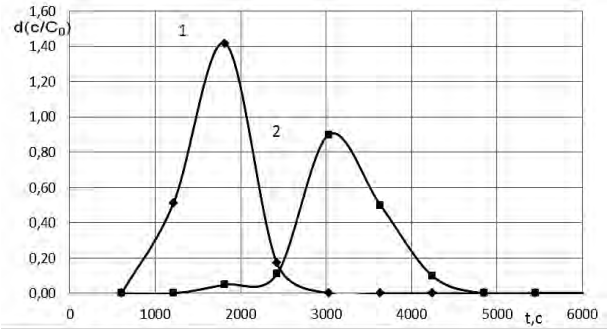


Рисунок 1. Дифференциальные выходные кривые сорбции ионов Cd^{2+} (1) и Cu^{2+} (2) на Purolite S950 (Na^+) при c_0 = 0,1 моль/дм^3, L = 1,25×10^{-7} м^3/с и z = 0,13 м

Figure1. Differential output curves for the sorption of Cd^{2+} (1) and Cu^{2+} (2) ions on Purolite S950 (Na^+) at c_0 = 0,1 mol/dm^3, L = 1,25×10^{-7} m^3/s and z = 0,13 m.

Более сложная задача состоит в установлении условий разделений близких по свойствам ионов меди (II) и никеля (II). Разделение осуществляли путем подбора оптимальных условий сорбции, в частности, высоты слоя сорбента, массы загрузки, скорости пропускания раствора через колонну.

Для этого использовали, описанную и примененную в работе [8] математическую модель расчета выходных кривых ионного обмена. Расчет основан на использование асимптотического уравнения динамики сорбции, предложенного Томасом [9], и дополнительно моделью капиллярного течения для расчета переноса ионов в фазе водного раствора к поверхности ионообменника [10]. При расчете выходных кривых сделано допущение об аддитивности ионного обмена катионов меди (II) и никеля (II) на полиамфолите Purolite S950 (Na^+).

Выходные кривые рассчитанные при массе загрузки 41 г., высоте сорбционного слоя 0,56 м, концентрации катионов в растворе по 0,1 моль/дм^3 и скорости подачи очищаемого раствора 1,25×10^{-7} м^3/с приведены на рисунке 2. Установлено, что степень разделения катионов в данных условиях не превышает 0,2, что соответствует значительному перекрыванию хроматографических пиков.

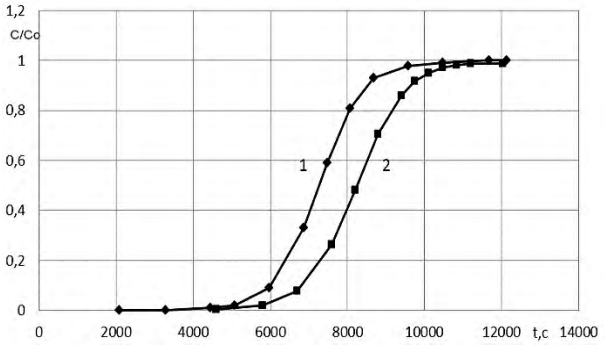


Рисунок 2. Расчетные выходные кривые сорбции ионов Ni^{2+} (1) и Cu^{2+} (2) на Purolite S950 (Na^+) при c_0 = 0,1 моль/дм^3, L = 1,25×10^{-7} м^3/с и z = 0,56 м

Figure 2. Calculated output curves for the sorption of Ni^{2+} ions (1) and Cu^{2+} (2) on Purolite S950 (Na^+) at c_0 = 0,1 mol/dm^3, L = 1,25×10^{-7} m^3/s and z = 0,56 m.

Полученные экспериментально выходные кривые ионного обмена меди и никеля на полиамфолите Purolite S950 (Na^+) в условиях, соответствующих рассчитанным, приведены на рисунке 3.

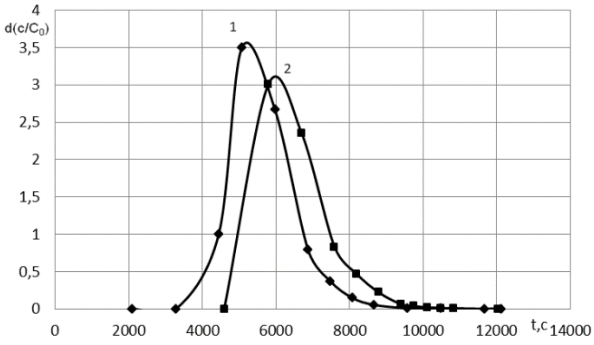


Рисунок 3. Экспериментальные дифференциальные выходные кривые сорбции ионов Ni^{2+} (1) и Cu^{2+} (2) на Purolite S950 (Na^+) при c_0 =0,1 моль/дм^3, L =1,25×10^{-7} м^3/с и z =0,56 м

Figure 3. Experimental differential output curves for the sorption of Ni^{2+} (1) and Cu^{2+} (2) ions on Purolite S950 (Na^+) at c_0 =0,1 mol/dm^3, L =1,25×10^{-7} m^3/s and z =0,56 m

Критерием оценки разделения выходных кривых является степень разделения (*Rs*), рассчитываемая по уравнению:

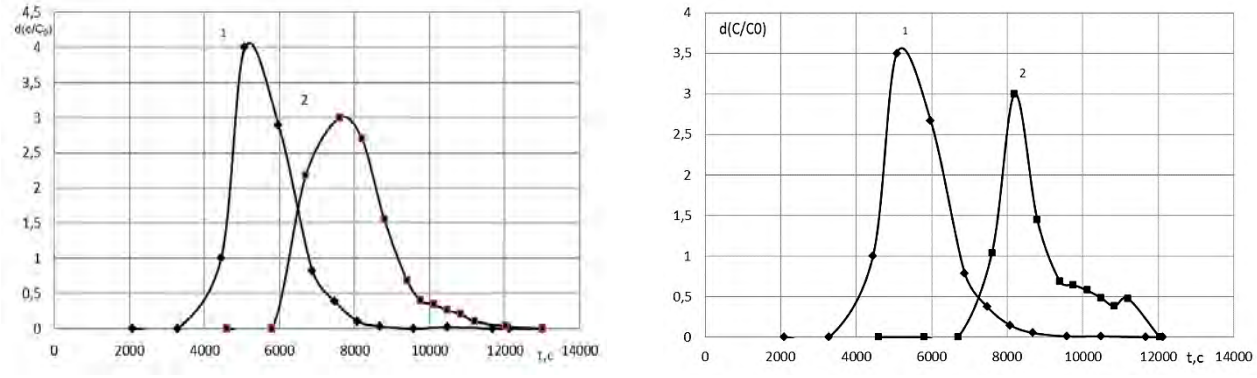
$$Rs = 2(t_{R2} - t_{R1}) / (\omega_1 + \omega_2), (1)$$

где t_{R1}, t_{R2} – время удержания катионов,ω_1, ω_2 – ширина хроматографических пиков.

Предельное значение Rs, которое позволяет получить на хроматограмме два раздельных максимума, составляет 0,42.

Степень разделения меди (II) и никеля (II) на полиамфолите Purolite S950 (Na^+), определенная экспериментально при z = 0,56 м, составляет $R_{s\ 0,056}$ = 0,17. Однако, увеличивая высоту сорбционного слоя ионита в колонке, можно добиться разделения, поскольку возрастает время контакта раствора с ионообменником и влияние различия коэффициентов диффузии на степень разделения.

Экспериментально получены выходные кривые ионного обмена меди (II) и никеля (II) при их совместном присутствии в водном растворе на сорбционном слое различной высоты (рисунок 4). Предварительно установлено, что уменьшение скорости пропускания очищаемого раствора не приводит к увеличению степени разделения, а лишь увеличивает ширину хроматографических пиков.



(a) (b)

Рисунок 4. Дифференциальные выходные кривые сорбции ионов Ni^{2+} (1) и Cu^{2+} (2) на Purolite S950 (Na^+) при c_0 = 0,1 моль/дм^3, L = 1,25 ×10^{-7} м^3/с z = 0,66 м (a) и z = 0,76 м (b)

Figure 4. Differential output curves for the sorption of Ni^{2+} ions (1) and Cu^{2+} (2) on Purolite S950 (Na^+) at c_0 = 0,1 mol/dm^3, L = 1,25 ×10^{-7} m^3/s, z = 0,66 m (a) and z = 0,76 m (b)

Технохимический контроль ионообменной сорбции в динамических условиях осуществлялся одновременно несколькими методами: количественным определением концентрации целевого компонента, электрической проводимости и pH внешнего раствора. Зависимость pH = f(c) характеризуется изменением идентичным скачку титрования, но при этом нельзя однозначно судить об окончании сорбции. О завершении процесса выделения целевого компонента можно судить по изменению электрической проводимости внешнего раствора. Зависимость æ = f(c) имеет вид параболы с минимумом в точке соответствующей полному извлечению целевого компонента.

При увеличении высоты колонки на 0,1 м степень разделения (*Rs*) возрастает в 2 раза и становится равной $Rs_{0,66}$ =0,35, при увеличении высоты сорбционного слоя на 0,2 м – $Rs_{0,76}$ =0,43. Данная степень разделения позволяет считать, что разделение меди (II) и никеля (II) на полиамфолите Purolite S950 (Na^+) проведено полностью. Однако, высота сорбирующего слоя большая, что не позволяет проводить идентификацию ионов в концентрирующем патроне.

Заключение

В работе расчетным и экспериментальным методами подобраны условия разделения различающихся и близких по сорбционным свойствам бинарных ионных систем на аминофосфоновом полиамфолите Purolite S950 в натриевой форме. Показано, что выделение катионов кадмия (II) из растворов, содержащих катионы меди (II) или никеля (II) можно провести уже при высоте сорбирующего слоя 0,13 м благодаря различию определяющих характеристик катионов. Такая высота слоя может быть использована не только в хроматографической колонке, но и в концентрирующем патроне. Разделение близких по сорбционным свойствам меди (II) и никеля (II) требует высоты поглощающего слоя 0,76 м, что может быть использовано только в хроматографической колонке, но не применимо для концентрирующего патрона. В работе рассчитаны степени разделения ионов в различных сорбционных условиях. Показана применимость кондуктометрического метода для контроля ионообменного процесса не только при выделении свободных катионов из водных растворов, но и связанных в комплексы.

ЛИТЕРАТУРА

1 Виноградов С.С. Экологически безопасное гальваническое производство. М.: Глобус., 2002. С. 135 – 148.

2 Вансовская К.М. Гальванические покрытия. Л.: Машиностроение, 1984. 148 с.

3 Fu F., Wang Q. Removal of heavy metal ions from wastewaters: a review //Journal of environmental management. 2011. V. 92. №. 3. C. 407-418.

4 Gunatilake S. K. Methods of removing heavy metals from industrial wastewater // Methods. 2015. V. 1. №. 1.

5 Fu, F., Wang, Q. Removal of heavy metal ions from wastewaters: a review // Journal of environmental management. 2011. № 92(3). P. 407-418.

6 Li C. et al. A novel conversion process for waste residue: Synthesis of zeolite from electrolytic manganese residue and its application to the removal of heavy metals //Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects. 2015. V. 470. P. 258-267.

7 Салдадзе К.М., Копылова-Валова В.Д. Комплексообразующие иониты (комплекситы). М. Химия, 1980. 336 с.

8 Корниенко Т.С., Загорулько Е.А., Бондарева Л.П., и др. Математическая модель динамики сорбции в слое ионообменника// Сорбционные и хроматографические процессы. 2011. Т. 11. № 6. С. 895–899

9 Thomas H. Heterogeneous ion exchange in a flowing system. // J. Am. Chem. Soc. 1964. V. 66. № 10. P. 1664–1666.

10 Кишиневский М.Х., Корниенко Т.С., Лейкин М.А. Массообмен в неподвижном зернистом слое при малых числах Рейнольдса. // Жур. прикл. химии. – 1986. Т. LIX. № 10. С. 2167–2169.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Лариса П. Бондарева к.х.н., доцент, кафедра физической и аналитической химии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т, Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия, larbon@mail.ru

Александр И. Чесноков студент, кафедра физической и аналитической химии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т, Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия, alexchesvan@gmail.com

Елена А. Загорулько к.т.н., доцент, кафедра физической и аналитической химии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т, Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия, zagorulko.yelena@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Лариса П. Бондарева предложила методику проведения эксперимента, консультации в ходе исследования

Александр И. Чесноков написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

Елена А. Загорулько провела расчет выходных кривых

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 22.01.2018

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 19.02.2018

REFERENCES

1 Vinogradov S.S. Ekologicheski bezopasnoe [Ecologically safe galvanic production] Moscow. Globus, 2002. pp. 135 – 148. (in Russian)

2 Vansovskaya K.M. Gal'vanicheskie pokrytiya [Galvanic coating] Leningrad, Mechanical Engineering, 1984. 148 p. (in Russian)

3 Fu F., Wang Q. Removal of heavy metal ions from wastewaters: a review. Journal of environmental management. 2011. vol. 92. no. 3. pp. 407-418.

4 Gunatilake S. K. Methods of removing heavy metals from industrial wastewater. Methods. 2015. vol. 1. no. 1.

5 Fu, F., Wang, Q. Removal of heavy metal ions from wastewaters: a review. Journal of environmental management. 2011. no. 92(3). pp. 407-418.

6 Li C. et al. A novel conversion process for waste residue: Synthesis of zeolite from electrolytic manganese residue and its application to the removal of heavy metals. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects. 2015. vol. 470. pp. 258-267

7 Saldadze K.M., Kopylova-Valova V.D. Kompleksoobrazuyushchie ionity [Complexing ionites (complexites)] Moscow, Chemistry, 1980. 336 p.

8 Kornienko TS, Zagorulko EA, Bondareva LP, et al. Mathematical model of sorption dynamics in the ion exchange layer. *Sorbcionnye i hromatograficheskie process.* [Sorption and chromatographic processes] 2011. vol. 11. no. 6. pp. 895–899 (in Russian)

9 Thomas H. Heterogeneous ion exchange in a flowing system. J. Am. Chem. Soc. 1964. vol. 66. no. 10. pp. 1664–1666.

10 Kishinevsky M. Kh., Kornienko TS, Leikin MA Mass transfer in a fixed grainy layer at low Reynolds numbers. *Zhurnal prikl. khim*. [Jour. appl. chemistry] 1986. vol. LIX. no. 10. pp. 2167–2169. (in Russian)

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Larisa P. Bondareva Cand. Sci. (Chem.), associate professor, Physical and Analytical Chemistry department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, larbon@mail.ru

Aleksandr I. Chesnokov student, Physical and Analytical Chemistry department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, alexchesvan@gmail.com

Elena A. Zagorulko Cand. Sci. (Engin.), associate professor, Physical and Analytical Chemistry department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, zagorulko.yelena@yandex.ru

CONTRIBUTION

Larisa P. Bondareva suggested the technique of the experiment, consultations during the study

Aleksandr I. Chesnokov wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Elena A. Zagorulko calculated the output curves

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 1.22.2018

ACCEPTED 2.19.2018

Краткое сообщение/Short message

УДК 628.34

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-228-232

Разработка способа контроля органических примесей при очистке сточных вод

Татьяна В. Мастюкова [1] mastukovatv@yandex.ru
Алена И. Кривцова [1] sibiraychka555@mail.ru

[1] Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Реферат. Изучена электрическая проводимость водных растворов поверхностно-активных веществ (ПАВ) разной природы в зависимости от концентрации электролитов в растворе, с целью контроля содержания вредных примесей органической природы в минерализованных водах кондуктометрическим методом. Установлено, что с увеличением концентрации ПАВ удельная электрическая проводимость снижалась, однако характер изменения в растворах низкомолекулярных и коллоидных ПАВ различный. В случае низкомолекулярных ПАВ зависимость имеет линейный вид, например, для раствора бутанола при ионной силе хлорида калия 2 моль/м^3 по уравнению: y = -0,0604x + 0,5085, а для растворов коллоидных ПАВ – экстремальный, проходящий через минимум. Увеличение ионной силы среды для растворов ПАВ ионогенного (олеата натрия) и неионогенного типа (неонол АФ 9–10), приводит к уменьшению минимума на концентрационной кривой электрической проводимости. Установлено понижение значения критической концентрации мицеллообразования (ККМ) для олеата натрия от 1,1 10^{-3} моль/дм^3, до 0,4·10^{-3} моль/дм^3 при концентрации хлорида калия в растворе 2 моль/м^3, и ККМ = 0,1 10^{-3} моль/дм^3 при ионной силе раствора 10 моль/м^3. В случае неонола АФ 9–10 (ККМ = 1,24×10^{-4} моль/дм^3) увеличение концентрации электролита, например KCl от 2 до 75 моль/м^3 в растворе не смещает точку ККМ во всем диапазоне ионной силы среды. Итак, экстремальный характер зависимости изотерм проводимости растворов коллоидных ПАВ в области низких ионных сил раствора, может послужить аналитическим сигналом для выявления примесей амфифильной природы и возможности прогнозирования общей минерализации воды сложного состава.

Ключевые слова: растворы электролитов, электропроводимость, кондуктометрия, коллоидные ПАВ, неионогенные ПАВ, ионогенные ПАВ, неонол АФ 9-10, олеат натрия, мицеллы, мицеллообразование

Development of methods for controlling organic impurities in wastewater treatment

Tatyana V. Mastyukova [1] mastukovatv@yandex.ru
Alena I. Krivtsova [1] sibiraychka555@mail.ru

[1] Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Summary. Electrical conductivity was studied aqueous solutions of surface-active substances (surfactants) different nature depending on the concentration of electrolytes in solution, in order to control the content of harmful impurities of organic nature in mineralized waters conductometric method. It has been established that the specific electric conductivity decreased with increasing surfactant concentration, however, the nature of the changes in solutions of low-molecular and colloidal surfactants is different. In the case of low-molecular surfactants, the dependence has a linear form, for example, for a solution of butanol with an ionic potassium chloride force of 2 mol / m^3, according to the equation: y = -0,0604x + 0,5085, and for solutions of colloidal surfactants – extremal, passing through a minimum. An increase in the ionic strength of the medium for solutions of surfactant ionogenic (sodium oleate) and nonionic type (neonol AF 9–10) leads to a decrease in the minimum on the concentration curve of electrical conductivity. A decrease in the value of the critical micelle concentration (CMC) for sodium oleate from 1.1 10^{-3} mol / dm^3, up to 0.4 · 10^{-3} mol / dm^3 at a concentration of potassium chloride in a solution of 2 mol / m^3, and CMC = 0, 1 10^{-3} mol / dm^3 at an ionic strength of the solution of 10 mol / m^3. In the case of neonol AF 9–10 (CMC = 1.24 × 10^{-4} mol / dm^3), an increase in the electrolyte concentration, for example KCl from 2 to 75 mol / m^3 in the solution, does not shift the CMC point in the entire ionic strength range of the medium. Thus, the extreme character of the dependence of the conductivity isotherms of colloidal surfactants in the region of low ionic strengths of the solution, can serve as an analytical signal for the detection of impurities of the amphiphilic nature and the possibility of predicting the overall mineralization of complex water.

Keywords: colloidal surfactants, electrolyte solutions, electrical conductivity, neonol AF 9–10, sodium oleate, micelles, micellization

Введение

При рассмотрении вопросов, связанных с загрязнением окружающей среды, наиболее актуальной проблемой является контроль химических загрязнителей, как в природных водоемах, так и в сточных водах различных производств [1-3]. При выборе метода контроля, одной из сложных задач является определение загрязнителей органической природы, например, синтетических поверхностно-активных веществ (ПАВ). В настоящее время одним из широко применяемых методов физико-химического анализа природных вод является кондуктометрия [4]. Простота и мобильность данного метода позволяет в течении минуты определить электрическую проводимость анализируемого

Для цитирования

Мастюкова Т.В., Кривцова А.И. Разработка способа контроля органических примесей при очистке сточных вод //Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 1. С. 228–232. doi:10.20914/2310-1202-2018-1-228-232

For citation

Mastjukova T.V., Krivtsova A.I.Development of methods for controlling organic impurities in wastewater treatment. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 1. pp. 228–232. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-1-228-232

объекта, а затем по результатам определить примерную минерализацию воды. Особенно это важно для осуществления непрерывного контроля загрязнения сточных вод отходами органической природы.

Известно, что кондуктометрия рассматривается как один из наиболее чувствительных методов, применяемых при изучении мицеллярных систем [5]. В основе такого подхода учитывается аддитивный вклад в электропроводность свободных противоионов, поверхностно-активных ионов, а также мицелл как макроионов. Измерение концентрационной зависимости электрической проводимости растворов ионогенных ПАВ, является наиболее распространенным способом определения критической концентрации мицеллообразования (ККМ), степени связывания противоионов мицеллами и чисел агрегации последних [6–11].

В этой связи в задачу настоящих исследований входило изучение влияния низкомолекулярных и коллоидных поверхностно-активных веществ на электрическую проводимость раствора сильного электролита с целью выявления возможности прогнозирования общей минерализации воды сложного состава.

Материалы и методы исследования

В качестве объектов исследования использовали водные растворы электролитов хлорида калия и сульфата цинка, ионная сила которых менялась от 2 до 75 (моль/м^3), содержащие примеси (загрязнители) амфифильных соединений: н-бутанол, олеат натрия, неонол. Выбор органических соединений основан на отличительной способности указанных веществ к мицеллобразованию, диссоциации в растворе, где их ионы имеют различную подвижность и соответственно электрическую проводимость.

Олеат натрия, натриевая соль олеиновой кислоты ($NaC_{18}H_{33}O_2$), анионное ПАВ, критическая концентрация мицеллообразования которого $1{,}1\times10^{-3}$ моль/дм^{3}при 25 °С, является полиэлектролитом.

Оксиэтилированный моноалкилфенол (неонол АФ 9–10) на основе триммеров пропилена является высокоэффективным неионогенным поверхностно-активным веществом (НПАВ), критическая концентрация мицеллообразования, которого $1{,}24\times10^{-4}$ моль/дм^3.

Бутанол – является представителем одноатомных спиртов, обладает поверхностной активностью и не способен к агрегации. В отличие от метанола, этанола и пропанола только умеренно растворяется в воде – 7,6 г на 100 г. воды.

Значение ККМ для олеата натрия и неонола определяли по изотермам поверхностного натяжения, которое измеряли методом наибольшего давления в пузырьке, на лабораторной установке [12]. Для олеата натрия ККМ составила $1{,}3\times10^{-3}$ моль/дм^3, а для неонола АФ 9-10 – $1{,}28\times10^{-4}$ моль/дм^3, при температуре 18 ± 2 °С, что согласуется со справочными данными.

Модельные растворы электролитов готовились таким образом, что концентрация ПАВ в них менялась в пределах допустимой концентрации от 0 до 3 (моль/м^3).

Электрическую проводимость растворов измеряли на кондуктометре марки Hanna Instruments 2314 (Германия).

Полученные результаты и их обсуждение

В результате проведенных исследований были получены изотермы электрической проводимости эталонных растворов электролитов KCl, $ZnSO_4$ и растворов, содержащих различные добавки ПАВ при температуре 18 ± 2 °С. Удельная электрическая проводимость модельного раствора хлорида калия и сульфата цинка с увеличением концентрации увеличивается линейно в соответствии с уравнением: $y = 0{,}170x + 0{,}484$ для KCl и $y = 0{,}010x + 0{,}058$ для $ZnSO_4$.

Введение в раствор электролита приведенных выше поверхностно-активных веществ снижает удельную электропроводность раствора (рисунок 1) вследствие изменения диэлектрической проницаемости последнего, уменьшения степени диссоциации электролита и снижения в системе количества растворителя (воды) вследствие увеличения гидратации ионов ПАВ.

Вид кондуктометрических кривых зависит от природы ПАВ. При увеличении концентрации бутанола удельная электрическая проводимость убывает линейно во всем диапазоне изменения ионной силы электролита в растворе, ниже приведен пример зависимости при концентрации хлорида калия 2 моль/м^3 (рисунок 1, *a*). Замечено, что с повышением ионной силы среды наблюдается увеличение углового коэффициента зависимости, для раствора с ионной силой 75 моль/м^3 уравнение имеет вид: $y = -0{,}438x + 13{,}161$.

Для растворов олеата натрия и неонола в области низких концентраций KCl (от 1 до 10 моль/м^3) наблюдается нелинейное изменение удельной электрической проводимости, понижение, а затем повышение (рисунок 1, *b, c*), точка перегиба находится в области ККМ. Причем увеличение концентрации хлорида калия в растворе минимизирует этот эффект. При увеличении концентрации электролита больше 10 моль/м^3 характер зависимости стремится к линейному виду, например, при ионной силе хлорида калия 60 моль/м^3 уравнение зависимости для неонола: $y = -0{,}275x + 10{,}39$, а для олеата натрия: $y = -0{,}441x + 10{,}56$.

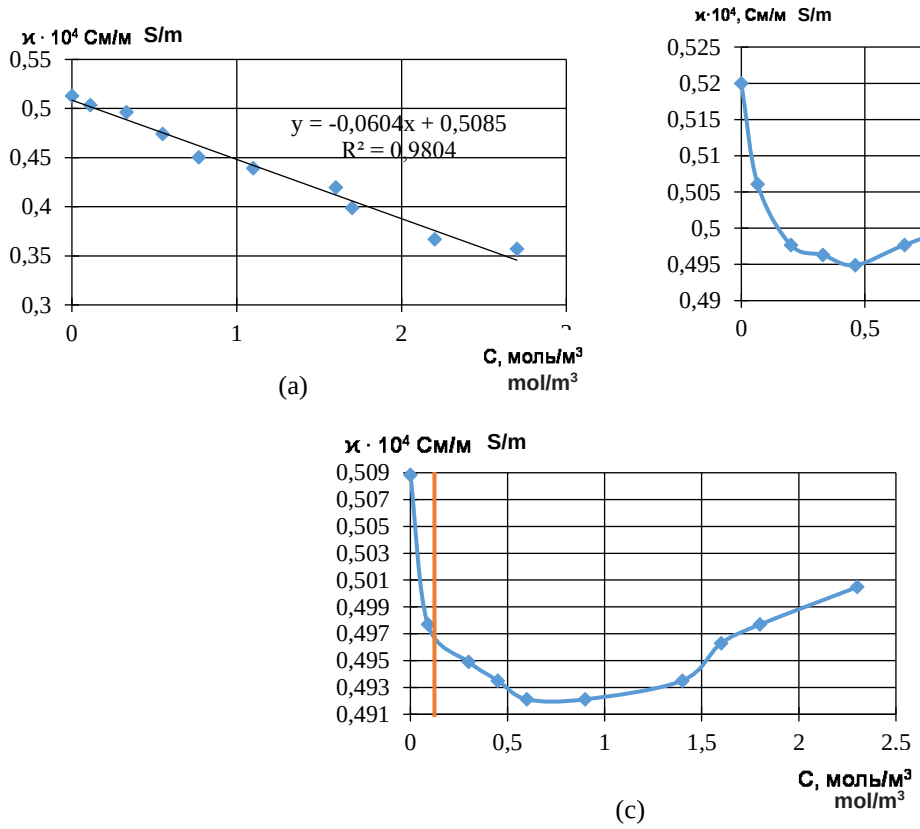


Рисунок 1. Изотерма электрической проводимости раствора KCl с ионной силой 2 моль/м^3 в зависимости от концентрации н-бутанола (a), олеата натрия (b), неонола (c) при температуре 18 ± 2 °C

Figure 1. The isotherm of the electrical conductivity of the KCl solution with an ionic strength of 2 mol / m^3, depending on the concentration of n-butanol (a), sodium oleate (b), neonol (c) at 18 ± 2 °C

Введение электролита в раствор ионогенного ПАВ вызывает два эффекта приводящих к снижению ККМ.

Во-первых, электролит частично дегидратирует полярные группы ионов ПАВ, так как он связывает воду за счет гидратации своих ионов. Уменьшение гидратации ионов ПАВ повышает их способность к ассоциации.

Во-вторых, добавленный электролит уменьшает эффективную степень ионизации поверхностно-активного вещества. Кроме того, снижение степени диссоциации поверхностно-активного электролита дополнительно гидрофобизирует ПАВ, так как недиссоциированные полярные группы менее гидрофильны, чем ионы [10, 13].

В растворе неионогенных ПАВ мицеллообразование не связано с электрическим взаимодействием благодаря электронейтральности мицеллообразующихся частиц. Введение электролитов практически не изменяет молекулярного состояния таких растворов. Понижение ККМ неионогенных ПАВ происходит лишь вследствие эффекта дегидратации макромолекулы [14].

Контроль вредных примесей в сточных водах происходит в виде анализа многокомпонентной системы. Присутствие в анализируемой пробе смеси ПАВ разной природы, может влиять на точку перегиба кондуктометрической кривой. В этой связи были получены изотермы проводимости растворов электролитов (хлорида калия, сульфата цинка) в зависимости от концентрации олеата натрия и неонола, при разном их соотношении. В работе была выбрана область концентраций ПАВ в растворе электролита близкая ККМ олеата натрия и неонола. Для этого в раствор электролита с заданной ионной силой вводили определенный объем бинарной смеси ПАВ, в которой мольная доля каждого менялась от 0 до 1. На рисунке 2, приведен пример изотерм электрической проводимости раствора $ZnSO_4$ в зависимости от мольной доли ПАВ в бинарной смеси.

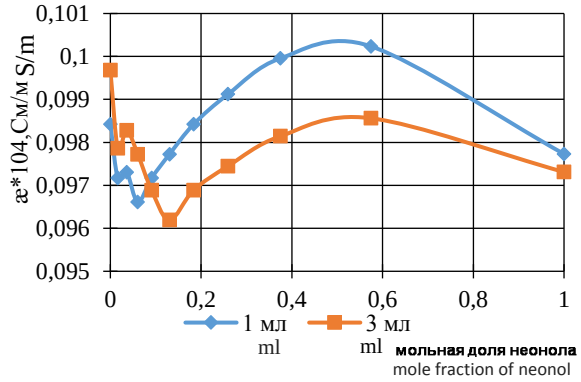


Рисунок 2. Изотерма электрической проводимости раствора $ZnSO_4$ в зависимости от мольной доли неонола и олеата натрия с ионной силой электролита 5 моль/м^3 при температуре 18 ± 2 °С

Figure2.The isotherm of the electrical conductivity of a solution of $ZnSO_4$ depending on the mole fraction of neonol and sodium oleate with an ionic strength of the electrolyte of 5 mol/m^3 at a temperature of 18 ± 2 °C

Состав бинарной смеси влияет на ККМ раствора ПАВ и точку перегиба кривой, на изотерме (рисунок 2) точке перегиба соответствуем ККМ = 0,49×10^{-4} моль/дм^3. Увеличение ионной силы среды незначительно влияет на точку перегиба кривой. Тогда как увеличение объема ПАВ в анализируемом растворе снижает электрическую проводимость раствора с увеличением мольной доли неонола. Этот факт вполне согласуется с литературными данными [6,10,13], изменение состава бинарной смеси в сторону увеличения неонола приводит к снижению концентрации в растворе полиэлектролита и как следствие к снижению электропроводности раствора. С другой стороны неонол имеет большую олеофильность, по сравнению с олеатом натрия, поэтому при увеличении концентрации неонола усиливаются гидрофобные взаимодействия и проявляется синергетический эффект мицеллобразования смеси ПАВ [15], приводящий к понижению ККМ.

Заключение

Установлено неоднозначное влияние ионной силы среды на электрическую проводимость водных растворов и ККМ неонола и олеата натрия, что может служить аналитическим сигналом при контроле содержания вредных веществ органической природы в сточных водах. Выявлено влияние состава смеси ПАВ на электропроводность раствора электролита, установлен синергетический эффект мицеллобразования смеси неонола и олеата натрия, приводящий к снижению ККМ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Jiang J. Q. The role of coagulation in water treatment //Current Opinion in Chemical Engineering. 2015. V. 8. P. 36-44.

2. Zaza S. et al. Recent advances in the separation and determination of impurities in pharmaceutical products //Instrumentation Science & Technology. 2015. V. 43. №. 2. P. 182-196.

3. Jamaly S., Giwa A., Hasan S. W. Recent improvements in oily wastewater treatment: progress, challenges, and future opportunities //Journal of Environmental Sciences. 2015. V. 37. P. 15-30.

4. Чудакова О.Г., Бескровный Д.В. Анализ и оценка сточных вод пивоваренного производства // Вестник Казанского технологического университета. 2015. Т. 18. № 16. С. 293–295.

5. Сепченко Г.Б., Пикула Н.П., Дубова Н.М., Щукина Т.И. и др. Элетрохимический контроль качества вод (обзор) // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2009. Т. 314. № 3. С. 59–70.

6. Холмберг К, Йенссон Б., Кронберг Б. и др. Поверхностно-активные вещества и полимеры в водных растворах. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. 528 с.

7. Shinoda K., Nakagawa T., Tamamushi B. I. Colloidal surfactants: some physicochemical properties. Volume 12. Elsevier, 2016.

8. Hao T. Exploring the charging mechanisms in non-aqueous multiphase surfactant solutions, emulsions and colloidal systems via conductivity behaviors predicted with eyring's rate process theory //Physical Chemistry Chemical Physics. 2016. V. 18. №. 1. P. 476-491.

9. Nabi A. et al. Study of interaction between cationic surfactant (CTAB) and paracetamol by electrical conductivity, tensiometric and spectroscopic methods //Journal of Molecular Liquids. 2018. V. 256. P. 100-107.

10. Щукин Е.Д., Перцов А.В., Амелина Е.А. Коллоидная химия. М.: Юрайт, 2012. 444.

11. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы. М.: ИД Альянс, 2009.

12. Корниенко Т.С., Гаршина С.И., Мастюкова Т.В. и др. Лабораторный практикум по коллоидной химии. Воронеж, ВГТА, 2001. 76 с.

13. Алейнер Г.С., Усьяров О.Г. Электропроводность мицеллярных растворов ионных ПАВ и поверхностная проводимость мицелл // Коллоидный журнал. 2010. Т. 72. № 5. С. 580–586.

14. Тихова А.А., Глухарева Н.А., Колесникова Е.Н. Изучение агрегации в водных растворах оксиэтилированных неионогенных поверхностно-активных веществ методом динамического светорассеяния // Научные ведомости. Серия Естественные науки. 2010. Т. 13. № 21. С. 127–130.

15. Вережников В.Н., Гермашева И.И., Крысин М.Ю. Коллоидная химия поверхностно-активных веществ. СПб.: Издательство «Лань», 2015. 304 с.

REFERENCES

1 Jiang J. Q. The role of coagulation in water treatment. Current Opinion in Chemical Engineering. 2015. vol. 8. pp. 36-44.

2 Zaza S. et al. Recent advances in the separation and determination of impurities in pharmaceutical products. Instrumentation Science & Technology. 2015. vol. 43. no. 2. pp. 182-196.

3 Jamaly S., Giwa A., Hasan S. W. Recent improvements in oily wastewater treatment: progress, challenges, and future opportunities. Journal of Environmental Sciences. 2015. vol. 37. pp. 15-30.

4 Chudakova OG, Beskrovny DV Analysis and assessment of wastewater brewing production. *Vestnik KazTU* [Bulletin of Kazan University of Technology] 2015. vol. 18. no. 16. pp. 293-295. v

5 Sepchenko G.B., Pikula N.P., Dubova N.M., Shchukina T.I. et al. Electrochemical control of water quality (review). *Izvestiya TPU* [News of Tomsk Polytechnic University. Engineering geo-resources] 2009. vol. 314. no. 3. pp. 59-70. (in Russian)

6 Holmberg K, Jensson B., Kronberg B. et al. PAV i polimery v rastvorakh [Surface-active substances and polymers in aqueous solutions] Moscow, BINOM. Laboratory of Knowledge, 2007. 528 p. (in Russian)

7 Shinoda K., Nakagawa T., Tamamushi B. I. Colloidal surfactants: some physicochemical properties. Volume 12. Elsevier, 2016.

8 Hao T. Exploring the charging mechanisms in non-aqueous multiphase surfactant solutions, emulsions and colloidal systems via conductivity behaviors predicted with eyring's rate process theory. Physical Chemistry Chemical Physics. 2016. vol. 18. no. 1. pp. 476-491.

9 Nabi A. et al. Study of interaction between cationic surfactant (CTAB) and paracetamol by electrical conductivity, tensiometric and spectroscopic methods. Journal of Molecular Liquids. 2018. vol. 256. pp. 100-107.

10 Shchukin E.D., Pertsov AV, Amelina EA Kolloidnaya khimiya [Colloid chemistry] Moscow, Yurayt, 2012. 444 p. (in Russian)

11 Frolov Yu.G. Kurs kolloidnoi khimii [Course of colloid chemistry. Surface phenomena and disperse systems] Moscow, ID Alliance, 2009. (in Russian)

12 Kornienko TS, Garshina SI, Mastyu-kova TV Laboratornyi praktikum po kolloidnoi khimii [Laboratory practice on colloid chemistry] Voronezh, VGTA, 2001. 76 p. (in Russian)

13 Alainer GS, Usyarov O.G. Electroconductivity of micellar solutions of ionic surfactants and surface conductivity of micelles. *Kolloidnyi zhurnal* [Colloid Journal] 2010. vol. 72. no. 5. pp. 580-586. (in Russian)

14 Tikhova AA, Glukhareva NA, Kolesni-kova E.N. Study of Aggregation in Aqueous Solutions of Hydroxyethylated Nonionic Surfactants by the Dynamic Light-Scattering Method. *Nauchnye vedomosti* [Scientific Bulletin. Series of Natural Sciences] 2010. vol. 13. no. 21. pp. 127-130. (in Russian)

15 Verezhnikov VN, Germasheva II, Kryshin M.Yu. Kolloidnaya khimiya PAV [Colloid chemistry of surface-active substances] Saint-Petersburg, Lan', 2015. 304 p. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Татьяна В. Мастюкова к.х.н., доцент, кафедра физической и аналитической химии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия,mastukovatv@yandex.ru

Алена И. Кривцова студент, кафедра физической и аналитической химии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, sibiraychka555@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Татьяна В. Мастюкова написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

Алена И. Кривцова обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперимент, графическая интерпретация экспериментальных данных

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 22.01.2018
ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 19.02.2018

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Tatyana V. Mastyukova Cand. Sci. (Chem.), associate professor, analytical and physical chemistry department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia,mastukovatv@yandex.ru

Alena I. Krivtsova student, analytical and physical chemistry department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, sibiraychka555@mail.ru

CONTRIBUTION

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

Alena I. Krivtsova review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, graphical interpretation of experimental data

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 1.22.2018
ACCEPTED 2.19.2018

Original article
DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-233-239

Calculation of the formation process of clinker inside the rotary cement kiln

Yasir A. Mohamed [1] yasir13000@yahoo.com
A. Elhameed. M.O. Kasif [1] elkashify@hotmail.com
Elrafie A.A. Alla [1] rafieah@gmail.com
Muaz Musa Elmahadi [1] muazmahdi@yahoo.com

[1] ElImam ElMahdi University, Chemical Engineering Department, Faculty of Engineering, Elsarayat Street, 76 Kosti, 11111, Sudan

Summary. This study examined the effect of the liquid phase on the heat required for clinker formation and the Coating index, and the relation of the Burning zone temp with the clinker and the heat required for clinker formation. The selection of the liquid phase at 1450 temperatures is being materials difficulty in the Burning, and 1338 is being materials easy in the Burning. All tests and tests were conducted at the Nile Cement Company. The results proved that the more difficult the materials are, the more the Heat required for clinker formation and increase the cost of cement production, and the Coating thickness is weak but strong. The materials easy Burning being little the Heat required for clinker formation and Decreases the cost of cement production, and the Excessive but unstable coating with tendency to form thick ring formation. The found average difference in Heat required for clinker formation between temperature 1338 °C and 1450 °C is 82.26 kJ/kg-clinker representing 2.23% of Total heat input are 3686 kJ/kg-clinker.

Keywords: clinker, formation, cement, kiln, rotary

Introduction

The cement is made of clinker and grinded gypsum and produced from a burned mixture of limestone and clay in certain percentages. A cement kiln is the most vital part of a cement factory whose outcome is cement clinker. Cement is the essential material for civil engineering construction works. Output from the cement industry is directly related to the state the construction business in general and therefore closely tracks the overall economic situation in a region or a country. Cement kilns are used for the gyro-processing stage of manufacturing of Portland and other types of hydraulic cements, in which calcium carbonate reacts with silica-bearing minerals to form a mixture of calcium silicates. Over a billion tons of cement is made per year and cement kilns are the heart of this production process. Their capacities usually define the capacity of the cement plant. As the main energy-consuming and greenhouse-gas-emitting stage of cement manufacture, improvement of their efficiency has been the central concern of cement manufacturing technology. In the recent years, and sustainable use of fossil fuels and renewable enhance attracted much attention worldwide. It is mainly due to high energy costs dictated by oil prices and the strong environmental concerns associated with carbon dioxide (CO_2) emissions. The use of process systems engineering tools, enable the alternative generation of more efficient and sustainable processes, Software tools have been widely used for process simulation, integration and optimization, which help process industry companies to achieve their operational excellence goals, such as. Aspen Hysys. A kiln is basically an industrial oven, and although the term is generic, several quite distinctive designs have been used over the years. The most common one associated with pottery making, both 'Bottle' and their very close relatives 'Beehive' kilns, were also the central feature of any cement works. Early designs tend to be updraft kilns, which were often built as a straight-sided cone into which the flame was introduced at, or below, floor level. At 70 ft, the dome or bottle shape of the kiln, known as the 'hovel', would be quite a prominent landmark. As well as protecting the inner kiln or 'crown', the opening at the top of the hovel also used, to remove the smoke and exhaust gases that were produced during the production process. There was a 3–4 ft gap between the outer wall of the hovel and inner shell of the crown. Due to the fact that the 1 ft thick crown wall would expand and contract during firing, it was reinforced by a number of iron bands, known as 'bunts'. Apart and ran right around the circular oven. The development of downdraft kilns in the early 20th Century proved to be much more fuel efficient and were designed to force more heated air to circulate around the kiln. The design incorporated a gentle curve at the 'shoulders' of the kiln, which served to reflect the rising heat from the fire at the bottom of the kiln, back down again over the material. The smoke and exhaust was then sucked out through holes at the bottom of the kiln via a flue, which was connected to a nearby chimney. The chimney would also serve a number of neighboring kilns as well. The kiln would be fired for several days to achieve the required temperature to produce cement clinker. Although the above

Для цитирования
Mohamed Y.A., Kasif A. Elhameed. M.O., Alla Elrafie A.A., Elmahadi Muaz Musa Calculation of the formation process of clinker inside the rotary cement kiln // Вестник ВГУИТ. 2018. Т 80. № 1. С. 233–239. doi:10.20914/2310-1202-2018-1-233-239

For citation
Mohamed Y.A., Kasif A. Elhameed. M.O., Alla Elrafie A.A., Elmahadi Muaz Musa Calculation of the formation process of clinker inside the rotary cement kiln. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80 no. 1. pp. 233–239.. doi:10.20914/2310-1202-2018-1-233-239

methods were successful, the problem with batch kiln was that it was intermittent and once the product had been produced, the fire was allowed to extinguish and the contents allowed to cool. This not only wasted a lot of heat, but also added to the expense of the finished product. Clinker as the main constituent of cement, is composed of various crystal phases, the following of which are the most important. Alite, belite, aluminates and ferrite Alite and belite are calcium silicate phases. Consisting only of CaO and SiO_2, alite is a tri calcium silicate phase ($Ca_3\ SiO_5$) and belite a dicalcium silicate phase ($Ca_2\ SiO_4$). The aluminates phase, formed by pure CaO and pure $Al_2\ O_3$, is a tri calcium aluminates phase ($Ca_3\ Al_2\ O_6$) and the ferrite phase, formed by pure CaO, $Al_2\ O_3$ and $Fe_2\ O_3$, is a tetra calcium alumina ferrite phase ($Ca_4\ Al_2\ Fe_2\ O_{10}$). Table 1 Shows It is common to abbreviate the chemical formulae.

Table 1.

Chemical formulae for clinker

Chemical compound Abbreviation	Clinker phase Abbreviation
CaO C SiO_2 S $Al_2\ O_3$ A $Fe2O_3$ F	$Ca_3\ SiO_5\ C_3\ S$ $Ca_2\ SiO_4\ C_2\ S$ $Ca_3\ A_{l2}\ O_6\ C_3\ A$ $Ca_4\ A_{l2}\ Fe_2\ O_{10}\ C_4\ AF$ $Ca_{12}\ A_{l7}\ O_{33}\ C_{12}\ A_7$

Pure oxides are only available for laboratory investigations of clinker formation. In the industrial process the raw material contains various impurities. which form clinker phases incorporating impurities or forming solid solutions with minor compounds. Therefore, it is more appropriate to use the phase names “A lite”, “B lite” – and so on, since these express the clinker phases including impurities. Chemical processes of clinkerisation are assumed to comply with the following reaction scheme.

$$CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$$
$$2CaO + SiO_2 \rightarrow 2CaO.SiO_2$$
$$2CaO + SIO_2 \rightarrow 3CaO.SiO_2$$
$$3CaO + Al_2O_3 \rightarrow 3CaO.AlO_3$$
$$4CaO + Al_2O_3 + Fe_2O_3 \rightarrow 4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3$$

Charge Materials

The main constituents of the raw materials required for cement production are calcium oxide (CaO), silicon dioxide (SiO_2), aluminum oxide (Al_2O_3) and iron oxide (Fe_2O_3). Typical sources of these oxides are limestone, chalk, marl, clays (kaolinite, illite, feldspar) or shale, tuff, oil shale, bauxite and iron ore. These materials often contain alkalis, earth alkalis, heavy metals, sulfate, and supplied, phosphate, fluoride and chloride compositions in lower concentrations. Besides natural materials, waste products from other industrial processes, such as lime sludge or fly ash from coal combustion, can be added. The addition of relatively pure limestone, sand or iron ore might be necessary to adjust for absent chemical compounds and achieve the standards required for cement. A typical chemical composition of four-component raw meal is listed in Table 2. The chemical composition of the raw materials is constantly controlled in plant laboratories.

Physical and Chemical Process of Portland cement Clinker Formation

A lite (C3S)

A lite is the most important clinker phase in cement, since it controls mainly the initial and ultimate strength of cement. Portland cement clinker consists of ca. 50–70 wt. % of a lite .Which contains 71–75 wt. % CaO, 24–28 wt. % SiO_2 and 3–4 wt. % substituted ions. Typically incorporated ions within the A lite crystal lattice are Mg^{2}+, Al^{3}+ and $Fe^{3+.}$ The impurities in A lite stabilize high temperature polymorphs at low temperatures (below 15 the related decomposition temperature).

Tri calcium Aluminates (C_3A)

C_3A is the most reactive component of Portland cement clinker, which contains 5–10 wt. % of the phase. Pure C_3A consists of 62 wt. % CaO and 38 wt. % Al_2O_3 and does not exhibit temperature dependent polymorphs. Table 2. Typical chemical composition of a four component raw meal.

Table 2.

Chemical composition of a four component raw meal

Compound	Limestone (Wt. %)	Shale (Wt. %)	Sand (Wt. %)	Iron Oxide (Wt. %)	Kiln feed** composition (Wt. %)
Dry material used	73	22,5			
SiO_2	1,4	37,9	4,2	0,3	
$Al_2\ O_3$	0,5	16,5	95,0	2,7	-20,1
$Fe_2\ O_3$	0,2	5,1	1,4	6,6	6,3
CaO	53,7	15,4	1,3	84,0	2,4
$CaCO_3$	95,9	27,5	1,0	2,7	64,4
Minor* compounds	2,0	13	-2,3	-6,7	-6,8

However, ion substitution of Ca^{2+} in the structure of the pure C_3A causes changes in crystal structure. Typically Ca^{2+} is substituted by Mg^{2+}, $2K^{+}$ and $2Na^{+}$, Al^{3+} by Fe^{3+} and Si^{4+}, but only the alkali metals affect the structural changes .From a cubic crystal structure (pure C3A) to orthorhombic and monoclinic structures via intermediate structures of lower symmetry. In industrial clinker products, orthorhombic and cubic structures are commonly present polymorphs. The orthorhombic form features dark, prismatic crystals, whereas the cubic polymorph forms fine grains with dendritic ferrite crystals.

Calcium Aluminoferrite (C_4AF)

Calcium Aluminoferrite constitutes 5–15 wt. % of Portland cement clinker. The pure phase contains 46 wt. % CaO, 21 wt. % Al_2O_3, 33 wt. % Fe_2O_3, but in industrial clinker up to 10 wt. % of incorporated oxides appear (mostly MgO). In systems consisting of only CaO, SiO_2, Al_2O_3 and Fe_2O_3, with typical Portland cement compositions, melting C_3A and C_4AF crystal phases commences at the eutectic at 1338 °C. This is only valid in an absolutely homogeneous mixture. In homogeneities in the raw meal mixture cause a shift of the eutectic toward lower temperatures (and different compositions). As an example, local composition in an Portland cement raw meal mix of 62 wt. % CaO, 15 wt. % Al_2O_3 and 23 wt.% SiO_2 melts at a temperature of circa 1170 °C.

In addition, all natural raw materials contain minor compounds, which decrease the melting point of a certain composition. Therefore it is common, that a molten phase occurs in industrial raw meal mixes at temperatures lower than 1338 °C actually, observed the melting of C_3A and C_4AF at 1280 °C through in situ studies of clinker formation. To simplify, the following discussion of melt formation will be described for a homogeneous system of pure oxides at a temperature of 1338 °C. The reader should keep in mind that temperatures might shift by 50–100 °C in more typical Portland cement raw meals. The composition of the melt phase at the eutectic point is 54.8 wt. % CaO, 16.5 wt. % Al_2O_3, 6.wt. % Fe_2O_3 and 22.7 wt. % SiO_2. Preformed crystalline C_3A and C_4AF melt to provide Al_2O_3 and Fe_2O_3, as well as CaO for the melt phase. SiO_2 is obtained from free SiO_2 particles or, if all has been consumed for belite formation, partially molten crystalline belite.

The extent of C_3A and C_4AF melting at 1338 °C depends on the total clinker raw meal composition, i.e. on the ratio of Al_2O_3/Fe_2O_3 in the total composition., which shows the part of interest for Portland cement clinker compositions in the phase diagram for the four oxides. Since only C_3A and C_4AF melt, the amount of all the other phases, i.e. mainly CaO and C_2S is fixed. It should be emphasized here, that for all three of the following discussed cases, the Al_2O_3/Fe_2O_3 ratio of the molten phase is always 1.38, as it is for the eutectic composition. In the first case, a total clinker raw meal composition with an Al_2O_3/Fe_2O_3 ratio of 1.38 is considered. The Al_2O_3/Fe_2O_3 ratio is constant over the whole surface of the plane. Since it is the same ratio as in the molten phase at the eutectic, all crystalline C_3A and C_4AF melts. The liquid phase fulfills two important tasks in the clinker burning process: 1) Acceleration of the clinker phase formation; 2) Prevention of clinker dust formation.

Materials and methods

Raw Materials

The composition of Portland cement varies from plant to plant due both to cement specifications and to the mineralogy of available materials. In general, however, an eutectic mix is sought which minimizes the heat input required for clinkering. The total cost of raw materials, while producing a cement of acceptable performance.

Note that, with a substantial proportion of the raw mix being $CaCO_3$, heating either in a kiln or in a laboratory furnace evolves some 35% by weight as CO_2; this results in a requirement of approximately 1.5ton of raw materials to produce 1ton of clinker, and also requires that analytical data be clearly distinguished between "raw" and "ignited" basis. T raditional kiln fuels are gas, oil or coal. The choice is normally based on price and availability. It must be noted, however, that fuels are usually priced in terms of gross heat (heat available assuming water in combustion product is condensed to recover latent heat of vaporization). In practice, only the net heat is employed (assumes that water in combustion gas is released as vapour).

Methods

Thermo chemical calculations tools aims at benefiting from the specific strengths. Detailed calculation of mass and energy transport conditions inside the kiln including combustion. However, performing chemical calculations within a kiln environment requires a mass balance equation for each phase to be solved, which results in very high computational costs for complex chemical conditions.

An alternative approach to modeling these conditions can be applied, if thermo chemical equilibrium can be assumed to establish in certain zones within the kiln. A numerical equilibrium calculation is then assigned to each of these zones. Mass and energy transport conditions are modeled by means of streams interconnecting the equilibrium zones and thus forming a flow sheet model of the kiln. As the flow sheet model needs to be derived from mass and energy transport calculation results.

Which in turn are strongly influenced by chemical processes, the entire model is solved iteratively. In the following they actually used software tools and equations realization of the modeling.

Equations Clinker Phase

Based on phase relations in the four component system, several equations have been derived to describe the quality and quantity of Portland cement clinker of a known raw material composition. In all equations the chemical compositions are expressed in wt. %. The quality of clinker is often referred to as the amount of free (non-reacted) CaO in the sample, which reduces the strength of concrete.

Up to now many theoretically and empirical derived equations have been developed to calculate the so called "Lime Saturation Factor (LSF)" (Eq. 1). It is used to quantify the amount of CaO in the raw material that can be combined with SiO_2, Al_2O_3 and Fe_2O_3 to form the main clinker phases C_3S, C_2S, C_3A and C_4AF. For satisfactory clinker quality LSF should be in the range of 92–98%.

A common equation is given in Eq. 1. Other parameters are the "Silica Ratio (SR of Ms)" (Eq. 2) and the "Alumina Ratio (AR or Ma)" (Eq. 3). The SR, usually in the range of 2 – 3, describes the proportion of the silica phases to aluminates and ferrite phases, and reflects the ratio of solid phases (the silica phases) to the liquid phase, formed by aluminates and ferrite, in clinker. AR expresses the ratio between the aluminates phase and ferrite phase and indicates which of these two phases is forming the Melt phase (for further details see subsection).

$$LSF = \frac{CaO}{2.8SiO_2 + 1.18Al_2O_3 + 0.65Fe_2O_3} 100 \quad (1)$$

$$SR = \frac{SiO_2}{Al_2O_3 + Fe_2O_3} \quad (2)$$

$$AR = \frac{Al_2O_3}{Fe_2O_3} \quad (3)$$

Calculation equations for clinker compounds

$$C_3S = 4.071 \times (\text{total } CaO - \text{free lime} - 0.7SO_3) - \\ - 7.6 \times SiO_2 - 6.718Al_2O_3 - 1.43Fe_2O_3 \quad (4)$$

$$C_2S = 2.867SiO_2 - 0.744C_3S \quad (5)$$

$$C_3A = 2.65Al_2O_3 - 1.69Fe_2O_3 \quad (6)$$

$$C_4AF = 3.04Fe_2O_3 \quad (7)$$

Equations associated with the process of clinker production

- Burning zone temp:

1300C + 4.51C3S + 3.74C2S – 12.64 C4AF (8)

- Coating index, AW AR > 0.64,

$$AW = C_3A + C_4AF + 0.2C_2S + 2F \quad (9)$$

(AW normally = 27–32)

When AW < 20, No coating or very less coating When AW > 30, Excessive but unstable coating with tendency to form thick ring formation.

Liquid percentage (by Weight) If AR > 1.38,

$$\%\ L.P = 6.1\ F + M + K + SO_3 \quad (10)$$

If AR < 1.38,

$$\%\ L.P = 8.2\ A - 5.22F + M + K + N + SO_3 \quad (11)$$

at 1338 deg C If AR < or = 0.64,

$$L.P = 3.0A + 2.25F + M + K + N + SO_3 \quad (12)$$

At 1450 °C Al_2O_3, K_2O and Na_2O increase the viscosity and Fe_2O_3 and SO_3 decreases the viscosity.

Heat required for clinker formation by (kJ/kg-clinker)

$$Q = 17.196(Al_2O_3) + 27.112(MgO) + \\ + 32(CaO) - 21.405\ (SiO_2) - 2.468(Fe_2O_3) \quad (14)$$

Chemical Analyses of materials feed kiln and Clinker Phase

The chemical Analyses for composition the materials feeding the kiln and the clinker using the traditional method of testing in the chemical analysis laboratory at Rabek cement factory. Taking the samples from the daily report of the chemical tests of the materials feeding of the kiln and clinker in the every hour, 30 samples were selected based on the formation of the liquid phase in the clinker. Taken 15 samples at Burning zone temperature a temperature about to 1338 °C and 15 samples at Burning zone temperature 1450 °C by determine the Burning zone temperature. We collected 15 samples the liquid phase formation at temperature 1450 °C. To calculation liquid phase percentage and the clinker compounds in the samples and the percentage of Coating index in the kiln and the Heat required for clinker formation by (kJ/kg-clinker). By equations and the percentage of the oxides materials feed inside to kiln and the clinker oxides. The oxides were taken from the chemical analysis laboratory. The calculations were carried out by means of the Mat lab program. And we collected 15 samples another the liquid phase formation at temperature 1338 °C, and also The calculations were carried out by means of the Mat lab program and obtain on results, to Comparison between the composition of the liquid phase in temperature (1450–1338) °C.

Results and discussion

Figure 1 and 2 show the calculations of composition results of 15 samples of the percentage clinker compounds and coating index, liquid phase

and heat required at liquid phase formation in temperature 1450 °C and 1338 °C.

C_3S Increases by increasing total CaO by 4.07 per 1% of total CaO, And C_3 S Decreases by increasing SiO_2 by 7.6 per of 1% of SiO_2. Also Decreases by increasing Al_2O_3 by 6.9 per 1% of Al_2O_3, decreases with Fe_2O_3 increase by 1.43 per of 1% of Fe_2O_3. Increases in C_3S leads the Burning zone temp and increase in the Heat required for clinker formation and difficult in the fire and formation of the liquid phase shall be within (23.02–27.05) at 1450 °C and the formation of a medium, strong and constant coating within the limits of (23–28)

The ratio of C_3 S in the difficult liquid phase is within (56.49–68%). A cut in C_3 S leads to an increase in C_2S, a decrease in the Burning zone temp, a decrease in the heat of the clinker formation, and a slight ease in the fire. And the composition of the liquid phase is within the limits of (16–21) at 1338 °C .the ratio of C_3S in the easily liquid phase is within (44.77–57%). C_3S is responsible for the strength of the initial cement in 28 days if decrease proportion reduces the initial strength and affects the quality of cement. The C_3S increases strength initial but increases Heat required for clinker formation.

C_2S Increases by increasing SiO_2 by 2.867 per 1% of SiO_2. And C_2 S decreases by increasing C_3S by 0.744 per 1% of C_3S, C_2S at 1338 °C to the limits value (14–29). At a temperature of 1450 °C this limit reaches (5.5–17). It is the second major cement compound and has a significant impact on the strength after 28 days. This compound has a direct impact on the production of concrete. C_3A Increases by increasing Fe_2O_3 by 2.867 per 1% of Al_2O_3. And C_3A decreases by increasing Fe_2O_3 by 1.69 per of 1% of Fe_2O_3. C_4AF Increases by increasing Fe_2O_3 by 3.04 per 1% of Fe_2O_3 .Increase C_4 AF leads to an increase in the liquid phase and reduce the Burning zone temp, the heat of clinker formation and the Increase in Coating index. Coating index Increases by increasing C_3A, C_4AF, C_2S and F. At a temperature of 1450 °C gives a Coating index, within the limits of (23–27) be coating normally .At a temperature of 1338 °C gives a Coating index, within the limits of (29–33), if Coating index > 30, Excessive but unstable coating with tendency to form thick ring formation .Liquid Phase formation at a temperature of 1338 °C Increases by increasing A, SO_3 and decrease F, being limits of (16–21) .Liquid Phase formation at a temperature of 1450 °C Increases by increasing A, SO_3 and F, being limits of (23–27) leads difficult in the fire .Burning zone temp Increases by increasing C_2S by 3.74 per 1% of C_2 S and Increases by increasing C_3S by 4.51 per 1% of C_3S, Decreases by increasing C_4AF by 12.64 per of 1% of C_4AF. Burning zone temp determines the Transformation of the solid phase for liquid phase at 1338–1450 °C.

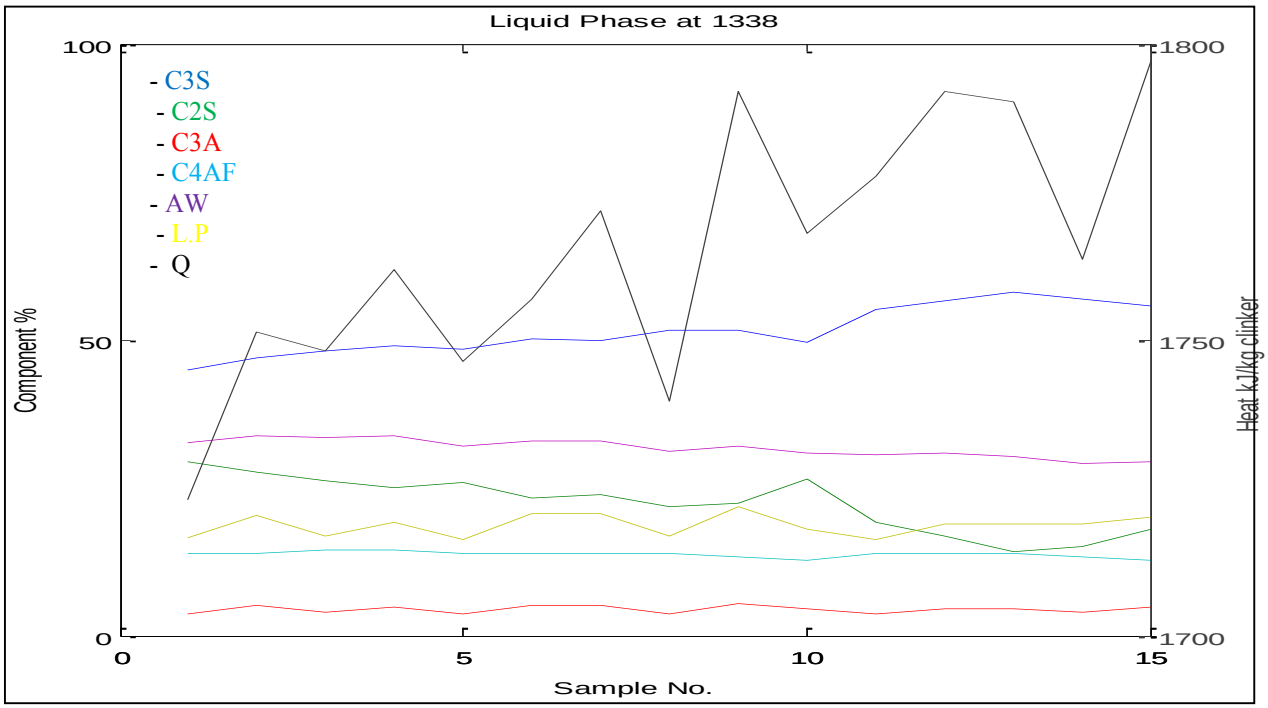


Figure 1. Relationship between clinker compounds and Coating index, liquid phase and Heat required at liquid phase formation in temperature1338 °C

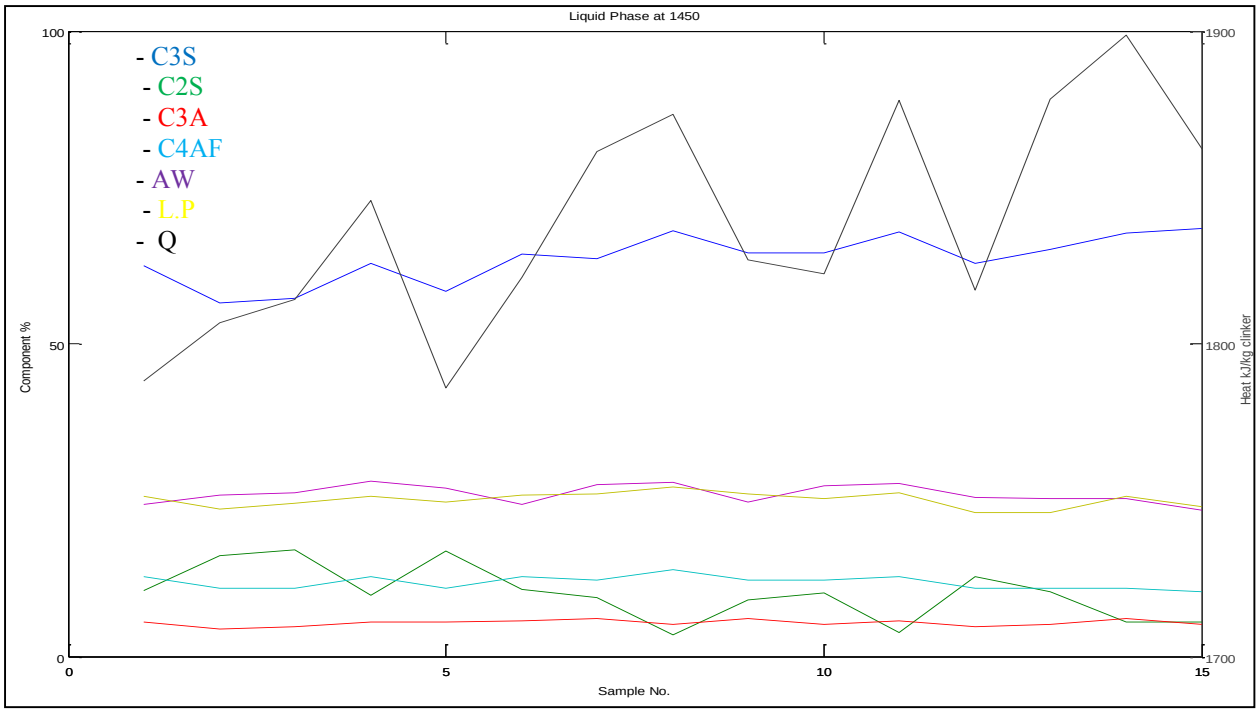


Figure 2. Relationship between clinker compounds and Coating index, liquid phase and Heat required at liquid phase formation in temperature1450 °C

Conclusion

Heat required for clinker formation Increases by increasing Al_2O_3 by 17.196 per 1% of Al_2O_3, increases by increasing MgO by 27.112 per 1% of MgO and increases by increasing CaO by 27.112 per 1% of CaO. And heat required for clinker formation decreases by increasing SiO_2 by 21.405 per of 1% of SiO_2 and decreases by increasing Fe_2O_3 by 2.468 per of 1% of Fe_2O_3. The average difference in heat required for clinker formation between temperature 1338 °C and 1450 °C is 82.26kJ/kg-clinker representing 32.2% of total heat input are 3686 kJ/kg-clinker. The heat required for clinker formation increases with the increase of the liquid phase and the burning zone temp and C_3S, decreases by increasing C_4AF.

REFERENCES

1 Abdulkadhum J. K. Al-Yasiri, Estimating the thickness of coating in the burning zone of Cement Kilns including the aging factor. The Iraqi Journal For Mechanical And Material Engineering. 2012. vol. 12. no.3.

2 David Barthelmy. Available at: http://webmineral.com/data/Brownmillerite.html.

3 Jolyon Ralph and Ida Chau. Available at: http://www.mindat.org/min-790.html.

4 Goswami G., Padhy B.P., Panda J.D. Thermal analysis of spurrite from a rotary cement kiln, Chemistry and Materials Science. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry. 2012.

5 Goswami G., Padhy B.P., Panda J.D. Thermal analysis of spurrite from a rotary cement kiln. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry. 2011. vol. 35. no. 4. pp1129–1136.

6 Kerdarpour, F., Sufi, T., Goshayeshi, H.R., Mir Sanjari, A. Investigation of Energy Waste in the Cement Industry and Solutions to Optimize Energy Consumption. International Journal of Petroleum and Energy. 2013. no.86. pp.52.

7 Boateng A.A., Rotary K., Shakeri, M.R., Oghabi M. et al. Volume 1. Tehran, Sharif University, 2011.

8 Noshirvani, G.R., Shirvani, M., Nourzadeh, H.R., Saddiqi, S. Calculate and Estimate the Thickness of the Coating of Cement Rotary Kiln. Fourth Conference Condition Monitoring and Diagnostics of Machines. 2010. pp. 1388.

9 Cement kiln. Available at: http://en.wikipedia.org/wiki /Talk:Cement kiln.

10 Goshayeshi H.Z., Poor F.K. Modeling of Rotary Kiln in Cement Industry. Department of Mechanical Engineering, Mashhad Branch. Islamic Azad University. Mashhad. Iran. Energy and Power Engineering. 2016. no. 8. pp. 23-33. Available at: http://www.scirp.org/journal/epe.

11 Muhammed M. A. Estimating the Thickness of Kiln Shell Coating at the Burning Zone of Cement Kilns Including the Aging Factor. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry. 2016. vol. 35.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Yasir A. Mohamed Dr., associate professor, Chemical Engineering department, University of El Imam El Mahdi, Faculty of Engineering & Technical Studies, Kosti, P.O. box 209 Sudan, yasir13000@yahoo.com

A. Elhameed. M.O. Kasif Dr., associate professor, Chemical Engineering department, University of El Imam El Mahdi, Faculty of Engineering & Technical Studies, Kosti, P.O. box 209 Sudan, elkashify@hotmail.com

Elrafie A.A. Alla Dr., associate professor, Chemical Engineering department, University of El Imam El Mahdi, Faculty of Engineering & Technical Studies, Kosti, P.O. box 209 Sudan, rafieah@gmail.com

Muaz Musa Elmahadi master student, Chemical Engineering department, University of El Imam El Mahdi, Faculty of Engineering & Technical Studies, Kosti, P.O. box 209 Sudan, muazmahdi@yahoo.com

CONTRIBUTION

Yasir A. Mohamed corrected the manuscript, improved the results discussion and put in the format required by the Journal before filing in editing

A. Elhameed. M.O. Kasif review of the literature on the investigated problem, conducted the experiments, performed the characterizations and measurements, and wrote the manuscript

Elrafie A.A. Alla corrected the manuscript, improved the results discussion and put in the format required by the Journal before filing in editing and is responsible for plagiarism

Muaz Musa Elmahadi proposed a scheme of the experiments and organized production trials

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 1.25.2018
ACCEPTED 2.28.2018

Оригинальная статья/Original article

УДК 543.241:543.94:637.2.074

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-240-244

Применение ферментативно-алкалиметрического способа для идентификации сливочного и пальмового масел

Алла В. Никулина [1] nik_a_68@mail.ru
Татьяна И. Парыгина [1] parygina.tatyana2014@yandex.ru
Татьяна А. Кучменко [1] tak1907@mail.ru

[1] Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Реферат. В настоящее время товарная категория «сливочное масло» широко фальсифицируется жирами немолочного происхождения, в основном пальмовым маслом. Методики, рекомендуемые для обнаружения пальмового масла в продуктах масложировой промышленности, требуют длительной пробоподготовки или применения дорогостоящего сложного в эксплуатации оборудования, что делает актуальным поиск новых, более экспрессных методов анализа, применимых для работы в небольших лабораториях. Предложен ферментативно-алкалиметрический способ, позволяющий различить пальмовое и сливочное масла. Метод заключается в ферментативном гидролизе масла с последующим титриметрическим определением количества выделившихся жирных кислот с визуальным фиксированием точки эквивалентности, титрант-водный раствор гидроксида натрия (0,1 моль/дм^3), индикатор – фенолфталеин. В качестве фермента применяли панкреатическую липазу. Изучено влияние активности фермента, pH среды, температуры и времени на гидролиз пальмового и сливочного масел. Особенностью разработанного способа является использование неоптимальных условий проведения расщепления липидов, что позволяет снизить скорость реакции для установления тонких различий гидролиза жиров различного состава. Обоснованы условия проведения идентификации масел – при pH=7,9 (водный раствор тетрабората натрия 1% масс.), в присутствии панкреатической липазы 20000 расщепление пальмового масла начинается через 25 мин после начала опыта, сливочного – через 10 мин. Оптимальное время гидролиза, позволяющее отличить пальмовое масло от сливочного – 20 мин. Идентификацию масел проводят сравнением результатов алкалиметрического титрования продуктов расщепления через 5 мин (V5′) и 20 мин (V20′) после начала гидролиза изучаемого масла с панкреатической липазой 20000. Если анализируемая проба содержит только сливочное масло, то V20′ / V5′≥ 2. Численно равные значения V5′ и V20′ получаются при анализе пальмового масла. Величина V20′ / V5′, находящаяся в интервале от 1 до 2, свидетельствует, что анализируемый образец – спред, и чем ближе значение V20′ / V5′ к 1, тем больше в пробе пальмового масла. Предлагаемый способ экономичен и прост в исполнении, применим в интервале температур 17–27 °С.

Ключевые слова: ферментативный гидролиз, пальмовое масло, сливочное масло, алкалиметрическое титрование

Application of enzymatic alkalimetric method for identification of cream and palm oils

Alla V. Nikulina [1] nik_a_68@mail.ru
Tat'yana I. Parygina [1] parygina.tatyana2014@yandex.ru
Tat'yana A. Kuchmenko [1] tak1907@mail.ru

[1] Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Summary.Nowadays the "butter" product category is widely falsified by non-dairy fats, mainly by palm oil. The methods recommended for the detection of palm oil in the fat- and oil industry products require a long-term sample preparation or the use of expensive complex equipment, which makes it urgent to search for new, more rapid analytical methods that can be used in small laboratories. An enzymatic- and alkalimetric method distinguishing between palm oil and butter is suggested in the work. The method consists in enzymatic hydrolysis of fat followed by titrimetric determination of the amount of excreted fatty acids with visual fixation of the equivalence point; titrant is the aqueous sodium hydroxide solution (0.1 mol / dm^3) and indicator is phenolphthalein. Pancreatic lipase was used as the enzyme. The effect of enzyme activity, the medium pH, temperature and time on the hydrolysis of palm oil and butter was studied. The developed method peculiarity is the use of non-optimal conditions for lipid splitting. This makes it possible to reduce the rate of reaction to establish fine differences in the hydrolysis of different compositions fats. Conditions for the identification of fats - at pH = 7.9 (aqueous solution of sodium tetraborate 1% by weight) were justified. In the presence of pancreatic lipase 20000, the splitting of palm oil begins in 25 minutes after the experiment start, and butter splitting begins after 10 minutes. Optimum hydrolysis time allowing to distinguish between palm oil and butter is 20 min. Identification of fats is carried out by comparing the results of alkalimetric titration of the splitting products after 5 minutes (V5$^{'}$) and 20 minutes (V20$^{'}$) after the beginning of hydrolysis of the fat under study with the pancreatic lipase 20000. If the sample analyzed contains only butter, then V20$^{'}$ / V5$^{'}$ ≥ 2. Numerically equal values of V5$^{'}$ and V20$^{'}$ are obtained when analyzing a palm oil. The value V20$^{'}$ / V5$^{'}$, which is in the range of 1-2 indicates that the analyzed sample is a spread, and the closer the value of V20$^{'}$ / V5$^{'}$ to 1, the more palm oil the sample contains. The proposed method is economically efficient and simple in its procedure, it is applicable in the temperature range of 17–27° C.

Keywords:enzymatic hydrolysis, palm oil, butter, alkalimetric titration

Для цитирования
Никулина А.В., Парыгина Т.И., Кучменко Т.А. Применение ферментативно-алкалиметрического способа для идентификации сливочного и пальмового масел //Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 1. С. 240–244. doi:10.20914/2310-1202-2018-1-240-244

For citation
Nikulina A.V., Parygina T.I., Kuchmenko T.A. Application of enzymatic alkalimetric method for identification of cream and palm oils. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 1. pp. 240–244. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-1-240-244

Введение

В настоящее время широко распространена фальсификация продукции в товарной категории «сливочное масло» жирами немолочного происхождения. По данным Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Воронежской области за 9 месяцев 2017 года 27 из 32 проб являются несоответствующими по показателям жирно-кислотного состава [1].

Потребление человеком значительных количеств пальмового масла влияет на его здоровье, вызывая переедание, привыкание к определенной марке продукта, ожирение, заболевания сердечнососудистой системы, увеличение содержания холестерина и риска развития онкологических заболеваний [2, 3].

В настоящее время для обнаружения пальмового масла в продуктах масложировой промышленности рекомендуется применять газовую хроматографию [4]:

1) арбитражный способ – ГОСТ 31979-2012, включающий в себя омыление анализируемых липидов (30 мин), получение осадка дигитонинов стеринов (12 ч), растворение их и экстракция пентаном с последующим газожидкостным хроматографированием.

2) способ, основанный на определении соотношения массовых долей эфиров определенных жирных кислот (ГОСТы 31663-2012, 31665-2012) с предварительным выделением органической фазы из анализируемого масла с последующим омылением и очисткой (фильтрование, центрифугирование).

При проведении технического контроля на предприятиях масложировой промышленности для определения присутствия молочного жира в спредах применяют число Рейхерта-Мейссля [4] (объем раствора щелочи необходимый для нейтрализации летучих водорастворимых жирных кислот, полученных из 5 г жира) и методику (ГОСТ 34178-2017, ГОСТ Р 52100-2003) включающую омыление пробы жира (20 мин), перегонку с водяным паром (30 мин) с последующим титрование дистиллята. Известно применение метода инфракрасной спектроскопии для определения подлинности молочного жира [5].

Длительность и сложность пробоподготовки, применение дорогостоящего оборудования в рекомендуемых методиках, определяет актуальность поиска новых, более экспрессных методов анализа, в том числе для работы в небольших лабораториях.

Пальмовое масло в отличие от других масел, в том числе молочного жира, характеризуется повышенной устойчивостью к внешним воздействиям – у него самые высокие для масел температура плавления, индекс окислительной устойчивости. Это позволяет предположить повышенную устойчивость пальмового масла к ферментативному воздействию липаз.

Изучен ферментативный гидролиз пальмового (ПМ) и сливочного домашнего (СлМ) масел, катализируемый панкреатической липазой (Ф) 20000 (6000) [6]. Для растворения липазы использовали среду с различными pH (6,0 – дистиллированная вода; 7,9 – водный раствор тетрабората натрия 1% масс.; 8,4 – водный раствор карбоната натрия 1% масс.). При расщеплении липидов образуются жирные кислоты [7], количество которых можно оценить по объему раствора гидроксида натрия V(NaOH), затраченного на реакцию с превращенным субстратом.

За основу разработки способа расщепления липидов выбрана методика определения активности липазы [8]. Для реверсного применения подхода необходимо изменить основные условия проведения реакции – pH, температура (t, °C), время (τ, мин или ч) – так, чтобы снизить скорость реакции для установления тонких различий гидролиза жиров различного состава.

Общая схема проведения анализа состоит в следующем: навеску масла обрабатывают горячей водой или раствором соли (в зависимости от создаваемого pH среды) до полного плавления жира и взбалтывают для получения эмульсии. После охлаждения до рабочей температуры в пробу вводили фермент (панкреатическую липазу). Проводили гидролиз в течение различного времени, периодически помешивая. Выделившиеся в результате ферментативного расщепления триглицеридов кислоты оттитровывали фиксанальным раствором гидроксида натрия (0,1000 моль/дм^3) в присутствии индикатора фенолфталеина.

При алкалиметрическом титровании продуктов расщепления липидов могут возникнуть трудности на стадии фиксирования точки эквивалентности из-за мутности титруемого раствора. В этом случае титрование следует проводить, сверяя окраску с контрольным образцом окраски. Для его приготовления в один из образцов после ферментативного гидролиза добавляют 0,4 см^3 сернокислого кобальта 2,5 масс. % (фиксирование точки эквивалентности аналогично методу определения кислотности молока, ГОСТ Р 54669-2011).

Известно, что максимальная активность панкреатической липазы достигается при pH = 8–9, температура 36,7 °C [9]. При соблюдении этих условий происходит практически полное разложение всех жиров в течение 1 часа.

Особенностью разработанного способа является использование неоптимальных условий проведения гидролиза, что позволяет провести реакцию с меньшей скоростью. Так, при температуре 20 °С при pH среды 8,4 полное разложение триглицеридов сливочного масла Ф 20000 происходит за 4 ч вместо 1 ч, при pH 6,0 необходимо более 5 ч (рисунок 1).

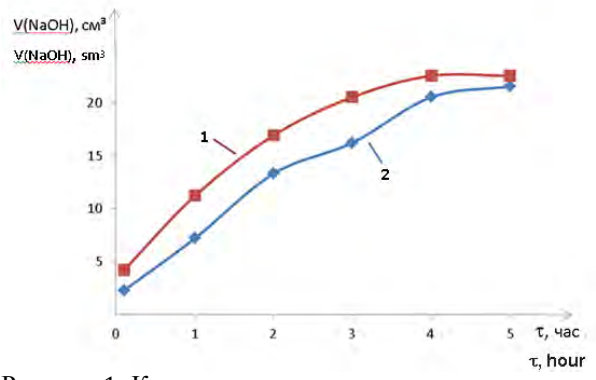


Рисунок 1. Кинетика накопления кислот при гидролизе сливочного масла, катализируемом панкреатической липазой 20000, при pH среды 8,4 (1) и 6,0 (2)

Figure 1. Kinetics of acids accumulation during the hydrolysis of butter, catalyzed by pancreatic lipase 20000, at the medium pH of 8.4 (1) and 6.0 (2)

Различия гидролиза сливочного и пальмового масел особенно проявляются в течение первого часа проведения реакции (рисунок 2). Применение неоптимальных условий гидролиза определяет задержки начала расщепления масел во времени – индукционный период (ИП).

Более высокие значения объемов гидроксида натрия, затраченные на титрование продуктов гидролиза сливочного масла объясняются наличием в нем свободных жирных кислот.

При применении панкреатическая липазы 6000 при pH 6,0 и 7,9 (рисунок 2, b, c) индукционный период наблюдается при гидролизе и пальмового, и сливочного масел, следовательно, эти условия не пригодны для идентификации. При pH 8,4 (рисунок 2, a) ИП выявлен только при расщеплении ПМ, в первые 10 мин реакции кислоты присутствуют только в превращенном субстрате сливочного масла, в титруемом образце пальмового масла их нет. Однако объемы гидроксида натрия, затраченные на титрование в обоих случаях различаются незначительно, что затрудняет идентификацию.

Панкреатическая липаза 20000 значительно активнее Ф 6000, ферментативное расщепление триглицеридов сливочного и пальмового масел при pH = 8,4 не имеет индукционного периода (рисунок 2, d).При pH 7,9 и 6,0 (рисунок 2, e, f) ИП наблюдается только при гидролизе пальмового масла. Объемы гидроксида натрия, затраченные на титрование его образцов не изменяются в течение первых 20 мин реакции, в то время как результаты титрования превращенного субстрата с образцами сливочного масла значимо отличаются во времени. Различия в скорости накопления кислот максимальны при pH 7,9.

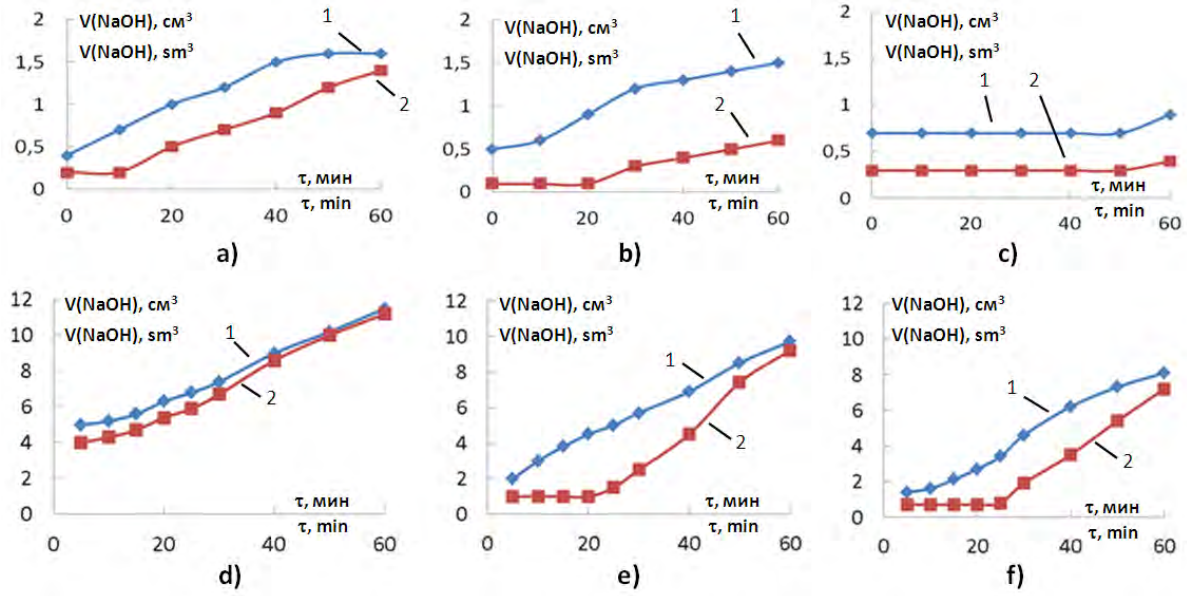


Рисунок 2. Кинетика накопления кислот при гидролизе сливочного (1) и пальмового (2) масел, катализируемом панкреатической липазой 6000 при pH среды 8,4 (a), 7,9 (b), 6,0 (c) и панкреатической липазой 20000 при pH среды 8,4 (d), 7,9 (e), 6,0 (f)

Figure 2. The kinetics of acids accumulation in the hydrolysis of butter (1) and palm oil (2) catalyzed by pancreatic lipase 6000 at pH of 8.4 (a), 7.9 (b), 6.0 (c) and pancreatic lipase 20000 at medium pH of 8.4 (d), 7.9 (e), 6.0 (f)

При выбранном pH (водный раствор тетрабората натрия 1% масс.) в присутствии панкреатической липазы 20000 расщепление пальмового масла начинается через 25 мин после начала опыта, сливочного – через 10 мин. Оптимальное время гидролиза, позволяющее отличить пальмовое масло от сливочного – 20 мин. Идентификацию масел можно провести сравнением результатов алкалиметрического титрования продуктов расщепления масел через 5 мин (V5′) и 20 мин (V20′) после начала гидролиза изучаемого масла с панкреатической липазой 20000. Если анализируемая проба содержит только сливочное масло, то V20′/V5′ ≥ 2. Численно равные значения V5′ и V20′ получаются при анализе пальмового масла. Величина V20′/V5′, находящаяся в интервале от 1 до 2, свидетельствует, что анализируемый образец – спред, и чем ближе значение V20′/V5′ к 1, тем больше в пробе пальмового масла.

Проведение анализа при неоптимальной для гидролиза липаз температуре нивелирует ее влияние на эффективность работы фермента (таблица 1), позволяя работать в большом диапазоне температур, упрощая обязательные условия анализа.

Таблица 1.

Влияние температуры на эффективность ферментативного гидролиза сливочного масла, катализируемого панкреатической липазой 6000, pH = 7,9

Table 1.

The temperature effect on the efficiency of butter enzymatic hydrolysis catalyzed by pancreatic lipase 6000, pH = 7.9

Время, мин Time, min	Температура, °C Temperature, °C					
	16	17	20	26	27	28
	ОбъемNaOH, см^3 Volume NaOH, sm^3					
10	0,45	0,55	0,60	0,60	0,70	0,80
20	0,90	1,05	1,10	1,10	1,15	1,20

Заключение

На основании полученных результатов разработан способ идентификации сливочного и пальмового масел с применением ферментативно-алкалиметрического анализа. Для этого проводят ферментативный гидролиз образца панкреатической липазой 20000 при pH = 7,9 (водный раствор тетрабората натрия 1% масс.), t = 22 ± 5 °C, время гидролиза 5 и 20 мин с последующим титрованием продуктов гидролиза водным раствором гидроксида натрия с молярной концентрацией 0,1000 моль/дм^3.

Предлагаемый способ экономичен и прост в исполнении. Время проведения анализа 30 мин.

ЛИТЕРАТУРА

1 Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Воронежской области. О контроле за качеством и безопасностью молока и молочной продукции. 2017. № 2. URL: http:// 36.rospotrebnadzor.ru/news /18637.

2 Исследования и аналитика greengu.ru. Пальмовое масло: дешево и вредно. 2017. № 5. URL: http://greengu.ru/palmovoe-maslo-deshevo-i-vredno.

3 Bowen-Forbes C. S., Goldson-Barnaby A. Fats // Pharmacognosy. 2017. P. 425-441.

4 Deelstra H., Burns D. T., Walker M. J. The adulteration of food, lessons from the past, with reference to butter, margarine and fraud //European Food Research and Technology. 2014. V. 239. №. 5. P. 725-744

5 Nurrulhidayah A. F. et al. Authentication analysis of butter from beef fat using Fourier Transform Infrared (FTIR) spectroscopy coupled with chemometrics // International Food Research Journal. 2013. V. 20. №. 3.

6 Zaharudin N. A. et al. Enzymatic Hydrolysis of Used Cooking Oil Using Immobilized Lipase // Sustainable Technologies for the Management of Agricultural Wastes. Springer, Singapore, 2018. P. 119-130.

7 Satish D. et al. Prescription Practices of Pancreatic Enzyme Replacement Therapy in a Public Health System // Gastroenterology. 2017. V. 152. №. 5. P. S680-S681.

8 Збарский, Б.И., Збарский, И.Б., Солнцев А.И. Практикум по биологической химии. М: Государственное изд-во медицинской литературы МЕДГИЗ, 1954. 348 с.

9 Функциональная гастроэнтерология. Панкреатическая липаза. 2015. Т. 9. № 2. С. 23–27. URL: http://www.gastroscan.ru/handbook / 120/509

REFERENCES

1 Upravlenie Federal'noi sluzhby po nadzory v sfere zashchity [Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare in the Voronezh Region. On the control of the quality and safety of milk and dairy products] 2017. no. 2. Available at: http:// 36.rospotrebnadzor.ru/news / 18637. (in Russian)

2 Issledovaniya I analitika greengu.ru [Research and analysis greengu.ru. Palm oil: cheap and harmful] 2017. no. 5. Available at: http://greengu.ru/palmovoe-maslo-deshevo-i-vredno. (in Russian)

3 Bowen-Forbes C. S., Goldson-Barnaby A. Fats. Pharmacognosy. 2017. pp. 425-441.

4 Deelstra H., Burns D. T., Walker M. J. The adulteration of food, lessons from the past, with reference to butter, margarine and fraud. European Food Research and Technology. 2014. vol. 239. no. 5. pp. 725-744

5 Nurrulhidayah A. F. et al. Authentication analysis of butter from beef fat using Fourier Transform Infrared (FTIR) spectroscopy coupled with chemometrics. International Food Research Journal. 2013. vol. 20. no. 3.

6 Zaharudin N. A. et al. Enzymatic Hydrolysis of Used Cooking Oil Using Immobilized Lipase. Sustainable Technologies for the Management of Agricultural Wastes. Springer, Singapore, 2018. pp. 119-130.

7 Satish D. et al. Prescription Practices of Pancreatic Enzyme Replacement Therapy in a Public Health System. Gastroenterology. 2017. vol. 152. no. 5. pp. S680-S681.

8 Zbarsky B.I., Zbarsky I.B., Solntsev A.I. Praktikum po biologicheskoi khimii [Workshop on Biological Chemistry] Moscow, MEDGIZ, 1954. 348 p. (in Russian)

9 Functional gastroenterology. *Pankreaticheskaya lipaza* [Pancreatic lipase] 2015. vol. 9. no. 2. pp. 23–27. Available at: http://www.gastroscan.com/handbook / 120/509

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Алла В. Никулина к.х.н, кафедра физической и аналитической химии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, nik_a_68@mail.ru

Татьяна И. Парыгина студент, кафедра физической и аналитической химии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, parygina.tatyana2014@yandex.ru

Татьяна А. Кучменко д.х.н., профессор, кафедра физической и аналитической химии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, tak1907@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Алла В. Никулина обзор литературных источников по исследуемой проблеме, консультация в ходе исследования

Татьяна И. Парыгина провела эксперимент, написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

Татьяна А. Кучменко консультация в ходе исследования

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 22.12.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 02.02.2018

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Alla V. Nikulina and. Sci. (Chem.), physical and analytical chemistry department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, nik_a_68@mail.ru

Tat'yana I. Parygina student, physical and analytical chemistry department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, parygina.tatyana2014@yandex.ru

Tat'yana A. Kuchmenko Dr. Sci. (Chem.), professor, physical and analytical chemistry department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, tak1907@mail.ru

CONTRIBUTION

Alla V. Nikulina review of the literature on an investigated problem, consultation during the study

Tat'yana I. Parygina conducted an experiment, wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Tat'yana A. Kuchmenko consultation during the study

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 12.22.2017

ACCEPTED 2.2.2018

Оригинальная статья/Original article

УДК xxx.xxx.xxx

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-245-250

Изучение способов повышения термостабильности функционализированных бутадиен-стирольных каучуков

Афина Л. Румянцева [1] RumyantsevaAL@vsk.sibur.ru
Светлана Б. Попова [1] GlukhovskayaSB@vsk.sibur.ru
Евгений Л. Полухин [1] polukhinel@vsk.sibur.ru
Алексей В. Ткачёв [1] TkachevAlV@vsk.sibur.ru
Анна С. Лынова [2] LynovaAS@vsk.sibur.ru

[1] АО «Воронежсинтезкаучук», Ленинский проспект, 2, г. Воронеж, 394014, Россия
[2] Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Реферат. Как известно, в процессе производства, переработки, хранения и эксплуатации потребительские свойства полимеров могут ухудшаться. Причиной тому являются различного рода процессы, возникающие в полимере под влиянием ряда воздействий: теплового, механического или химического. Эта проблема особенно актуальна для функционализированных полимеров, так как функциональные группы могут взаимодействовать друг с другом, вызывая побочные процессы сшивки, приводящие к ухудшению потребительских свойств продукта. Главная цель данной работы состояла в изучении использования различных типов антиоксидантов и изменения условий выделения каучука для решения проблемы термостабильности функционализированных аминосодержащих бутадиен-стирольных каучуков. В соответствии с возникшей проблемой были выявлены решения и проведена работа по нескольким направлениям: изменение pH среды при выделении каучука и использование антиоксидантов, содержащих карбонильные группы, находящиеся в α –положениях к метиленовым группам, а именно Ирганокс 1520 и Ирганокс 1076. В качестве фактора, позволяющего оценить стабильность основных характеристик сополимера, было выбрано термическое воздействие в двух режимах: при 100 °С в течение 48 часов и после экструдера при 130 °С в течение 5 минут + 100 °С в течение 48 часов. При этом определялись такие показатели как: молекулярно-массовые характеристики и вязкость по Муни исходных полимеров и после термического старения. В ходе экспериментов было выявлено, что кислотность среды в водном дегазаторе не влияет на процесс сшивки функционализированного каучука при хранении. Наряду с этим было проведено изучение влияния типа антиоксиданта и его количества на термостабильность функционализированных бутадиен-стирольных каучуков, а также изучение влияния содержания модифицирующего агента на термостабильность продукта. Установлено, что использование в качестве антиоксидантов, карбонильных соединений, содержащих в α-положении к карбонилу метиленовую группу, приводит к ингибированию при хранении процесса сшивки функционализированного каучука.

Ключевые слова: функционализированный бутадиен-стирольный каучук, антиоксидант, термостабильность, самопроизвольная сшивка

Studies for methods to improve thermostability of the functionalized butadiene styrene rubbers

Afina L. Rumyantseva [1] RumyantsevaAL@vsk.sibur.ru
Svetlana B. Popova [1] GlukhovskayaSB@vsk.sibur.ru
Evgenii L. Polukhin [1] polukhinel@vsk.sibur.ru
Aleksei V. Tkachev [1] TkachevAlV@vsk.sibur.ru
Anna S. Lynova [2] LynovaAS@vsk.sibur.ru

[1] JSC Voronezhsintezkauchuk, Leninskiy av., 2, Voronezh, 394014, Russia
[2] Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Summary. It is well known that the tire performance properties can deteriorate in the processes of production, processing, storage and operation. One of the reasons for that is a series of processes occurring in the polymer under the influence of different factors: thermal, mechanical or chemical. This problem is particularly relevant for functionalized polymers, as functional groups can interact with each other, causing side cross linking reactions that lead to a deterioration of consumer properties of the products. The main purpose of this work was to study influence of several key factors on the thermostability of functionalized rubbers in order to find a solution: different types of antioxidants, rubber polymerizate stripping conditions and rubber processing. In accordance with the problem, solutions were found and work was carried out in several directions: changing the pH of the medium in the rubber stripping and using antioxidants containing carbonyl groups located in α-positions to methylene groups, namely Irganox 1520 and Irganox 1076. As an evaluation factor, thermal treatment was selected in two modes: at 100 °C for 48 hours and after extruder at 130 °C for 5 minutes + 100 °C for 48 hours. At the same time, the following parameters were determined: molecular weight characteristics and Mooney viscosity of the starting polymers and after thermal aging. During the experiments, it was found that the acidity of the medium in the water degasser does not affect the crosslinking of the functionalized rubber during storage. In addition, a study was made of the effect of the type of antioxidant and its quantity on the thermal stability of functionalized styrene butadiene rubbers, as well as the study of the effect of the content of the modifying agent on the thermal stability of the product. It has been found that the use, as antioxidants, of carbonyl compounds containing a methylene group at the α-position, leads to inhibition of the cross-linking of the functionalized rubber during storage.

Keywords: functionalized styrene butadiene rubber, antioxidant, thermostability, side cross linking reactions

Для цитирования

Румянцева А.Л., Попова С.Б., Полухин Е.Л., Ткачев А.В., Лынова А.С. Изучение способов повышения термостабильности функционализированных бутадиен-стирольных каучуков // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 1. С. 245–250. doi:10.20914/2310-1202-2018-1-245-250

For citation

Rumiantseva A.L., Popova S.B., Polukhin E.L., Tkachev A.V., Lynova A.S. Studies for methods to improve thermostability of the functionalized butadiene styrene rubbers. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 1. pp. 245–250. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-1-245-250

Введение

Протекторные резины, полученные на основе функционализированных бутадиен-стирольных сополимеров, характеризуются низким значением сопротивления качению, улучшенными сцепными характеристиками, износостойкостью и другими эксплуатационными свойствами. Однако, функционализация полимеров требует применения различных, зачастую агрессивных, реагентов, приводящих к существенной деструкции, сшивке либо другим побочным процессам, происходящим с макромолекулами каучука и приводящим к ухудшению потребительских свойств, как самого каучука, так и резин на его основе.

Известно [1, 2], что полимеры, содержащие в своей структуре первичную или вторичную аминогруппу показывают отличные упруго-гистерезисные свойства в составе резин, однако, для получения таких продуктов необходимо использовать различные методы «защиты» подвижных атомов водорода в структуре исходного модификатора [3–5].

В связи с этим, актуальной задачей является поиск подходов, способствующих повышению термостабильности функционализированных бутадиен-стирольных каучуков. Для решения поставленной задачи проведено исследование зависимости термостабильности функционализированного бутадиен-стирольного каучука, содержащего в своей структуре карбонильную и вторичную аминогруппы, от условий выделения каучука, а также природы и количества применяемых антиоксидантов.

Экспериментальная часть

Синтез образцов ДССК осуществляли периодическим способом в металлических реакторах объемом 10 и 20 литров, снабженных перемешивающими устройствами, рубашками для регулирования температуры и штуцерами для подачи исходных реагентов и выгрузки готового продукта. В качестве литийорганического инициатора n-бутиллитий, в качестве электронодонорной добавки – циклический диэфир. Шихту, состоящую из бутадиена, стирола и растворителя готовили в отдельном аппарате. В качестве растворителя применяли смешанный растворитель, состоящий из и циклогексана и нефраса.

Температура начала полимеризации (21 ± 2) ℃, температура полимеризации (60–65) ℃. Используемый в настоящей работе модифицирующий агент вводили в реакционную массу на заключительной стадии процесса (со) полимеризации по достижению конверсии 95–100% мас. Процесс функционализации проводили при температуре (60–65) °С в течение 30 минут.

Модифицированный полимеризат выгружали из аппарата, заправляли антиоксидантом, каучук выделяли водно-паровой дегазацией и сушили на вальцах при температуре (80–85) °С. Определение вязкости по Муни (ML 1 + 4 при 100 °С) высушенных образцов каучука осуществляли согласно ASTM D 1646–07 на вискозиметре Муни MV2000 фирмы «Alpha Technologies.

Полученные каучуки анализировались по устойчивости к термической обработке при воздействии температуры 100˚С в течение 48 часов и после экструдера при воздействии температуры 130 ºС в течение 5 минут +100 ºС в течение 48 часов. Молекулярно-массовые характеристики каучуков определялись методом гель-проникающей хроматографии. Измерения проводились на гель-хроматографе «Breeze» фирмы «Waters» с рефрактометрическим детектором.

Результаты и их обсуждение

На основе данных, представленных в таблице 1, было установлено, что в полученном модифицированном каучуке наблюдается увеличение вязкости по Муни на 30–40 единиц и рост молекулярных масс при хранении в течение месяца.

Таблица 1.

Изменение вязкости по Муни образцов ДССК-Ф во времени

Table 1.

Changing in Mooney viscosity of SSBR-F in time

Значение показателя | Parameter	ДССК-Ф (исходный) SSBR-F (base)	ДССК-Ф (после хранения) SSBR-F (after storage)
Вязкость по Муни, ML1 + 4 (100 ºС) Mooney viscosity, ML1 + 4 (100 ºС)	62	99
Среднечисловая молекулярная масса (Mn, 10^{-3}) Number-average molecular weight (Mn, 10^{-3})	114	150
Среднемассовая молекулярная масса (Mw, 10^{-3}) Weight-average molecular weight (Mw, 10^{-3})	129	204

Исследуемый в настоящей работе каучук был модифицирован азотсодержащим модификатором, который представляет собой N-замещенный лактам. Процесс модификации в данном случае состоит в присоединении данного лактама к активному центру полимерной цепи. При этом происходит раскрытие цикла по схеме [7], представленной на рисунке 1.

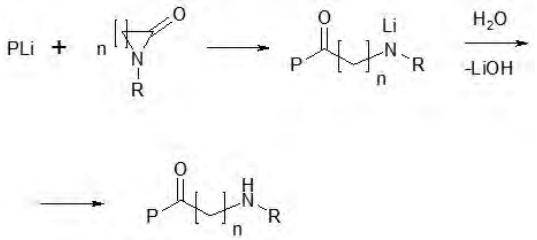


Рисунок 1. Раскрытие цикла лактама под действием литийорганического соединения

Figure 1. Opening of the lactam cycle by an organolithium compound

Как видно из рисунка 1 в процессе раскрытия цикла образуются две функциональные группы, одна из которых карбонильная группа, другая вторичная аминогруппа. Так как вторичные амины, являются типичными нуклеофильными реагентами, а карбонильные соединения электрофильными, то эти две группы склоны к взаимодействию между собой. Кроме того, вторичный амин может взаимодействовать и с такими электрофильными реагентами, как непредельные соединения. Как известно [6], процесс присоединения вторичных аминов по двойным связям протекает в «жестких» условиях (высокая температура, присутствие катализатора), поэтому сшивку полимера, вызванную межмолекулярным взаимодействием вторичного амина с двойными связями полимера можно исключить. В то же время взаимодействие карбонильных соединений, содержащих в α – положении CH_2 группу с вторичными аминами происходит в значительно более «мягких» условиях, причем процесс преимущественно протекает в слабокислой среде. В связи с этим сшивка полимера, вероятнее всего, вызвана межмолекулярным взаимодействием (рисунок 2) [8–10].

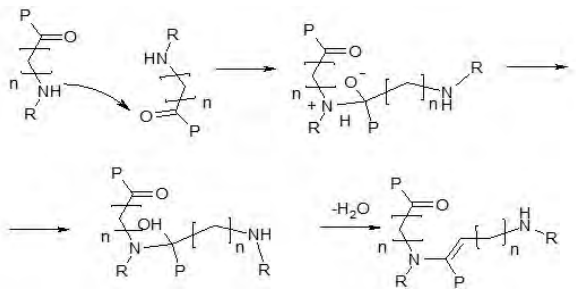


Рисунок 2. Механизм межмолекулярной конденсации модифицированного полимера

Figure 2. Mechanism of intermolecular condensation of modified polymer

Как видно из рисунка 2, продукт взаимодействия двух молекул модифицированного полимера, по-прежнему содержит группы, способные к взаимодействию между собой по схеме, представленной на рисунке 3.

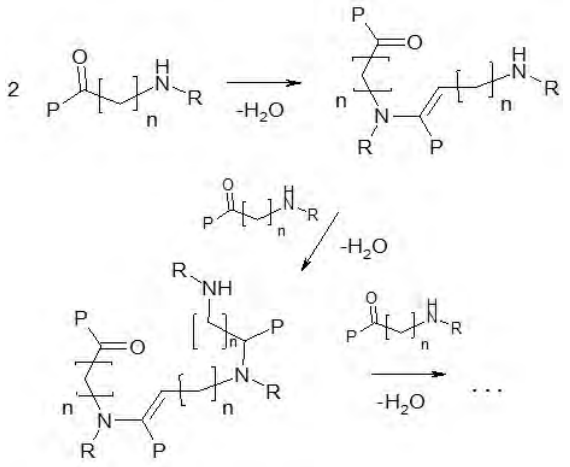


Рисунок 3. Предположительный механизм сшивки модифицированного полимера

Figure 3. Proposed mechanism of cross-linking processes upon storage and handling of the modified polymer

При этом происходит сшивка полимера, которая фиксируется по увеличению вязкости по Муни и росту молекулярных масс полимера.

Ингибировать процесс неконтролируемой сшивки полученного полимера теоретически возможно химическим путем. В соответствии с возникшей проблемой были выявлены решения и проведена работа по нескольким направлениям:

- изменение уменьшение pH среды при выделении каучука;
- использование антиоксидантов, содержащих карбонильные группы, находящиеся в α – положениях к метиленовым группам, а именно Ирганокс 1520 и Ирганокс 1076.

Исходя из этого, на первой стадии выполняемых работ исследован процесс выделения каучука в водном дегазаторе воде, подкисленной соляной кислотой с целью дезактивировать амин, переведя его в соль аммония. Для сравнения проведено выделение каучука в умягченной воде. Значения pH среды составили 8 для неподкисленной воды и 5 для подкисленной.

Экспериментальные данные термического старения полученных образцов в условиях различного процесса выделения показаны в таблице 2.

Таблица 2.

Характеристики образцов ДССК-Ф, полученных в различных условиях процесса выделения, после термического старения

Table 2.

The aging characteristics of the SSBR-F samples obtained under different conditions of finishing process

Определяемый показатель | Parameter	Исходный Base	После термического старения (100 ºС×48 часов) After thermal aging (100 ºС×48 hours)	После экструдера (130 ºС×5 минут + 100 ºС×48 часов) After extruder (130 ºС×5 min + 100 ºС×48 hours)
ДССК-Ф (кислотность среды в дегазаторе pH = 5) SSBR-F (pH = 5 of water-rubber crumb mixture from degassing)			
Среднечисловая молекулярная масса (Mn, 10^{-3}) Number-average molecular weight (Mn, 10^{-3})	101	147	145
Среднемассовая молекулярная масса (Mw, 10^{-3}) Weight-average molecular weight (Mw, 10^{-3})	138	191	187
Полидисперсность (Mw / Mn) Polydispersity (Mw / Mn)	1,37	1,30	1,29
Вязкость по Муни, ML1 + 4 (100 ºС) Mooney viscosity, ML1 + 4 (100 ºС)	30,6	46,8	46,0
ДССК-Ф (кислотность среды в дегазаторе pH = 8) SSBR-F (pH = 8 of water-rubber crumb mixture from degassing)			
Среднечисловая молекулярная масса (Mn, 10^{-3}) Number-average molecular weight (Mn, 10^{-3})	100	146	144
Среднемассовая молекулярная масса (Mw, 10^{-3}) Weight-average molecular weight (Mw, 10^{-3})	130	187	188
Полидисперсность (Mw / Mn) Polydispersity (Mw / Mn)	1,30	1,28	1,31
Вязкость по Муни, ML1 + 4 (100 ºС) Mooney viscosity, ML1 + 4 (100 ºС)	29,0	45,9	45,6

В результате термического старения полученных образцов в двух режимах наблюдается рост показателя вязкости Муни и молекулярно-массовых характеристик в обоих случаях. Таким образом, подкисление воды во время выделения каучука, модифицированного азотсодержащим агентом, не ингибирует процесс сшивки, так как амин не успевает дезактивироваться.

Следующим этапом работы было изучение влияния типа антиоксиданта и его количества на термостабильность функционадизированных бутадиен-стирольных каучуков, а также изучение влияния содержания модифицирующего агента на термостабильность продукта.

Из всего разнообразия предлагаемых стабилизаторов большим спросом пользуются пространственно-затрудненные фенольные соединения, которые не вызывают окрашивания каучука. По приведенным данным, на их долю сегодня в мире приходится около 50% от общего рынка стабилизаторов для пластмасс и около 30% – для резин и каучуков. Широкое распространение фенольные антиоксиданты получили благодаря своим ценным свойствам: высокой эффективности, низкой токсичности, доступной технологии их производства [7].

В настоящей работе в качестве антиоксидантов фенольного типа были выбраны: Ирганокс 1076, Ирганокс 1520.

Предполагается, что добавление карбонильных соединений, содержащих в α-положении метиленовую группу к модифицированному полимеризату с последующей дегазацией будет препятствовать процессу сшивки. Соединения с карбонильной группой взаимодействует с вторичной аминогруппой, содержащейся в каучуке ингибирует сшивку каучука (рисунок 4).

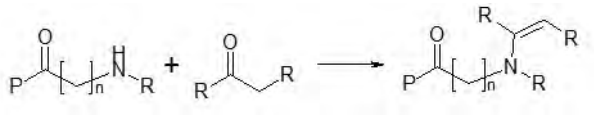


Рисунок 4. Взаимодействие модифицированного полимера с ингибитором сшивки

Figure 4. Reaction of the modified polymer with the crosslinking inhibitor

В ходе исследования данного подхода синтезированы функционализированные образцы ДССК, стабилизированные антиоксидантами фенольного типа.

Дозировки антиоксидантов составляли 0,4–0,7% мас. на каучук. Антиоксиданты вводились в полимеризат в виде 5% раствора в циклогексане. В качестве фактора, позволяющего оценить стабильность основных характеристик сополимера, было выбрано термическое воздействие в двух режимах: при 100 ˚С в течение 48 часов и после экструдера при 130˚С в течение 5 минут + 100˚С в течение 48 часов. При этом определялись такие показатели как: молекулярно-массовые характеристики и вязкость по Муни.

Экспериментальные данные термического старения полученных образцов представлены в таблице 3.

Таблица 3.

Характеристики образцов ДССК-Ф, полученных с использованием различных антиоксидантов, после термического старения

Table 3.

Aging characteristics of the SSBR-F samples obtained using various antioxidants

Определяемый показатель | Parameter	Исходный Base	После термического старения (100 ºС×48 часов) After thermal aging (100 ºС×48 hours)	После экструдера (130 ºС×5 минут + 100 ºС×48 часов) After extruder (130 ºС×5 min + 100 ºС×48 hours)
ДССК-Ф Ирганокс 1520 (массовая доля антиоксиданта в каучуке – 0,4 %) SSBR-F Irganox 1520 (antioxidant content – 0,4 %)			
Среднечисловая молекулярная масса (Mn, 10^{-3}) Number-average molecular weight (Mn, 10^{-3})	149	191	189
Среднемассовая молекулярная масса (Mw, 10^{-3}) Weight-average molecular weight (Mw, 10^{-3})	200	250	257
Полидисперсность (Mw / Mn) Polydispersity (Mw / Mn)	1,3	1,3	1,3
Вязкость по Муни, ML1 + 4 (100 ºС) Mooney viscosity, ML1 + 4 (100 ºС)	69	78	79
ДССК-Ф Ирганокс 1520 (массовая доля антиоксиданта в каучуке – 0,7 %) SSBR-F Irganox 1520 (antioxidant content – 0,7 %)			
Среднечисловая молекулярная масса (Mn, 10^{-3}) Number-average molecular weight (Mn, 10^{-3})	149	188	190
Среднемассовая молекулярная масса (Mw, 10^{-3}) Weight-average molecular weight (Mw, 10^{-3})	200	243	246
Полидисперсность (Mw / Mn) Polydispersity (Mw / Mn)	1,3	1,3	1,3
Вязкость по Муни, ML1 + 4 (100 ºС) Mooney viscosity, ML1 + 4 (100 ºС)	69	75	75
ДССК-Ф Ирганокс 1076 (массовая доля антиоксиданта в каучуке – 0,4 %) SSBR-F Irganox 1076 (antioxidant content – 0,4 %)			
Среднечисловая молекулярная масса (Mn, 10^{-3}) Number-average molecular weight (Mn, 10^{-3})	149	157	155
Среднемассовая молекулярная масса (Mw, 10^{-3}) Weight-average molecular weight (Mw, 10^{-3})	200	220	217
Полидисперсность (Mw / Mn) Polydispersity (Mw / Mn)	1,3	1,4	1,4
Вязкость по Муни, ML1 + 4 (100 ºС) Mooney viscosity, ML1 + 4 (100 ºС)	69	75	75
ДССК-Ф Ирганокс 1076 (массовая доля антиоксиданта в каучуке – 0,7 %) SSBR-F Irganox 1076 (antioxidant content – 0,7 %)			
Среднечисловая молекулярная масса (Mn, 10^{-3}) Number-average molecular weight (Mn, 10^{-3})	149	151	154
Среднемассовая молекулярная масса (Mw, 10^{-3}) Weight-average molecular weight (Mw, 10^{-3})	200	211	215
Полидисперсность (Mw / Mn) Polydispersity (Mw / Mn)	1,3	1,4	1,4
Вязкость по Муни, ML1 + 4 (100 ºС) Mooney viscosity, ML1 + 4 (100 ºС)	69	72	72

Как видно из таблицы 5 применение антиоксиданта Ирганокс 1520 в азотсодержащих сополимерах бутадиена и стирола не способствует повышению термостабильности продукта и приводит к изменениям в молекулярно-массовых характеристиках и вязкости по Муни до и после термического воздействия. Данный факт, очевидно, указывает на происходящие в модифицированном сополимере процессы сшивки вызванные взаимодействием концевых групп между собой.

В то же время применение антиоксиданта Ирганокс 1076 в более высокой концентрации (массовая доля антиоксиданта в каучуке 0,7%) способствует повышению термостабильности функционализированных бутадиен-стирольных каучуков. Таким образом, в рамках данного этапа работ было изучено влияние типа и количества антиоксидантов на термостабильность сополимеров бутадиена и стирола.

Заключение

В ходе работы была рассмотрена эффективность изменения условий выделения каучука, использования вторичных аминов и фенольных антиоксидантов, в качестве подходов для повышения термостабильности функционализированных аминосодержащих бутадиен-стирольных каучуков.

Установлено, что кислотность среды в водном дегазаторе не влияет на процесс сшивки функционализированного каучука. Найдено, что использование карбонильных соединений, содержащих в α-положении метиленовую группу ингибируют процесс сшивки функционализированного каучука.

ЛИТЕРАТУРА

1 Пат. № 2459844, RU, C 08 L 21/00, 9/00, C 08 K 5/372, B 60 C 1/00, 19/20. Эластомерные полимеры, модифицированные сульфидом / Тиле С., Кизекамп Й. № 2009127763/05; Заявл. 2009127763; Опубл. 27.08.2012, Бюлл. № 24.

2 Пат. № 2491297, RU, C 08 C 19/00, C 08 F 36/00, 36/04, C 08 L 9/00. Функционализированные полимеры / Янь Ю. № 2008144620/04; Заявл. 2008144620; Опубл. 27.08.2013, Бюлл. № 24.

3 Талаева Т.В., Кочешков К.А. Методы элементоорганической химии. Москва: Наука, 1971. 536 с.

4 Pat. № 20140213721, US, C 08 C 19/44, C 08 F 36/04, B 60 C 1/0016, C 08 F 236/10, C 08 K 3/36. Method for Producing Modified Conjugated Diene-based Polymer, Modified Conjugated Diene-based Polymer, Modified Conjugated Diene-based Composition, Rubber Composition and Tire / Chigusa Yamada, Junichi Yoshida. № 14/342555, Publ. 31.07.2014.

5 Pat. № 3045495, EP, C 08 L 9/06, C 08 C 19/22, C 08 C 19/25. Functionalized Elastomeric Polymer Compositions, Their Preparation Methods and Crosslinked Rubber Compositions Thereof / Thiele Sven, Heidenreich Daniel, Rossle Mihael. № 15151112.8 Publ. 20.07.2016.

6 Lowe H., Hessel V., Lob P., Hubbard S. Addition of Secondary Amines to *α, β*-Unsaturated Carbonyl Compounds and Nitriles by Using Microstructure Reactors // Organic Process Research & Development. 2006. V. 10. № 10. P. 1144–1152.

7 Уэйкфилд Б. Методы синтеза с использованием литийорганических соединений. М.: Мир, 1991. 184 с.

8 Nagafuji P., Cushman M. A General Synthesis of Pyrroles and Fused Pyrrole Systems from Ketones and Amino Acids // Journal of Organic Chemistry. 1996. V. 61. № 15. P. 4999–5003.

9 Данилова С.В., Бейлина А.Ю., Бейлина Н.Е., Анохин Р.В. Обеспечение промышленной безопасности при производстве каучука // Вестник ВГУИТ. 2015. № 1. С. 184-187.

10 Varma R.S., Dahiya R., Kumar S. Clay Catalyzed Synthesis of Imines and Enamines under Solvent-free Conditions Using Microwave Irradiation // Tetrahedron Letters. 1997. V. 38. № 12. P. 2039–2042.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Афина Л. Румянцева старший научный сотрудник, центр «Эластомеры», АО «Воронежсинтезкаучук», Ленинский проспект, 2, г. Воронеж, 394014, Россия, RumyantsevaAL@vsk.sibur.ru

Светлана Б. Попова младший научный сотрудник, центр «Эластомеры», АО «Воронежсинтезкаучук», Ленинский проспект, 2, г. Воронеж, 394014, Россия, GlukhovskayaSB@vsk.sibur.ru

Евгений Л. Полухин к.х.н., старший научный сотрудник, центр «Эластомеры», АО «Воронежсинтезкаучук», Ленинский проспект, 2, г. Воронеж, 394014, Россия, polukhinel@vsk.sibur.ru

Алексей В. Ткачёв к.т.н., директор центра, центр «Эластомеры», АО «Воронежсинтезкаучук», Ленинский проспект, 2, г. Воронеж, 394014, Россия, TkachevAlV@vsk.sibur.ru

Анна С. Лынова аспирант, кафедра химии и химической технологии органических соединений и переработки полимеров, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 20.01.2018
ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 07.02.2018

REFERENCES

1 Tile S., Kizecamp J. Elastomernye polimery, modifitsirovannye sul'fidom [Sulphide-modified Elastomeric Polymers] Patent RF, no. 2459844, 2012. (in Russian)

2 JaN' J. Funktsionalizirovannye polimery [Functionalised Polymers] Patent RF, no. 2491297, 2013. (in Russian)

3 Talaeva T.V., Kocheshov K.A. Metody elementoorganicheskoi khimii [Methods of Organoelement chemistry]. Moscow, Nauka, 1971, 536 p. (in Russian)

4 Chigusa Y., Junichi Y. Method for Producing Modified Conjugated Diene-based Polymer, Modified Conjugated Diene-based Polymer, Modified Conjugated Diene-based Composition, Rubber Composition and Tire. Patent, no. 20140213721, 2014.

5 Thiele S. Heidenreich D., Rossle M. Functionalized Elastomeric Polymer Compositions, Their Preparation Methods and Crosslinked Rubber Compositions Thereof. Patent, no. 3045495, 2016.

6 Lowe H., Hessel V., Lob P., Hubbard S. Addition of Secondary Amines to *α, β*-Unsaturated Carbonyl Compounds and Nitriles by Using Microstructure Reactors. Organic Process Research & Development. 2006. vol. 10. no 10. pp. 1144–1152.

7 Ueikfild B. Metody sinteza s ispol'zovaniem litiiorganicheskikh soedinenii [Organolithium Methods]. Moscow, Mir, 1991, 184 p. (in Russian)

8 Nagafuji P., Cushman M. A General Synthesis of Pyrroles and Fused Pyrrole Systems from Ketones and Amino Acids. Journal of Organic Chemistry. 1996. vol. 61. no. 15. pp. 4999–5003.

9 Danilova S.V., Kosyako A.Y., Beilina N.E., Anokhin R.V. Industrial safety in the production of rubber. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies] 2015, no. 1, pp. 184-187. (in Russian

10 Varma R.S., Dahiya R., Kumar S. Clay Catalyzed Synthesis of Imines and Enamines under Solvent-free Conditions Using Microwave Irradiation. Tetrahedron Letters. 1997. vol. 38. no. 12. pp. 2039–2042.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Afina L. Rumyantseva senior researcher, centre Elastomers, JSC Voronezhsintezkauchuk, Leninskiy av., 2 Voronezh, 394014, Russia, RumyantsevaAL@vsk.sibur.ru

Svetlana B. Popova junior resercher, centre Elastomers, JSC Voronezhsintezkauchuk, Leninskiy av., 2 Voronezh, 394014, Russia, GlukhovskayaSB@vsk.sibur.ru

Evgenii L. Polukhin Cand. Sci. (Chem.), senior resercher, centre Elastomers, JSC Voronezhsintezkauchuk, Leninskiy av., 2 Voronezh, 394014, Russia, polukhinel@vsk.sibur.ru

Aleksei V. Tkachev Cand. Sci. (Engin.), director of the centre, centre Elastomers, JSC Voronezhsintezkauchuk, Leninskiy av., 2 Voronezh, 394014, Russia, TkachevAlV@vsk.sibur.ru

Anna S. Lynova graduate student, Chemistry and chemical technology of organic compounds and polymers processing department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

CONTRIBUTION

all authors equally participated in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 1.20.2018
ACCEPTED 2.7.2018

Экономика и управление

Оригинальная статья/Original article
УДК 334.73:631.147
DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-251-260

Кооперативы как инструмент развития органического сельского хозяйства России

Валентина М. Кручинина [1] vmk.market@vniiesh.ru

[1] Всероссийский научно-исследовательский институт экономики сельского хозяйства, Хорошевское шоссе, 35/2, г. Москва, 123007 Россия

Реферат. Органическое направление сельского хозяйства в мире развивается быстрыми темпами, оборот рынка органических продуктов растет стремительно. Россия недавно встала на путь развития органического сельского хозяйства, поэтому возникают трудности, которые требуют решения. Принципы органического сельского хозяйства: качественные экологически чистые продукты, безопасная среда их производства, минимизация отрицательных последствий сельскохозяйственного производства для человека и окружающей среды соотносятся с основными положениями продовольственной безопасности России. Во многих странах производители органической продукции объединяются в различные кооперативы. Цель исследования: рассмотреть органическое сельское хозяйство и кооперативы с точки зрения их взаимодействия, выявить выгоды для участников, дать предложения по развитию органических кооперативов, наметить пути реализации проблем. В процессе исследования по теме автор использовал методы: диалектический, абстрагирование, наблюдение, описание, дедукция и индукция, логический. Аналитические показатели и динамика современного уровня развития мирового рынка органической продукции и рынка органической продукции в России показывают, что органическое сельское хозяйство становится все более популярным, хотя подразумевает внедрение не меньших инноваций по сравнению с традиционным сельским хозяйством, что вызывает потребность в капитале. Автор внимательно изучил проблемы, существующие в органическом секторе. В качестве инструмента для преодоления препятствий, с которыми сталкиваются небольшие хозяйства, автор видит кооперативы. Поводом для такого вывода послужили положительные примеры из зарубежной и отечественной практики. В статье сформулировано авторское определение органического кооператива, определена его миссия и цели. Автор выделил причины, побуждающие объединяться в кооператив, а также преимущества, получаемые от объединения; разработал структуру органического кооператива; предложил различные виды кооперативов по производству и продвижению органической продукции на рынок. Результаты исследования будут способствовать формированию и развитию конкурентоспособного отечественного рынка органической продукции.

Ключевые слова: органическое сельское хозяйство, кооперативы, продовольственная безопасность, конкурентоспособность, устойчивое развитие

Cooperatives as a tool of development organic agriculture in Russia

Valentina M. Kruchinina [1] vmk.market@vniiesh.ru

[1] All-Russian Research Institute of Agricultural Economics, Khoroshevskoe highway, 35. 2, Moscow, 123007 Russia

Summary.The organic direction of agriculture in the world is developing rapidly, the market turnover of organic products is growing rapidly. Russia has recently embarked on the path of organic agriculture, so there are difficulties that need to be addressed. The principles of organic agriculture: high-quality environmentally friendly products, a safe environment for their production, minimizing the negative effects of agricultural production on humans and the environment are correlated with the basic provisions of food security in Russia. In many countries producers of organic products are combined in various cooperatives. The purpose of the study: to consider organic agriculture and cooperatives from the point of view of their interaction, to identify opportunities for participants, to make proposals for the development of organic cooperatives, to identify ways to implement the problems. In the process of research on the topic, the author used methods: dialectical, abstraction, observation, description, deduction and induction, logical. Analytical indicators and dynamics of the current level of development of the world market of organic products and the market of organic products in Russia show that organic agriculture is becoming increasingly popular, although it implies the introduction of greater innovations compared to traditional agriculture, which causes the need for capital. The author carefully studied the problems existing in the organic sector. As a tool to overcome the obstacles faced by small farms, the author sees cooperatives. Positive examples from foreign and domestic practice served as a guide for this conclusion. The article formulates the author's definition of an organic cooperative, defines its mission and goals. The author highlighted the reasons and inducing to join in a cooperative, as well as the advantages received from enterprises; developed the structure of the organic coop; offered various types of cooperatives for the production and promotion of organic products on the market. The results of the study will contribute to the formation and development of a competitive domestic market of organic products.

Keywords:organic agriculture, cooperatives, food security, competitiveness, sustainable development

Введение

Мировой опыт показывает, что сельское хозяйство – отрасль экономики, которая не только производит необходимые продукты для жизнедеятельности человека, но и генерирует различные инновационные идеи, способствующие экономическому развитию государства. Появление новых технических и технологических возможностей предопределяет необходимость поиска современных технологий по обеспечению устойчивого и эффективного развития агропродовольственного рынка. Одним из перспективных направлений является органическое сельское хозяйство и рынок, формирующийся на его основе.

Для цитирования

Кручинина В.М. Кооперативы как инструмент развития органического сельского хозяйства России // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 1. С. 251–260. doi:10.20914/2310-1202-2018-1-251-260

For citation

Kruchinina V.M. Cooperatives as a tool of development organic agriculture in Russia. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 1. pp. 251–260. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-1-251-260

Органическое сельское хозяйство это экологически дружественная альтернатива традиционному сельскому хозяйству, способ улучшить состояние окружающей среды и повысить качество жизни каждого отдельного человека, попытка решить экологические, природно-ресурсные и социально-экономические проблемы.

Во многих странах производители органической продукции объединяются в различные кооперативы, которые считаются эффективным средством поступательного движения, так как вносят экономический и социальный вклад в развитие производителей, малых форм хозяйствования и потребителей. При этом в мире кооперативы выделены в отдельный сектор экономики, а в России система кооперации продолжает формироваться [8, С. 418].

Цель исследования – рассмотреть кооперативы и органическое сельское хозяйство с точки зрения их взаимодействия, выявить экономические и организационные выгоды для участников и предложить формы кооперативов, которые будут способствовать расширению органического сельского хозяйства; на базе зарубежного и отечественного опыта проверить гипотезу – создание кооперативов является эффективным инструментом, который помогает развитию органического сельского хозяйства.

В процессе исследования автор применял методы: диалектический, абстрагирование, наблюдение, описание, дедукция и индукция, логический; изучил положительный зарубежный и отечественный опыт создания и функционирования кооперативов по производству и продвижению органической продукции на рынок.

При написании данной работы автор использовал данные из отечественных и зарубежных статистических сборников, провел тематический анализ статей, монографий, работ ученых, занимающихся данной проблемой, размещенных в свободном доступе через Интернет и опубликованных в печатных периодических изданиях.

Результаты и обсуждение

Сельское хозяйство является стратегически важной отраслью экономики, потому что производит продукты питания и сырье для перерабатывающей промышленности. Помимо этого сельское хозяйство России с 2014 г. является отраслью, активно занимающейся программой импортозамещения. Вследствие санкций, благодаря государственным субсидиям, а также модернизации действующих и созданию новых предприятий в отечественном аграрно-промышленном комплексе (АПК), темпы сельскохозяйственного производства ускорились, доля сельхозпродукции в структуре валового внутреннего продукта (ВВП) России с 2013 г. по 2016 г. увеличилась с 3,5% до 4,3%, следовательно, приросла и валовая добавленная стоимость, произведенная в отрасли. Так, выпуск продукции с 2013 г. по 2016 г. вырос на 1,9 трлн руб., промежуточное потребление – на 1,7 трлн руб., валовая добавленная стоимость – на 1,2 трлн руб. В 2013 г. отрасль получила продукции на 4,0 трлн руб., а в 2016 г. – уже на 5,9 трлн руб. (таблица 1).

Таблица 1.

Сельскохозяйственное производство (сельское хозяйство, охота и предоставление услуг в этих отраслях) в России (в текущих ценах; трлн руб.)

Table 1.

Agricultural production (agriculture, hunting and services in these industries) in Russia (in current prices; billion rubles)

Показатели| Indicators	Годы | Years					
	2011	2012	2013	2014	2015	2016[1]
Ресурсы: выпуск в основных ценах Resources: output in basic prices	3,6	3,7	4,0	4,8	5,7	5,9
Использование, в т. ч.| Use, incl.						
промежуточное потребление intermediate econsumption	1,7	1,7	2,0	2,2	2,6	2,7
валовая добавленная стоимость gross added value	1,9	2,0	2,0	2,6	3,1	3,2

[1] Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство, 2016 | Agriculture, hunting and forestry, 2016

Источник: составлена автором по данным Росстата [10]| Source: compiled by the author to Rosstat [10]

По данным Росстата, в 2016 г. индекс производства продукции сельского хозяйства (в сопоставимых ценах к 2015 г.) в хозяйствах всех категорий составил 104,8%. Предварительные данные Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 г. показывают, что в сельской местности проживает около 38 млн чел. или 26% от общей численности населения. На сегодняшний день в аграрном комплексе страны трудится

более 4,7 млн чел., что составляет 6,5% всех российских трудящихся [3].

Мировой опыт свидетельствует, что сельское хозяйство это отрасль народного хозяйства, которая не только производит самое необходимое для человека, но и способствует экономическому прогрессу. Экономически развитые страны не испытывают проблем с продовольствием, несмотря на то, что на аграрный сектор в ВВП передовых экономик приходится от 2 до 4%. Совсем наоборот, современные технологии, применяемые в сельском хозяйстве развитыми странами, позволяют получать высокие урожаи.

Россия в своих планах стремится приблизиться к развитым экономикам. В перспективе важное место отводится вопросам повышения качества и безопасности продукции, что соответствует положениям Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации; Основам государственной политике в области здорового питания населения на период до 2020 года, в число основных задач которых включено развитие производства продуктов функционального назначения и внедрение био- и нанотехнологий [2, С. 403].

Органическое земледелие является экономической деятельностью и приносит определенный доход. Органическое сельское хозяйство заботится об охране окружающей среды и использует экологически чистые методы ведения сельского хозяйства. Причем методы, ранее известные, но забытые, и в настоящее время – это ноу-хау, содействующее прогрессу.

По мнению Шарковой А.В. «стратегические целевые установки многих стран мира направлены на создание предпосылок для перехода экономики на инновационную социально-ориентированную модель», «новейшие технологии становятся той материальной основой, которая определяет технический уровень современного производства, формы его организации и управления, а также уровень конкурентоспособности предприятия» [4, С. 370].

В «Теории экономического развития» австрийско-американский экономист Дж. Шумпетер указал: «Под развитием понимаются только такие изменения в экономической жизни, которые не влияют на него извне, а происходят от его собственной инициативы, то есть изнутри… Наконец, каждый конкретный процесс развития основывается на предыдущих разработках» [13]. Таким образом, следуя логике Дж. Шумпетера: отечественное органическое земледелия – это развитие части традиционного сельского хозяйства на новом уровне в новой экономической ситуации, инициированное самими сельхозпроизводителями – новаторами, поэтому, – это шаг вперед.

В последние годы органическое направление сельского хозяйства развивается быстрыми темпами, а органические продукты, произведенные сельхозтоваропроизводителями или собранные в дикой природе, пользуются на рынке повышенным спросом. За 10 лет (с 2006 г. по 2015 г.) площади под органическими сельскими угодьями увеличились в 1,7 раз – с 30,4 млн га до 50,9 млн га. На начало 2016 г. сертифицированное сельское хозяйство практикуется в 179 странах мира, где насчитывается почти 2,4 млн производителей. Оборот органического рынка в 2015 г. составил 81,6 млрд долл. (75 млн евро), прирост по сравнению с предыдущим годом составил почти 10%. С 2000 г. мировой рынок органических продуктов и напитков расширился более чем в 4,5 раза с 17,9 млрд долл. до 81,6 млрд долл. [11].

Россия недавно встала на путь развития органического сельского хозяйства. В 2015 г. под органикой было занято 385,1 га сельхоз земель, количество сертифицированных производителей насчитывает 82 единицы.

Органическое сельское хозяйство направлено на производство продуктов хорошего качества, соблюдение определенных стандартов содержания животных, создание устойчивых систем управления сельским хозяйством, которые поддерживают и улучшают здоровье почвы, воды, растений и животных, а также баланс между ними, способствуют высокому уровню биоразнообразия и требуют ответственного использования природных ресурсов.

Все это содействует формированию широкого спектра инноваций и разработки новых идей и практик для их достижения. По мнению Рыжковой С.М. спрос на натуральные продукты в мире постоянно растет, поэтому активно развивается и инфраструктура по переработке, маркетингу и быстрейшей доставке их к потребителю [5, С. 216]. Поскольку органическое сельское хозяйство становится все более популярным, то крупные корпорации коммерциализируют это направление, что становится проблемой для мелких сельхозпроизводителей, которые производят меньше продукта за большее время и являются менее конкурентоспособными на рынке органических продуктов.

Поэтому для формирования органического сельского хозяйства в России не обойтись без развития кооперации. На рынке много продукции, называемой фермерской, био, органической, экологической и т. д. Однако органической признается продукция, производимая сертифицированными хозяйствами. Для производства

и выхода на рынок с такой продукцией у фермеров много препятствий: необходимо отказаться от использования «химии», пройти дорогостоящие сертифицирующие процедуры, принимать периодические инспекции органов по сертификации, продать «органику» и т. д. Все это в одиночку невыгодно и сложно.

Органический кооператив в данном случае – это сообщество людей, которые собрались вместе с целью производства органической продукции и исходят из множества предпосылок, включающих традиционное и органическое земледелие, образование, право, управление проектами, маркетинг, упрощение связей. Кооператив должен выработать согласованную модель принятия решений, гарантируя, что все участники имеют голос. Кроме того, у такого кооператива будут серьезные интересы в области устойчивого сельского хозяйства и сохранения сельскохозяйственных угодий для местного производства продуктов питания.

Цели органического кооператива можно определить, как следующие: обеспечение доступа к сертифицированным органическим продуктам для своих членов и местного сообщества, управление землей для взаимной выгоды земли, дикой природы и людей, быть образцом устойчивой жизни, создавать возможности для изучения такой устойчивости. Миссией же может служить совместное сохранение и управление экологически чистыми сельскохозяйственными угодьями для поддержки фермеров в выращивании качественной пищи.

Хотя система органического земледелия менее вредна для окружающей среды, но фермеры занимаются бизнесом и хотят получить выгоду. На их деятельность влияют внешние и внутренние факторы. К внешним факторам можно отнести изменения в политике управления сельским хозяйством или технологические, демографические и климатические изменения, на которые фермеры не могут влиять и не могут приспособиться наилучшим образом из-за небольшого капитала, которым владеют. При этом фермеры должны поддерживать стабильные уровни доходов, иметь средства для инвестиций в свои хозяйства. Сделать это легче с группой таких же малых фермеров, чтобы разделить риски.

К внутренним факторам относятся нехватка знаний, т. к. из поколения к поколению использовались традиционные практики земледелия, небольшие масштабы производства, невозможность крупных инвестиций для внедрения новых технологий, высокие трансакционные издержки, трудности к доступу капитала, технической, технологической и экономической информации и т. д.

Однако у небольших ферм есть и свои преимущества: небольшой состав, что облегчает контроль за работой, быстрая реализация небольших структурных изменений, легче изменить свою стратегию, хорошая коммуникация, биоразнообразие выращиваемой продукции.

На современном российском рынке, кроме фермерских хозяйств, присутствуют и крупные игроки агробизнеса, который представляет собой совокупность всех операций, связанных с производством и распределением сельхозпринадлежностей, производственных процессов на ферме, хранением, переработкой и распределением сельхозтоваров и продукции. Агробизнес влияет на переработчиков сельскохозяйственной продукции, дистрибьюторов и розничную торговлю продуктами питания. В отличие от малых ферм агрохолдинги имеют большой объем капитала, поэтому им проще использовать современные бизнес-стратегии для получения прибыли.

Как считает С.М. Рыжкова, на рынок может самостоятельно выходить каждый отдельный товаропроизводитель, осуществляя продажу на основе устной договоренности или реализуя продукцию на основе договоров и контрактов, включая и долгосрочные. За рубежом развит кооперативный сбыт [6, С. 40].

У органического земледелия есть немаловажный принцип – ориентированность на устойчивость сельских общин, что в конечном счете влияет на стабильное развитие сельских территорий. Органическое сельское хозяйство становится все более популярным, при этом не имея ограничений по размеру хозяйств. Однако оно подразумевает внедрение больших инноваций по сравнению с традиционным сельским хозяйством, вызывая огромную потребность в капитале. Здесь прослеживается преимущество крупных сельхозорганизаций. Чтобы решить проблему нехватки капитальных ресурсов, с которыми сталкиваются небольшие хозяйства, необходимо создание кооперативов.

Членство в кооперативе поможет небольшому хозяйству иметь возможность производить достаточно сельхозпродукции для самообеспечения и получения прибыли, что позволит конкурировать с крупными организациями. Кооперативы, в данном случае, помогают фермерам сократить неопределенность и риски, возникающие при осуществлении их деятельности. Это связано со следующими факторами:

— повышение доступности новых технологий;

— диверсификация рисков из-за возможности коммерциализации различных продуктов и рынков;

– более широкий доступ к информации, что приводит к принятию более эффективных решений в производстве органики;

– снижение логистических обязанностей фермеров, т. к. менеджеры кооператива собирают информацию у своих членов, ищут рынка сбыта, исследуют спрос на рынке и т. д.

Таким образом, кооператив может помочь преодолеть ограничения мелких фермерских хозяйств, благодаря исследованию рынка, что приводит к аутсорсингу их некоторых задач, давая возможность фермеру сосредоточиться непосредственно на производственной деятельности. Альтернативные бизнес-структуры, такие как кооперативы, устраняют барьеры, препятствующие проникновению местных органических фермеров на рынок поставщиков продовольствия. Уменьшив число посредников, производители в состоянии заключить более выгодные сделки с торговцами или напрямую с покупателями. Кроме того, кооперативы могут, благодаря исследованиям рынка, рекомендовать К(Ф)Х какие культуры пользуются большим спросом.

Успешным примером работы органического кооператива является канадский Organic Meadow Co-operative (Органический луг) в Онтарио, который возник в 1989 г. после того как местные фермеры поняли, что традиционная коммерческая практика ведения сельского хозяйства для них не является устойчивой. Их решением было ведение сельского хозяйства без применения синтетических химических веществ, пестицидов, фунгицидов и гербицидов. Кооператив, начинавшийся с 6 органических фермеров, насчитывает более 160 членов, в т. ч. более 100 семейных ферм, и является одним из наиболее успешных фермерских кооперативов в Канаде.

Первым сельхозпродуктом, выращиваемым кооперативом, было сертифицированное органическое зерно. С 1995 г. производится и отправляется заказчикам сертифицированное органическое молоко. Сегодня кооператив предлагает полную линейку органических молочных продуктов, включая молоко, сливки, кефир, йогурт, сыр, масло и мороженое, которые продаются в розничных магазинах по всей стране. С 1998 г. в список продукции Organic Meadow добавлены и другие продукты, к примеру, яйца и замороженные овощи. В настоящее время существует более 65 различных сертифицированных органических продуктов, носящих название Organic Meadow [12].

В данном случае достигнута цель – объединение небольших органических семейных ферм под одним брендом, что позволяет им пользоваться услугами маркетинговых усилий кооператива. Кооператив владеет органическими землями, заводом по переработке жидкого молока в Гельфе, несколькими упаковочными партнерствами для органических молочных продуктов и замороженных овощей, которые продаются под брендом Organic Meadow.

В начале 1990-х гг., когда органическая промышленность только начинала развиваться, кооператив заключил соглашение с молочными фермерами Онтарио (DFO) о предоставлении возможности выделения органического молока в отдельную нишу. В соответствии с Законом Онтарио о молоке DFO реализует молоко от имени всех молочных ферм Онтарио переработчикам молока. Organic Meadow занимал уникальное положение и взял на себя роль администрации органического молока на соответствие спросу на органическое молоко. В последние годы управление органическим молоком перешло к DFO в рамках общих обязательств по Закону о молоке. Уже в 2007 г. 50 органических молочных ферм в Онтарио произвели около 16 млн л органического молока. DFO работает с переработчиками, розничными торговцами и фермерами для увеличения производства органического молока.

Сейчас Organic Meadow стал национальным предприятием. Поскольку кооперативу принадлежит производство, собственный молочный завод и бренд, то члены кооператива имеют хорошие предпосылки в будущем. Т.к. Organic Meadow маркетинговый кооператив, то большая часть его работы – выход на рынок органической продукции от имени производителей. К выгодам от членства в кооперативе можно отнести участие в органическом сообществе, кооперативный маркетинг, дивиденды, право собственности на успешный бренд, а также образовательные программы, характерные для органического производства.

Органические фермы потребляют на 70% меньше энергии по сравнению с традиционными. В 2010 г. производители Organic Meadow занялись установкой солнечных батарей в рамках программы Microfit. В настоящее время на зерновых и молочных фермах провинции насчитывается около 25 солнечных батарей, которые вытесняют около 280 т выбросов CO_2 в год, производя 460 МВт·ч электроэнергии в год [12].

Российские фермеры, производящие органическую продукцию, на первоначальном этапе сталкиваются с теми же проблемами, что и зарубежные: необходимость сертификации, отсутствие какой-либо органической инфраструктуры и логистики, знаний об органическом способе производства сельхозпродукции и т. д. Набор требований для начала полноценного производства органической продукции отодвигает начало производства от решения о переходе

к органике на несколько лет. Поэтому фермерские кооперативы могут существенно ускорить процедуру перехода от традиционного сельского хозяйства к органическому, чему является подтверждением пример канадского кооператива Organic Meadow.

Российское фермерское хозяйство обычно включает участок земли, помещения для содержания и выращивания скота и др. Не в каждом хозяйстве есть убойный цех, не говоря уже о перерабатывающем. Объединение фермеров в кооператив позволило бы им создать не только данные необходимые производственные структуры на паях, но предусмотреть и мини-гостиницу для туристов, и детскую площадку и другие элементы для набирающего моду агротуризма.

Другим вариантом кооператива в России может быть маркетинговый кооператив, который помогает в продвижении фермерской органической продукции и улучшении доступа ее на рынок. Это поможет избежать разрушительной конкуренции между собой и увеличить возможности коллективных переговоров с розничными торговцами. Маркетинговый кооператив может координировать с другими кооперативами, чтобы занять единую переговорную позицию в деле реализации органической продукции. Сельскохозяйственные маркетинговые кооперативы снижают роль посредников в распределении продовольствия.

Еще одним видом кооператива на рынке органической продукции могут стать сервисные кооперативы, члены которого осуществляют свою деятельность самостоятельно, но кооператив их снабжает комплексом услуг, включающим оборудование, обработку, транспорт, упаковку, дистрибуцию и др. Формой сервисных кооперативов являются кредитные, которые позволяют членам совместно финансировать свои инвестиции или оборотный капитал. В кредитных кооперативах могут предоставляться лучшие процентные ставки, чем те, что предлагают банки.

Объединение в кооператив несет в себе определенные экономические и организационные выгоды для их участников. Выгоды можно разбить на 4 блока: экономика, связь, специализация и обновление знаний и управление рисками (таблица 2).

Таблица 2.

Выгоды производителей от создания кооператива органической сельхозпродукции

Table 2.

Benefits by producers from the creation of a cooperative of organic agricultural products

ВЫГОДЫ	Экономика Economy	Сокращение расходов от использования одной и той же техники, что приводит к экономии энергоресурсов. Предоставление скидок при покупке товаров (скидки на большие партии) членам кооператива расширяет рынок сбыта. Упрощение доступа к рынкам за счет увеличения масштаба, что привлекает торговцев и покупателей. Улучшение маркетинга или предоставление маркетинговых услуг. Обоюдная выгода: фермер определяет цены на продукцию, принимая в расчет доходность, а кооператив использует эти цены для руководства кооперативным маркетингом. Reducing the cost of using the same technology, which leads to energy savings. Providing discounts when buying goods (discounts on large lots) to members of the cooperative expands the sales market. Simplify market access by increasing scale, which attracts traders and buyers. Improve marketing, or provide marketing services. Mutual benefit: the farmer determines the prices for the products, taking into account the profitability, and the cooperative uses these prices to guide cooperative marketing.
	Связь Relation	Для успеха необходимо общение всех членов кооператива, целью которого является выявление слабых аспектов. Члены кооператива знают на каком этапе, например, сократить расходы и время, повысить эффективность. Кооперативы имеют возможность передавать информацию от клиентов к фермерам. Благодаря потоку информации фермеры могут узнавать о необходимых инновациях и сотрудничать с организациями с целью их внедрения. For success, it is necessary to communicate all members of the cooperative, whose goal is to identify the weak aspects. Members of the cooperative know at what stage, for example, to reduce costs and time, to increase efficiency. Cooperatives have the ability to transfer information from customers to farmers. Through the flow of information, farmers can learn about the necessary innovations and collaborate with organizations to implement them.

Продолжение табл. 2

B E N	Специализация и обновление (получение) знаний Specialization and updating (obtaining) knowledge	Кооператив содействует фермерам в получении знаний, специализации в области органического сельского хозяйства с целью повышения эффективности деятельности. Благодаря специализации и обмену знаниями фермеры могут сосредоточиться на производственной деятельности, избегая траты времени и ресурсов. The cooperative promotes farmers in obtaining knowledge, specialization in organic farming with the aim of increasing the efficiency of their activities. By specializing and sharing knowledge, farmers can focus on production activities, avoiding wasting time and resources.
E F I T S	Управление рисками Management of risks	Сельскохозяйственный сектор нестабилен, на него влияют многие внешние факторы, такие как погода или изменение климата. Для владельца К(Ф)Х страхование рисков требует дополнительных инвестиций, что они часто не могут себе позволить. Кооперативы могут выступать посредниками между членами кооператива и страховыми организациями, выступая гарантами. На кооператив ложится определение стратегии снижения рисков, разработка бизнес-моделей. The agricultural sector is unstable, influenced by many external factors, such as weather or climate change. For the owner of peasant farming, risk insurance requires additional investments, which they often can not afford. Cooperatives can act as intermediaries between cooperative members and insurance organizations, acting as guarantors. The co-operative falls on the definition of a strategy for reducing risks, developing business models.

Создание кооператива может идти по следующему пути: сообщество фермеров, заинтересованных в сохранении и управлении экологически чистыми сельскохозяйственными угодьями, объединяется в кооператив для достижения своих целей. Членом кооператива могут стать не только фермеры, а, например, граждане, поддерживающие и разделяющие интересы фермеров по производству органической продукции. Они могут купить пай в кооперативе. Благодаря этим инвестициям, кооператив получит дополнительный капитал для своего становления. Пайщики могут участвовать в принятии решений по таким вопросам, как финансы, строительство, обслуживание, связь и т. д. Интерес членов кооператива может выражаться в приобретении по более низким ценам органических продуктов с ферм кооператива. Пайщики имеют право выкупить свой денежный пай. Структура такого кооператива представлена на рисунке 1. Правление кооператива организует его текущую работу.

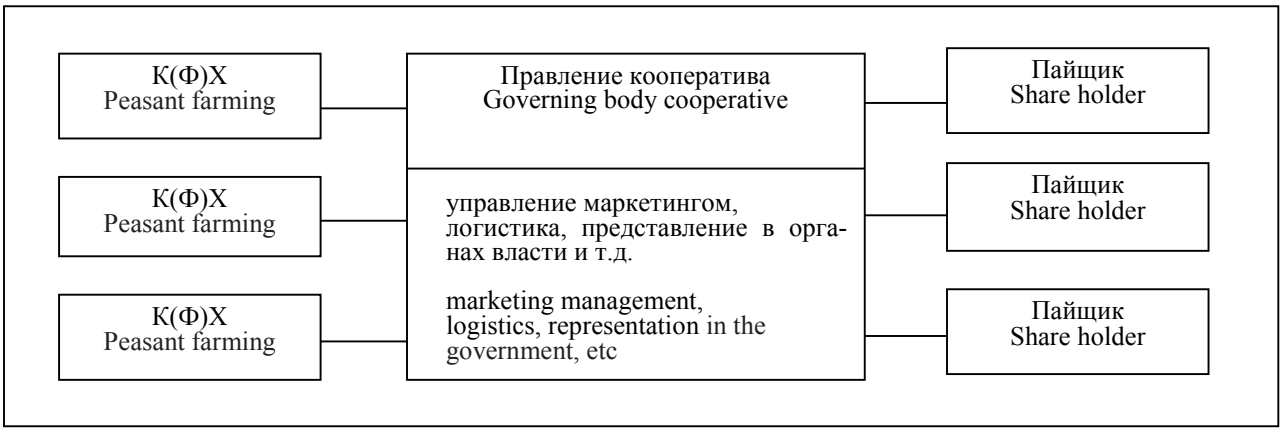


Рисунок 1. Структура органического кооператива
Источник: составлен автором

Figure1.The structure of the organic cooperative
Source: compiled by the author

Современный рынок ставит перед малыми хозяйствующими субъектами непростые задачи нахождения правильных стратегий управления, а это имеет решающее значение, чтобы оставаться его участниками. Поэтому правление кооператива должно обязательно заниматься маркетингом, беря эту работу на себя, или создавая отдел маркетинга, или нанимая маркетолога. Благодаря этому малым фермерам удастся увеличить доходы,

снижая затраты на маркетинг и сбор информации, а также на вход в цепь поставок, которые они не смогли бы сделать самостоятельно. Органический кооператив будет обладать достаточной степенью эластичности, т. к. это сообщество фермеров, приверженных экологической устойчивости, сотрудничество по вопросам хозяйственной деятельности, стремление/возможность к личному росту.

Следовательно, кооператив создает оптимальный поток коммуникаций между фермерами, помогает каждому лучше узнать цели и чувствовать себя более мотивированно. Он способствует продуманному планированию действий, которые являются одним из успешных оснований для реализации органического сельского хозяйства. Поскольку ресурсы фермеров ограничены, а новые органические методы требуют инвестиций на новую технику и новые методы ведения сельского хозяйства, и в одиночку справиться с издержками сложно, то выходом для развития российских органических фермеров становится кооператив. Являясь частью кооператива, они работают как самостоятельные К(Ф)Х, но создание кооператива помогает им получить необходимые ресурсы для поддержки конкурентоспособности.

Развитие кооперативов важно для мелких сельскохозяйственных товаропроизводителей. Как показывает зарубежный опыт, органическая продукция может приносить прибыль и небольшим фермерам. Самое сложное – найти пути сбыта, для чего очень важна логистика. Органическую продукцию везти на большие расстояния сложно, т. к. она не обрабатывается химическими веществами, увеличивающими срок ее хранения. Объединение фермеров облегчит поставку на рынок. В Европе такие поставки происходят через кооператив. К примеру, в Германии существует специализированный фермерский кооператив «Биоланд», имеющий свой торговый дом. В европейских странах расстояния доставки, по сравнению с отечественными, невелики. Зачастую произведенная продукция реализуется в соседних городах на расстоянии 100–200 км.

В России фермеры сталкиваются со сложностями доставки. Например, на Кубани выращиванием органических плодоовощей занимаются несколько фермеров. Чтобы доставить их в крупный город и быстро реализовать, нужна высокая организация. Фермеры создали кооператив «Союз органических фермеров Кубани», в состав которого входят 4 участника – 4 фермерских хозяйства, выращивающих органические овощи, фрукты, рис, сою и занимающихся переработкой своей продукции:

– «Биоферма Кубани» (К(Ф)Х Ф.В. Зайцева) сертифицирована по европейскому стандарту немецкой сертифицирующей организацией Ceres. Обрабатываемая площадь хозяйства составляет 45 га, на которой выращиваются овощи и бахчевые без применения минеральных удобрений, пестицидов, гербицидов, агрохимикатов, в т. ч. минеральных удобрений. В качестве удобрений применяются зеленые сидераты (смесь озимой ржи и вики) и биогумус (вермикомпост) – продукт переработки дождевых червей. Борьба с сорной растительностью ведется путем механической и ручной культивации, агротехническими методами. Для защиты растений от вредителей и болезней используются биопрепараты и энтомофаги (хищные жуки);

– Ферма С.П. Колтаевского в 2016 г. получила экологический сертификат «Листок жизни» в российском сертифицирующем органе НП «Экологический Союз» (С. – Петербург). На ферме производят овощи, бахчевые, фрукты и ягоды, используя беспахотную технологию, при которой почву рыхлят, а в качестве удобрения применяют сорняки, солому и т. п.;

– ООО «Наука Плюс» (К(Ф)Х С.М. Березовской и О.Л. Пасишниченко) выращивает и занимается семеноводством сои, пшеницы, риса и люцерны. Площадь земель хозяйства составляет более 1000 га. Земли сертифицированы по международному стандарту – сертифицированный орган ICEA (Италия). Вода на полив подается из реки Кубань, без использования повторных и сбросных вод. Рис хранится на складе, обработанном без применения химикатов по экологическим требованиям;

– ИП Струков К.И., имея яблоневые сады, производит натуральные соки прямого отжима. Уходные работы проводятся по экологическим технологиям, рекомендуемым учеными Краснодарского НИИ Биологической защиты растений [9].

Кооператив «Союз органических фермеров Кубани» основной объем произведенной органической продукции поставляет в Москву, Санкт-Петербург и краснодарскую торговую сеть «Табрис».

В крае принят Закон Краснодарского края от 01.11.2013 г. № 2826-КЗ «О производстве органической сельскохозяйственной продукции в Краснодарском крае». Это один из трех регионов, где приняты подобные законы (еще Ульяновск и Воронеж) в отсутствие общероссийского закона об органическом производстве. Пока

положения закона не действуют, по словам председателя сельскохозяйственного кооператива «Союз органических фермеров Кубани» С.А. Воданюка в крае не создан реестр органических производителей и не определен сертификатор. Поэтому практической помощи кооператив от власти не получает. И тем не менее, объединив свои интересы, хозяйства сумели занять на рынке свою нишу.

Нормативно-правовая система регулирования рынка органической продукции России предусматривает собой комплекс законов, стандартов, требований не только российских, но и зарубежных. Оттого как быстро завершится ее становление зависит положение России на международном органическом рынке [1, С. 302]. Отсутствие федерального закона, по мнению С.М. Рыжковой тормозит систему продвижения органической продукции на российский и международные рынки и интеграцию с другими секторами экономики [7, С. 270].

В январе текущего года после одобрения Правительством РФ в Государственную Думу РФ для рассмотрения внесен проект Федерального закона «О производстве органической продукции», разработанный Министерством сельского хозяйства РФ. Уже сам этот факт говорит о признании важности развития органического сельского хозяйства для экономики страны, хотя одобренный Правительством проект имеет ряд недостатков, т. к. положения об обороте органической продукции из последней редакции были исключены. Тем не менее, принятие закона обеспечит правовые возможности для развития этого сегмента аграрной отрасли.

Заключение

Органическое сельское хозяйство играет важную роль в производстве продуктов питания, сельской экономике и управлении биоразнообразием. Органическая продукция является одним из самых быстрорастущих секторов розничного продовольственного рынка. Благодаря органическому земледелию сельхозорганизации и фермеры могут получать экологические, социальные и экономические выгоды.

Российские фермеры, производящие органическую продукцию, на первоначальном этапе сталкиваются с теми же проблемами, что и за рубежом, поэтому кооперативы производителей органики могут объединить разрозненных производителей и предпринимателей в сельском хозяйстве для создания эффекта масштаба для своих членов. Они включают в себя организацию интересов фермеров и нахождение правильных стратегий управления. Кооператив – один из способов решения многих проблем фермеров: снижает ограниченность к доступным ресурсам, все участники могут помогать друг другу, получать более высокие цены и сокращать некоторые расходы и многое другое.

Автор, изучив зарубежный и отечественный опыт, пришел к выводу: кооператив является эффективным инструментом, который помогает развитию органического сельского хозяйства. Надеемся, что наши исследования будут способствовать повышению знаний, осведомленности о кооперативе, как элементе саморегулирования, способствующему укреплению устойчивости и развитию самих малых форм хозяйствования, и помогут найти более короткий путь к успеху тысячам фермеров и жителям села.

ЛИТЕРАТУРА

1 Кручинина В.М. Государственное регулирование рынка органической продукции в России // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 2 (72). С. 296–305. doi: 10.20914/2310-1202-2017-2-296-305.

2 Кручинина В.М. Продовольственная безопасность России и роль потребительской кооперации в ее обеспечении // Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права. 2015. № 4 (56). С. 402–413.

3 Предварительные итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 года: В 2 т. Федеральная служба государственной статистики. М.: ИИЦ «Статистика России», 2017.

4 Полгар Т.А. и др. Предпринимательство и бизнес: финансово-экономические, управленческие и правовые аспекты устойчивого развития: коллективная монография. М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2016. 710 с.

5 Рыжкова С.М. К вопросу о формировании кластеров дикоросов на региональном уровне // Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права. 2017. № 4 (65). С. 216–231.

6 Рыжкова С.М. Развитие рынка плодоовощной продукции в Российской Федерации. М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2015. 164 с.

7 Шаркова А.В. и др. Развитие предпринимательства и бизнеса в современных условиях: методология и организация. М: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2017. 466 с.

8 Шаркова А.В. и др. Концепция эффективного предпринимательства в сфере новых решений, проектов и гипотез. М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2018. 641 с.

9 Союз органических фермеров Кубани. URL: http://kubanorganic.ru/.

10 Федеральная служба государственной статистики. URL: http://www.gks.ru/.

11 FiBL & IFOAM: The World of Organic Agriculture. Statistics & Emerging Trends 2017. Frick and Bonn. URL: http://www.organic-world.net/ yearbook-2017.html.

12 Organic Meadow. URL: http://www.organic meadow.com/.

13 Schumpeter J.A. Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung: e. Unters, über Unternehmergewinn, Kapital, Kredit, Zins u. d. Konjunkturzyklus 7. Aufl., unveränd. Nachdr. d. 1934 erschienenen 4. Aufl. Berlin: Duncker und Humblot, 1987.

REFERENCES

1 Kruchinina V.M. State regulation of organic products market in Russia. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 2. pp. 296–305. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-2-296-305.

2 Kruchinina V.M. Food Security of Russia and Role of Consumer Cooperation in its Assurance. // *Vestnik Belgorodskogo universiteta kooperacii, ehkonomiki i prava*. [Herald Belgorod University of cooperation, Economics and law]. 2015. .no 4(56). pp. 402–413.(in Russian).

3 Predvaritel`ny`e itogi Vserossijskoj sel`skoxozyajstvennoj perepisi 2016 goda: V 2t./ Federal`nayasluzhbagosudarstvennojstatistiki. [Preliminary results of the All-Russian Agricultural Census of 2016]. Moskow, Statistika Rossii, 2017.(in Russian).

4 Polgar T.A. et al. Predprinimatel`stvo i biznes: finansovo-e`konomicheskie, upravlencheskie i pravovy`e aspekty` ustojchivogo razvitiya: kollektivnaya monografiya [Entrepreneurship and business: financial, economic, managerial and legal aspects of sustainable development]. Moskow, Dashkov i K, 2016. 710 p. (in Russian).

5 Ryzhkova S.M. On the question of the formation of wild plants clusters on the regional level. *Vestnik Belgorodskogo universiteta kooperatsii ekonomiki I prava* [Herald of Belgorod University of cooperation, Economics and law]. 2017. no. 4 (65). pp. 216–231.(in Russian).

6 RyzhkovaS.M. Razvitie rynka plodoovoshchnoi produktsii v Rossiiskoi Federatsii: Monografiya [Market development fruit and vegetable products in the Russian Federation]. Moscow, Dashkov i K, 2015. 164 p. (in Russian).

7 Sharkova A.V. et al. Razvitie predprinimatel'stva i biznesa v sovremennykh usloviya [The development of the market for organic products in Russia and the world. In: the Development of entrepreneurship and business in modern conditions]. Moscow, Dashkov i K, 2017. 466 p. (in Russian).

8 Sharkova A.V. et al. Koncepciya ehffektivnogo predprinimatel'stva v sfere novyh reshenij, proektov i gipotez: Monografiya [The concept of effective entrepreneurship in the sphere of new solutions, projects and hypotheses]. Moscow, Dashkov i K, 2018. 641 p. (in Russian).

9 Soyuz organicheskih fermerov Kubani [Union of organic farmers of the Kuban]. Available at: http://kubanorganic.ru/. (in Russian).

10 Federal'naya sluzhba gosudarstvennoi statistiki [Federal State Statistics Service]. Available at: http://www. gks.ru. (in Russian).

11 FiBL & IFOAM: The World of Organic Agriculture. Statistics & Emerging Trends 2017. Frick and Bonn. Available at: http://www.organic-world.net/yearbook-2017.html.

12 Organic Meadow. Available at: http://www.organicmeadow.com/.

13 Schumpeter J.A. Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung: e. Unters, über Unternehmergewinn, Kapital, Kredit, Zins u. d. Konjunkturzyklus 7. Aufl., unveränd. Nachdr. d. 1934 erschienenen 4. Aufl. Berlin, Duncker und Humblot, 1987.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Валентина М. Кручинина к.э.н., ведущий научный сотрудник, отдел маркетинга и развития продуктовых рынков, Всероссийский научно-исследовательский институт экономики сельского хозяйства, Хорошевское шоссе, 35/2, г. Москва, Россия, vmk.market@vniiesh.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Валентина М. Кручинина полностью подготовила рукопись и несет ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 22.01.2018
ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 19.02.2018

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Valentina M. Kruchinina Cand. Sci. (Econom.), senior research fellow, food markets marketing and development department, All-Russian Research Institute of Agricultural Economics, Khoroshevskoe highway, 35/2, Moscow, Russia, vmk.market@vniiesh.ru

CONTRIBUTION

Valentina M. Kruchinina fully prepared the manuscript and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The author declare no conflict of interest.

RECEIVED 1.22.2018
ACCEPTED 2.19.2018

Оригинальная статья/Original article

УДК 657 (075.8)

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-261-266

Сравнение оценок финансового состояния предприятий методами показателей Бивера и скорингового анализа

Александр И. Хорев [1] al.khorev@gmail.com
Сергей В. Бухарин [1] svbuharin@mail.ru
Виктория В. Параскевич [1] viktoriyparaskevic@yandex.ru

[1] Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Реферат. Среди зарубежных методов оценки степени близости к банкротству наиболее популярными являются метод системы показателей Бивера и скоринговый анализ. Рассчитываемые для конкретного предприятия финансовые коэффициенты зачастую противоречат друг другу или не удовлетворяют нормальным ограничениям, что приводит к неоднозначности оценки финансового состояния. Для устранения этой неоднозначности вводится обобщенный показатель финансового состояния как рейтинговое число, переменные (признаки) которого нормируются делением на соответствующие границы нормальных ограничений для каждого финансового коэффициента. Скоринговый анализ определяет методику формирования упомянутого рейтингового числа, а стандартный метод Бивера оценивает лишь разрозненные финансовые коэффициенты. Поэтому в работе предлагается методика расчета рейтингового числа для этого метода с определением весовых коэффициентов современным методом анализа иерархий. Для представленных данных балансов 10 конкретных предприятий рассчитаны обобщенные показатели финансового состояния, построены графики и определены наиболее неблагополучные предприятия. Далее решается очень важная задача о связи полученных методом Бивера оценок с результатами оценки финансового состояния по методу скорингового анализа. Сравнение соответствующих графиков показывает качественное совпадение, а для количественного подтверждения связи использован корреляционный анализ. Коэффициент корреляции Пирсона для рассматриваемых предприятий равен 0,827, а используемый для проверки упорядоченности численных оценок коэффициент ранговой корреляции Спирмена равен 0,818, что свидетельствует о тесной корреляционной связи результатов, полученных методом обобщенного показателя системы Бивера и методом скорингового анализа.

Ключевые слова: система показателей Бивера, обобщенный показатель, метод анализа иерархий, скоринговый анализ, коэффициент корреляции

Comparison of estimates of a financial condition of the enterprises by methods of Biver's indicators and scoring analysis

Aleksandr I. Khorev [1] al.khorev@gmail.com
Sergei V. Bukharin [1] svbuharin@mail.ru
Victoriya V. Paraskevich [1] viktoriyparaskevic@yandex.ru

[1] Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Summary Among foreign methods of assessment of degree of proximity to bankruptcy the method of system of Biver indicators and the scoring analysis are the most popular. The financial coefficients counted for the concrete enterprise often contradict each other or don't satisfy to normal restrictions what results in ambiguity of assessment of a financial state. For elimination of this ambiguity the generalized indicator of a financial state as rating number which variable (signs) are normalized by division into the corresponding borders of normal restrictions for each financial coefficient is entered. The scoring analysis defines a technique of formation of the mentioned rating number, but the standard Biver's method estimates only separate financial coefficients. Therefore in work the method of calculation of rating number for this method with determination of weight coefficients by a modern method of the analysis of hierarchies is offered. For the presented these balances of 10 concrete enterprises the generalized indicators of a financial state are calculated, schedules are constructed and the most unsuccessful enterprises are defined. Further very important problem about communication of the estimates received by the Biver's method with results of assessment of a financial state on a method of the scoring analysis is solved. Comparison of the corresponding schedules shows high-quality coincidence, and for quantitative confirmation of communication the correlation analysis is used. The coefficient of correlation of Pearson for the considered enterprises is equal 0,827, and the coefficient of rank correlation of Spirmen used for check of orderliness of numerical estimates is equal 0,818 that demonstrates close correlation connection of the results received by method of the generalized indicator of the Biver's system and method of the scoring analysis.

Keywords:system of Biver's indicators, the generalized indicator, method of the analysis of hierarchies, the scoring analysis, correlation coefficient

Для цитирования

Хорев А.И., Бухарин С.В., Параскевич В.В. Сравнение оценок финансового состояния предприятий методами показателей Бивера и скорингового анализа // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 79. № 1. С. 261–266. doi:10.20914/2310-1202-2018-1-261-266

For citation

Horev A.I., Bukharin S.V., Paraskevich V.V. Comparison of estimates of a financial condition of the enterprises by methods of Biver's indicators and scoring analysis. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 79. no. 1. pp. 261–266. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-1-261-266

Введение

Среди зарубежных методов оценки близости предприятий к банкротству наиболее известными являются метод Бивера и скоринговый анализ, в основе которых лежит расчет финансовых коэффициентов [1–3]. Оба метода используют общие принципы теории экспертных систем: выбор наиболее информативных финансовых коэффициентов (признаков), нормировку признаков на границы соответствующих нормальных ограничений, классификацию финансового состояния предприятий.

Вместе с тем, прямое сравнение результатов оценки этих методов невозможно по следующим причинам: в скоринговом анализе определяется единое рейтинговое число, выраженное в баллах, а методом Бивера оцениваются разрозненные финансовые коэффициенты. Часть из этих коэффициентов может удовлетворять нормальным ограничениям (соответствующим неравенствам), а другая часть – не удовлетворять. В результате невозможно сделать уверенный вывод о качестве финансового состояния в целом. Распространенным способом преодоления этого недостатка является использование рейтинговых оценок финансового состояния [4–6].

Первой задачей, решаемой в данной работе, является введение обобщенного показателя финансового состояния для метода Бивера, сочетающего учет наиболее информативных финансовых коэффициентов с определением весовых коэффициентов рейтинга научно обоснованным методом анализа иерархий Т. Саати. Известно, что экономика российских предприятий имеет ряд особенностей [7, 8], поэтому в качестве информационной базы будут использованы данные балансов отечественных промышленных предприятий.

Другой актуальной задачей является установление соответствия между оценками финансового состояния предприятия, оцениваемыми на основе системы показателей Бивера и соответствующими оценками скорингового анализа Д. Дюрана. Эффективным инструментом установления такого соответствия является корреляционный анализ. Для повышения надежности оценивания связи множества результатов следует использовать два различных подхода: расчет коэффициента корреляции Пирсона и коэффициента ранговой корреляции Спирмена.

Обобщенный показатель системы Бивера

Согласно теории экспертных систем [9], введем обобщенный показатель системы Бивера по формуле:

$$J = \sum_{i=1}^{m} V_i \hat{x}_i \Big/ \sum_{i=1}^{m} V_i \,, \qquad (1)$$

где x_i – переменные, называемые признаками (в нашем случае – финансовые коэффициенты системы Бивера B_i); $\hat{x}_i$ – признаки, нормированные делением на границу нормальных ограничений $B_i^{норм}$; V_i – весовые коэффициенты, характеризующие относительную важность отдельных признаков, m – общее количество учитываемых признаков.

Используемые финансовые коэффициенты B_i и нормальные ограничения $B_i^{норм}$ имеют следующий вид:

1 Коэффициент Бивера B_1

$$B_1 = \frac{\text{Чистая прибыль+Амортизация}}{\text{Заемный капитал}}, \quad B_1^{норм} > 0,35 \qquad (2)$$

2 Коэффициент текущей ликвидности B_2

$$B_2 = \frac{\text{Оборотные активы}}{\text{Текущие обязательства}}, \quad B_2^{норм} > 2 \qquad (3)$$

3 Экономическая рентабельность B_3

$$B_3 = \frac{\text{Чистая прибыль}}{\text{Валюта баланса}} \times 100\%, \quad B_3^{норм} > 6\% \qquad (4)$$

4 Финансовый рычаг (левередж) B_4

$$B_4 = \frac{\text{Заемный капитал}}{\text{Валюта баланса}}, \quad B_4^{норм} < 0,35 \qquad (5)$$

5 Коэффициент покрытия оборотных активов собственными оборотными средствами

$$B_5 = \frac{\text{СОС}}{\text{Оборотные активы}}, \quad B_5^{норм} > 0,1 \qquad (6)$$

где СОС = Собственный капитал – Внеоборотные активы.

Рассчитаем финансовые коэффициенты системы Бивера для 10 предприятий, данные статей балансов которых представлены далее (таблица 1).

Таблица 1.

Данные бухгалтерской отчетности сравниваемых предприятий за 2016 год, млн. руб.

Table 1.

Data of accounting reports of the compared enterprises for 2016, millions rub

Строки баланса Lines of balance	Оргнефтехим заводы	БКМЗ	Чугунолитейный БКМЗ	МЭЗ Лискинский	Хлебозавод № 1	Воронежская кондитерская фабрика	Каширская земля	Разнооптторг	Хлебозавод № 2	Газпром газораспределение Воронеж
1100	247,5	43,7	67,6	338,2	74,2	2636,4	31,33	15,34	47,55	4037,9
1200	1875,6	67,5	55.9	1657,7	50,4	595,75	8,35	33,93	36,855	1322,7
1300	539,2	98,5	85,5	196,2	76,04	1734,69	15,828	44,08	36,753	3771
1400	278,9	0,24	13,2	3,2	31,6	28,88	–	–	12,404	40,349
1530	0,007	–	0,555	–	–	–	–	–	–	485,25
1540	1,01	–	–	3,5	4,99	28,083	–	–	6,475	303,5
1500	1304,99	12,39	24,8	1796,5	16,9	1468,6	23,85	5,188	35,25	1549,3
1600	2123,1	111,2	123,4	1995,9	124,6	3232,2	39,683	49,27	84,4	5360,7
Чистая прибыль										
2400	95,1	3,67	5,167	6,43	5,90	185,26	2,389	2,51	6,153	448,4

Затем перейдем к расчету нормированных признаков $\hat{x}_i$, используемых в формуле для обобщенного показателя системы Бивера (1). Произведем нормировку всех признаков x_i. Согласно теории экспертных систем [9], признаки $x_1 - x_3, x_5$ относятся к признакам положительного эффекта (ППЭ), т. е. с их увеличением обобщенный показатель J также возрастает. Такие признаки нормируются делением на соответствующие границы нормальных ограничений $B_i^{норм}$, $i = 1-3,5$.

Признак же x_4 является признаком отрицательного эффекта (ПОЭ), т. е. с его увеличением значение показателя J уменьшается. Для признаков ПОЭ используется «обратная» нормировка: граница нормального ограничения $B_4^{норм}$ (в нашем случае 0,35) делится на значение признака x_4.

Смысл этих нормировок состоит в следующем: исходные финансовые коэффициенты $\{B_i\}$ и соответствующие признаки $\{x_i\}$ могут иметь различные интервалы изменения, а все нормированные признаки x_i единообразно принимают значение 1,0 на границе соответствующих нормальных ограничений [9].

$$\begin{aligned} \hat{x}_1 &= B_1 / B_1^{норм} = B_1 / 0,35; \\ \hat{x}_2 &= B_2 / B_2^{норм} = B_2 / 2; \\ \hat{x}_3 &= B_3 / B_3^{норм} = B_3 / 6; \\ \hat{x}_4 &= B_4^{норм} / B_4 = 0,35 / B_4; \\ \hat{x}_5 &= B_5 / B_5^{норм} = B_4 / 0,1. \end{aligned} \quad (7)$$

Для рассматриваемых предприятий рассчитанные значения нормированных признаков сведены в таблицу (таблица 2).

Таблица 2.

Нормированные признаки системы показателей Бивера

Table 2.

Rated signs of the system of Biver's indicators

Предприятия | Enterprises	Нормированные признаки | Rated signs					J_B
	$\hat{x}$ 1	$\hat{x}$ 2	$\hat{x}$ 3	$\hat{x}$ 4	$\hat{x}$ 5	
1. Оргнефтехимзаводы	0,214	0,719	0,747	0,469	1,560	0,540
2. БКМЗ	1,766	2,723	0,551	3,070	8,130	2,342
3. Чугунолитейный БКМЗ	0,894	1,152	0,697	1,136	3,200	1,096
4. МЭЗ Лискинский	0,029	0,463	0,054	0,388	-0,860	0,127
5. Хлебозавод № 1	0,766	2,109	0,793	0,897	0,370	1,111
6. Воронежская кондитерская фабрика	0,457	0,207	0,955	0,756	-15,140	-0,462
7. Каширская земля	-0,060	0,175	-1,003	0,582	-18,570	-1,228
8. Разнооптторг	2,234	3,270	0,850	3,333	8,470	2,776
9. Хлебозавод № 2	0,583	0,641	1,215	0,619	-2,930	0,486
10. Газпром газораспределение Воронеж	1,186	0,870	1,394	1,178	-2,020	0,938

Следующим этапом является определение весовых коэффициентов V_i, учитываемых в формуле (1). Выберем в качестве основного (опорного) признака $\hat{x}_1$ – нормированный коэффициент Бивера. Признаки $x_2 - x_5$ имеют меньшую значимость, и согласно методике Т. Саати, выберем их ранги снижения предпочтительности равными 2, 3, 4, 5. В результате матрица парных сравнений примет вид:

$$W = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 0,5 & 1 & 2 & 3 & 4 \\ 0,33 & 0,5 & 1 & 2 & 3 \\ 0,25 & 0,33 & 0,5 & 1 & 2 \\ 0,2 & 0,25 & 0,33 & 0,5 & 1 \end{pmatrix}. \quad (8)$$

Для определения вектора приоритетов V согласно методу Т. Саати необходимо решить уравнение для собственных чисел и векторов [9]:

$$WV = \lambda V,$$

где λ – вектор собственных чисел.

Воспользовавшись программой *Mathcad*, определим максимальное собственное число для матрицы W: $\lambda_{\max} = 5,053$. Тогда индекс и отношение согласованности матрицы парных сравнений будут равны, соответственно $IS = 0,0157$ и $OS = 0,0141$, т. е. значительно меньшим значениям, чем пороговый уровень 0,1. Это означает, что матрица W хорошо согласована.

Применяя процедуру *eigenvecs* (W), определим собственные векторы матрицы W, первый из которых и является вектором приоритетов:

$$V = (0,787 \;\; 0,494 \;\; 0,301 \;\; 0,183 \;\; 0,116). \quad (9)$$

Воспользовавшись данными табл. 2 и формулами (1), (9), рассчитаем для исследуемых предприятий значения обобщенного показателя системы Бивера (последний столбец табл. 2). Представим результаты в виде вектора:

$$J_B = (0,540 \;\; 2,000 \;\; 1,096 \;\; 0,127 \;\; 1,111 \;\; -0,462 \;\; -1,228 \;\; 2,000 \;\; 0,486 \;\; 0,938). \quad (10)$$

Как видим, согласно терминологии Бивера, 4, 6, 7 предприятия имеют – кризисное финансовое положение (за 1 год до банкротства), 1, 3, 5, 9, 10 предприятия – среднее или неустойчивое финансовое положение (за 5 лет до банкротства); а 2,8 предприятия – нормальное финансовое положение.

С учетом формулы (10) построим график обобщенных показателей системы Бивера для всех предприятий (рисунок 1).

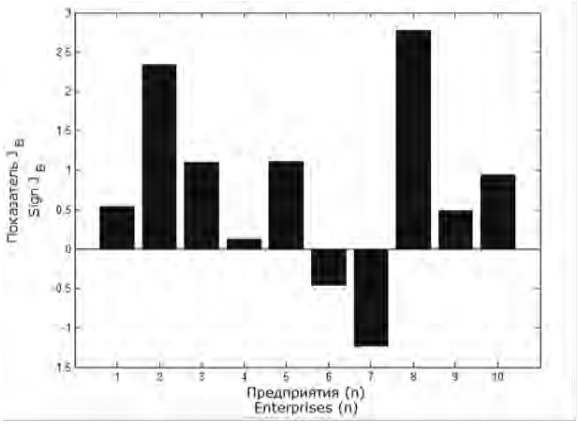


Рисунок 1. Значения обобщенного показателя J_B для 10 предприятий

Figure 1. Value of the generalized indicator for the 10 enterprises

Скоринговый анализ

Для сравнения двух методов рассмотрим интегральную оценку финансовой устойчивости на основе скорингового анализа. Сущность этой методики – классификация предприятий по степени риска, исходя из фактического уровня показателей финансовой устойчивости и рейтинга каждого показателя, выраженного в баллах на основе экспертных оценок.

Нашей целью является установление связи результатов, полученных на основе обобщенного показателя финансового состояния J_B, полученного с помощью системы Бивера и интегральных оценок скорингового анализа S, выраженных в баллах.

Простая скоринговая модель с тремя финансовыми показателями Д. Дюрана предполагает разбиение финансового состояния предприятий на 5 классов, где первый класс – предприятия с хорошим запасом финансовой устойчивости, позволяющим быть уверенным в возврате заемных средств, а последний, пятый класс – предприятия высочайшего риска, практически несостоятельные. Таблица разделения предприятий на классы, согласно оценкам показателей, приведена в работе [10] и поэтому здесь не дублируется.

Согласно методике Д. Дюрана, выберем в качестве признаков объектов экспертизы: x_1 – рентабельность совокупного капитала, %; x_2 – коэффициент текущей ликвидности; x_3 – коэффициент финансовой независимости. Анализируя границы финансовых показателей $x_{i,гр}$ для 1-го класса и соответствующее количество баллов $S_{i,гр}$, можно ввести формулы для расчета конкретных значений этих показателей и их балльной оценки:

$$\hat{x}_{i,гр} = x_i / x_{i,гр}, \quad S_i = S_{i,гр}\hat{x}_i, \quad i = 1,2,3 \quad \textbf{(11)}$$

где $\hat{x}_i$ – нормированные значения признаков.

Окончательное суждение о принадлежности финансового состояния предприятия тому или иному классу в скоринговом анализе выносится на основании суммирования значений баллов S_i:

$$S = \sum_i S_i = 50\hat{x}_1 + 30\hat{x}_2 + 20\hat{x}_3. \qquad (12)$$

Используем формулы (11), (12) и рассчитаем значения признаков $\hat{x}_i$ и соответствующих им балльных оценок S_i для десяти сравниваемых предприятий (таблица 3).

Таблица 3.

Результаты скорингового анализа

Table 3.

Results of the scoring analysis

Предприятия Enterprises	$\hat{x}_1$ (*rated* R_4)		$\hat{x}_2$ (*rated* L_4)		$\hat{x}_3$ (*rated* U_3)		*Сумма баллов Balls sum* $S = \sum_{i=1}^{3} S_i$
	Число, % Value, %	Балл Ball S_1	Число Value	Балл Ball S_2	Число Value	Балл Ball S_3	
1. Оргнефтехимзаводы	4,481 %	7,48	1,438	21,57	0,254	7,26	36,31
2. БКМЗ	3,307 %	5,52	5,446	30,00	0,886	20,00	55,52
3. Чугунолитейный БКМЗ	4,184 %	6,99	2,303	30,00	0,692	19,77	56,76
4. МЭЗ Лискинский	0,322 %	0,54	0,925	13,88	0,098	0,00	14,41
5. Хлебозавод № 1	4,759 %	7,95	4,218	30,00	0,610	17,43	55,38
6. Воронежская кондитерская фабрика	5,732 %	9,57	0,414	0,00	0,537	15,34	24,91
7. Каширская земля	-6,020 %	0,00	0,350	0,00	0,399	11,40	11,40
8. Разнооптторг	5,101 %	8,52	6,539	30,00	0,895	20,00	58,52
9. Хлебозавод № 2	7,290 %	12,17	1,281	19,22	0,435	12,43	43,82
10. Газпром газораспределение Воронеж	8,364 %	13,97	1,739	26,09	0,703	20,00	60,05

Представим результаты скорингового анализа графически (рисунок 2).

Сравнивая результаты анализа обобщенного показателя системы Бивера (формула (10) и скорингового анализа финансового состояния (последний столбец таблицы 3) видим, что они дают качественно похожую картину разделения предприятий на «нормальные» и «неудовлетворительные». Оценим сходство полученных результатов количественно двумя способами.

1. Вычислим коэффициент корреляции Пирсона показателей J_B и S:

$$k = corr(J_B, S) = 0{,}827 \quad (13)$$

что свидетельствует об очень сильной корреляционной связи.

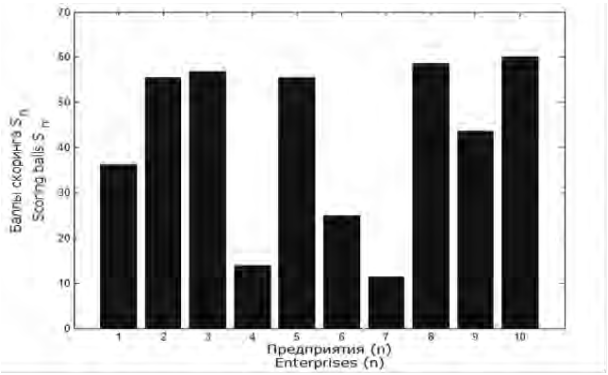


Рисунок 2. Баллы скорингового анализа финансового состояния в целом

Figure 2. Points of the scoring analysis of a financial state in general

2. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена ρ используется в экономике для оценки тесноты связи между двумя рядами сопоставляемых количественных показателей.

В том случае, если ранги показателей, упорядоченных по степени возрастания или убывания, совпадают, делается вывод о наличии прямой корреляционной связи.

При сопоставлении последовательностей значений J_B и S коэффициент корреляции Спирмена $\rho = 0{,}818$. Таким образом, связь между показателями – прямая, теснота (сила) связи по шкале Чеддока – весьма высокая. Зависимость признаков статистически значима.

Выводы

1. Введение обобщенного показателя в виде рейтингового числа J_B для системы показателей Бивера позволяет получить однозначную оценку финансового состояния предприятия в отличие от неоднозначной оценки, получаемой при традиционном вычислении разрозненных финансовых коэффициентов для этого метода.

2. Сравнение двух распространенных методов определения степени близости предприятия к банкротству (системы показателей Бивера и скорингового анализа) показывает качественное совпадение результатов для 10 исследуемых предприятий, а количественно степень близости оценок целесообразно определить на основе корреляционного анализа.

3. Установлена сильная корреляционная связь между вектором обобщенного показателя системы Бивера J_B и вектором баллов скорингового анализа S финансового состояния предприятий (коэффициент корреляции Пирсона $k = 0,827$, коэффициент ранговой корреляции Спирмена $\rho = 0,818$).

ЛИТЕРАТУРА

1 Bich N.N. The effect of capital structure and legal status on financial sustainability of mfis in developing countries // Review of Business and Economics Studies. 2016. № 2. P.12–18.

2 Poberezhets O.V. Multi-criteria system of evaluating the economic situation sectors enterprises // Економіка: реалії часу. Науковий журнал. 2015. № 4 (20). С. 52–58. URL: http://economics.opu.ua/files/
archive/2015/n4.html

3 Polyakov K., Polyakova M. The role of financial factors interactions in the capital structure determination // Journal of corporate finance research. 2015. № 4 (36). P.17–23.

4 Bezborodova Y.E. The analysis of financial statements as approach to the assessment of financial stability of the enterprise» // The Russian Academic Journal. 2013. V. 24. № 2. P.10–16.

5 Faden C. Alignment of Operational Success Drivers on the Basis of Empirical Data. Berlin: Optimizing Firm Performance: Springer, 2015. 189 p.

6 Алферина О.Н. Казакова С.В. Анализ структуры капитала и повышение финансовой устойчивости предприятия // Инновационная наука. 2015. № 6. С. 4–9.

7 Makeeva E.Y., Kozenkova T. Taxation and capital structure: evidence from Russian companies // Asian Online Journal. 2015. V. 2. № 1. P. 39–46.

8 Nechaeva I., Zavertiaeva M.A. Impact of Market Timing on the Capital Structure of Russian Companies // Journal of Economics and Business. 2017. № 92. P. 10–28.

9 Бухарин С.В., Навоев В.В. Методы теории нейронных сетей в экспертизе технических и экономических объектов: монография. Воронеж: Научная книга, 2015. 276 с.

10 Хорев А.И., Баркалова И.И., Бухарин С.В. Обобщенный показатель и классификация структуры капитала промышленных предприятий // Вестник ВГУ ИТ. 2017. Т.79. № 3(73). С. 187–193.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Александр И. Хорев д.э.н., профессор, кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, al.khorev@gmail.com

Сергей В. Бухарин д.т.н., профессор, кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, svbuharin@mail.ru

Виктория В. Параскевич студент, кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, viktoriyparaskevic@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 29.12.2017
ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 22.02.2018

REFERENCES

1 Bich N.N. The effect of capital structure and legal status on financial sustainability of mfis in developing countries. Review of Business and Economics Studies. 2016. no. 2. pp.12–18.

2 Poberezhets O.V. Multi-criteria system of evaluating the economic situation sectors enterprises. Economics: realities of time. Scientific Journal. 2015. no. 4 (20). pp. 52–58. Available at: http://economics.opu.ua/files/archive/2015/n4.html

3 Polyakov K., Polyakova M. The role of financial factors interactions in the capital structure determination Journal of corporate finance research. 2015. no. 4 (36). pp. 17–23.

4 Bezborodova Y.E. The analysis of financial statements as approach to the assessment of financial stability of the enterprise». The Russian Academic Journal. 2013. vol. 24. no. 2. pp.10–16.

5 Faden C. Alignment of Operational Success Drivers on the Basis of Empirical Data. Berlin, Optimizing Firm Performance: Springer, 2015. 189 p.

6 Alferina O.N. Kazakova S.V. Analysis of structure of the capital and in-crease in financial stability of the enterprise. *Innovatzionnaya nauka* [Innovative science] 2015. no. 6. pp 4–9. (in Russian)

7 Makeeva E.Y., Kozenkova T. Taxation and capital structure: evidence from Russian companies. Asian Online Journal. 2015. vol. 2. no. 1. pp. 39–46.

8 Nechaeva I., Zavertiaeva M.A. Impact of Market Timing on the Capital Structure of Russian Companies. Journal of Economics and Business. 2017. no. 92. pp. 10–28.

9 Bukharin S.V., Navoyev V.V. Metody teorii neironnykh setei [Methods of the theory of neural networks in examination of technical and economical objects: monograph] Voronezh, Scientific book, 2015. 276 p. (in Russian).

10 Khorev A.I., Barkalova I.I., Bukharin S.V. The generalized indicator and classification of structure of the capital of the industrial enterprises. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET] 2017. vol. 79. no. 3(73). pp. 187–193. (in Russian)

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Aleksandr I. Khorev Dr. Sci. (Econ.), professor, economic security and financial monitoring department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, al.khorev@gmail.com

Sergei V. Bukharin Dr. Sci. (Techn.), professor, economic security and financial monitoring department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, svbuharin@mail.ru

Victoriya V. Paraskevich student, economic security and financial monitoring department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, viktoriyparaskevic@yandex.ru

CONTRIBUTION

All authors equally took part in writing the manuscript and are responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 12.29.2017
ACCEPTED 2.22.2018

Оригинальная статья/Original article

УДК 338.1

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-267-272

Формирование экономического механизма стабилизации деятельности предприятия

Людмила А. Запорожцева [1] ludan23@yandex.ru
Юлия В. Марышева [1] serik-yuliya@yandex.ru
Юлия В. Ткачева [1] julchen19@yandex.ru

[1] Воронежский государственный аграрный университет, ул. Мичурина, 1, г. Воронеж, 394087, Россия

Реферат. В статье проведено исследование закономерностей экономического развития предприятия. Исследована очередность смены стадий жизненного цикла. Установлено, что не всегда стадия зрелости сменяется стадией спада и в дельнейшем - стадией кризиса. Жизненным процессам «старения» предприятия можно успешно противостоять. Доказано, что со стадией зрелости у предприятия связан «кризис стабильности», выход из которого – попадание в стадию спада, роста или сохранение стабильности. Обосновано, что в практике функционирования коммерческих организаций существуют такие зоны пребывания на кривой жизненного цикла, когда необходимо включать механизм стабилизации: при обнаружении «кризиса стабильности», когда предприятие переходит из стадии зрелости в стадию спада и при диагностировании попадания на стадию спада. В этой связи, разработан экономический механизм стабилизации деятельности коммерческой организации как системы мер, направленных на поддержание достигнутого финансового равновесия предприятия в длительном периоде, который включает в себя следующие блоки: информационное обеспечение оценки финансового состояния; оценку уровня платежной, деловой и капитальной устойчивости предприятия; определение стадии жизненного цикла коммерческой организации; характеристика применяемой стратегии функционирования предприятия; необходимость использования инструментария для корректировки стратегии с целью стабилизации деятельности коммерческой организации и оценку результатов. При этом важно ориентироваться на поддержание достижимых темпов роста путем применения специальных управленческих решений, наряду с осуществлением мониторинга жизненного цикла и контроллинга финансового состояния предприятия. Внедрение экономического стабилизационного механизма в деятельность предприятия, совместно с уже существующим организационно-экономическим механизмом, позволит скорректировать элементы базового (организационно-экономического) механизма и обеспечит экономическую стабильность коммерческой организации.

Ключевые слова: экономический механизм, стабилизация деятельности, предприятие, жизненный цикл

The formation of the economic mechanism of stabilization of enterprise’s activity

Lyudmila A. Zaporozhtseva [1] ludan23@yandex.ru
Yuliya V. Marysheva [1] serik-yuliya@yandex.ru
Yuliya V. Tkacheva [1] julchen19@yandex.ru

[1] Voronezh state agrarian university, Michurina St., 1, Voronezh, 394087, Russia

Summary.The authors bring the research of regularities of enterprise’s economic development; bring the research of change sequence of life cycle stages in the article. There is established that a stage of maturity not always gives way to decline stage and in the next to crisis stage. Life processes of "ageing" of the enterprise can be successfully resisted. It is proved that the stage of maturity of the enterprise is associated with a "crisis of stability". Getting into the stages of recession, growth or maintaining stability becomes the way out of the crisis. The authors prove that there are such zones of staying on the life cycle’s curve in the practice of commercial organizations functioning when it is necessary to use the mechanism of stabilization (at detection of "crisis of stability", at transfer from the stage of maturity to the stage of recession and at diagnostics of hit to the stage of recession). In this regard the authors elaborate an economic mechanism for stabilization of the enterprise’s activity as a system of measures aimed at maintaining the achieved financial balance of the enterprise in a long period, which includes the following blocks: information support of the assessment of financial condition; assessment of the level of payment, business and capital stability of the enterprise; determination of the stage of the enterprise’s life cycle; characteristics of the applicable strategy; the need to use the tools for adjust the strategy to stabilize the enterprise’s activity and evaluate the results. At the same time, it is important to focus on maintaining achievable growth rates through the using of special management decisions, along with monitoring the life cycle and controlling the financial condition of the enterprise. The introduction of the economic stabilization mechanism in the enterprise’s activity jointly with the existing organizational and economic mechanism will correct the elements of the basic mechanism and will ensure the economic stability of the commercial organization.

Keywords:economic mechanism, stabilization of activity, enterprise, life cycle

Introduction

The current economic conditions of enterprises in Russia determine the necessity to implement not so much the reformation of enterprises as the stabilization of business processes, taking into account the real issues and opportunities of enterprises.

Introduction of stabilizing measures in a commercial organization makes financial managers to have a clear understanding of the moment when they must indeed use it. It is possible to achieve the most preferred stage of the enterprise’s life cycle by using of certain tools on the basis

Для цитирования
Запорожцева Л.А., Марышева Ю.В., Ткачева Ю.В. Формирование экономического механизма стабилизации деятельности предприятия // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 1. С. 267–272. doi:10.20914/2310-1202-2018-1-267-272

For citation
Zaporozhtseva L.A., Marysheva Y.V., Tkacheva Y.V. The formation of the economic mechanism of stabilization of enterprise’s activity. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 1. pp. 267–272. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-1-267-272

of a certain idea of the stable functioning of the enterprise and guided by the level of development at a particular time.

The research allowed to define the problems associated with the need to constantly identify "pain" points, in which stable mechanisms should be used. However, there is no practical-oriented economic mechanism of the stabilization of enterprise's activity.

Theoretical bases and regularities of enterprises' functioning have been described in numerous publications, domestic and foreign economic schools. Special contribution to the knowledge of this issue has made by such representatives of economic research, as I.A. Blank [1], Z.A. Krush, Y.V. Tkacheva [2], Z.V. Mezonis [3]. A. Chandler [4], S.G. Hanks [5], etc.

The interest of Russian and foreign researchers and practitioners in the essence of financial condition, methods of assessment and mechanism of ensuring financial stability as a basis for the enterprise's stable functioning is justified by the need for enterprises of the real sector of the economy. The scientific works of V.V. Kovalev [6], A.D. Sheremet [7], etc. must be highlighted here.

The question of the necessity of economic stabilization of enterprise's activity has attracted attention of scientific researches such as O.V. Golovkina [8], V.I. Zubkova, V.O. Umerova [9], J.A. Saprykina [10], etc.

The evaluation methods of life cycle stages of a commercial organization proposed by I. Adizes [11], L. Greiner [12], A.P. Gradov, B.I. Kuzin [13], L.A. Zaporozhtseva [14], N.V. Egunova [15], etc. catch the scientific interest too.

The scientific researches of domestic and foreign scientists determine the specifics of the enterprise's functioning at different stages of the life cycle, as well as methods for financial condition assessment of the enterprise. However, the question of the importance of the formation of the economic mechanism of stabilization of the enterprise's activity in order to ensure at least a minimal level of development wasn't raised yet.

During the research of theoretical bases of regularities of functioning of economic entities, the assessment of modern representations of essence of economic stabilization of activity of the commercial organization. It is offered to understand the stabilization of enterprise's activity as system of internal and external measures for overcoming of unstable financial condition of the enterprise for the purpose of prevention of crisis and ensuring its further development.

On the basis of researching in the field of cycle theory at different levels of the economy it was found that the stages of the life cycle of the organizations begin at "birth" and end at "death" in accord of different approaches. It is mean that the enterprise is doomed to die after birth.

The need for stabilization of enterprise's activity, in our opinion, arises after passing the point of maturity. At this moment the company, achieving stability, goes to recession and doesn't know where to move on (figure Figure1. Regularities of cyclic development of the enterprise).

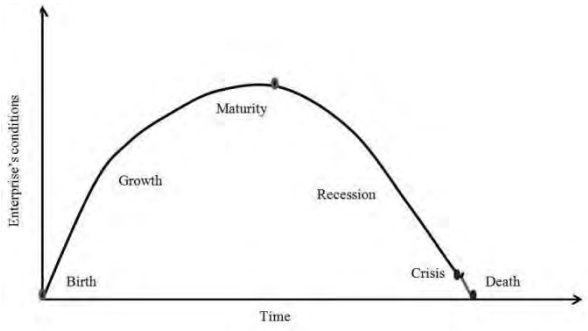


Figure1. Regularities of cyclic development of the enterprise

Such point of view is justified by the need for monitoring of the changes not only in the financial condition, but also in the stages of the enterprise's life cycle in order to neutralize the threats of the transition to the stage of recession and liquidation of crisis phenomena.

Discussion

We offer to use different assessment methods to determine the stage of life cycle of the Agrarian producers' co-operative "Liskinsky"(tables 1, 2).

Table 1.

Determination of the stage of the life cycle of the financial condition of the Agrarian producers' co-operative "Liskinsky" of I.A. Pavlova

The stage	Liquidity	Ability	Creditability	Turnover	Profitability
Birth	growth	improvement	growth	unstable changes	unstable changes
Growth	stability	stability	stability	growth	growth
Maturity	stability	stability	stability	stability	stability
Recession	reduction	degradation	reduction	reduction	reduction

Table 2.

The calculation of indicators to determine the stage of the life cycle of the financial condition of the Agrarian producers' co-operative "Liskinsky"by the I.A. Pavlova's methods

Indicators	2014	2015	2016
Current liquidity, coefficient	2.90	5.49	7.27
Ability, coefficient	4.56	2.25	1.77
Autonomy, coefficient	0.74	0.84	0.88
Own working assets to assets, coefficient	0.65	0.82	0.86
Assets' turnover, coefficient	0.60	0.69	0.68
The duration of the turnover, days	598	523	533
Assets' profitability, coefficient	0.10	0.20	0.17
Recoupment of realized produce, coefficient	1.15	1.37	1.31

Based on the calculations in tables 1, 2 it is established that liquidity, ability and creditability, profitability and turnover indicators have stable positive dynamics in 2016 as compared with 2015.

Consequently, the company is located at the stage of maturity of financial stability. At the same time, it is impossible to determine for sure where the company should aim: at the stage of growth or at the stage of recession. The indicator of economic value added (EVA)was used to eliminate the identified shortcoming(table 3).

Table 3.

The calculation of economic value added (EVA) of the Agrarian producers' co-operative "Liskinsky"

Indicators	2014	2015	2016
Net operating profit after tax, thousand rubles	41911	112067	106242
Invested capital at the beginning of the period, thousand rubles	413276	515013	587446
The average cost of capital, %	2.17	2.44	1.34
Economic value added (EVA), thousand rubles	32935	97484	98369

Table4.

Determination of the stage of the life cycle of the financial condition of the Agrarian producers' co-operative "Liskinsky" of I.A. Pavlova, L.A. Zaporozhtseva

The stage	Liquidity	Ability	Creditability	Turnover	Profitability	Change in the value of the enterprise
Birth	growth	improvement	growth	unstable changes	unstable changes	unstable changes
Growth	stability	stability	stability	growth	growth	growth
Maturity	stability	stability	stability	stability	stability	low growth
Recession	reduction	degradation	reduction	reduction	reduction	destruction

The EVA indicator lets us to conclude that the Agrarian producers' co-operative "Liskinsky" strengthened its financial position in 2016 and transferred from the maturity stage to the growth stage (tables 3, Table4.). Agrarian producers' co-operative "Liskinsky", being at the stage of maturity, survived the "crisis of stability" and moved into a new growth. These changes are illustrated in figure 2.

Thus, the Agrarian producers' co-operative "Liskinsky" needs to consolidate the transfer to the growth stage by using the special management decisions, along with the implementation of lifecycle monitoring and controlling the financial condition of the enterprise.

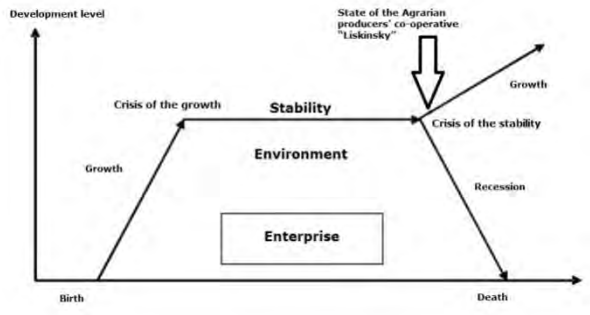


Figure 2. The model of the enterprise's lifecycle, the determination of the state of the Agrarian producers' co-operative "Liskinsky"

It is clear that the stage of maturity is not always replaced by the stage of recession and the stage of crisis later on. Life processes of "ageing" of the enterprise can be successfully resisted.

The practical application of this approach is based on the development and implementing of the economic mechanism of stabilization of the enterprise's activity as a system of measures aimed at maintaining the achieved financial equality of the enterprise in the long term.

The project of economic mechanism of stabilization of the enterprise's activity proposed by the authors is presented in figure 3.

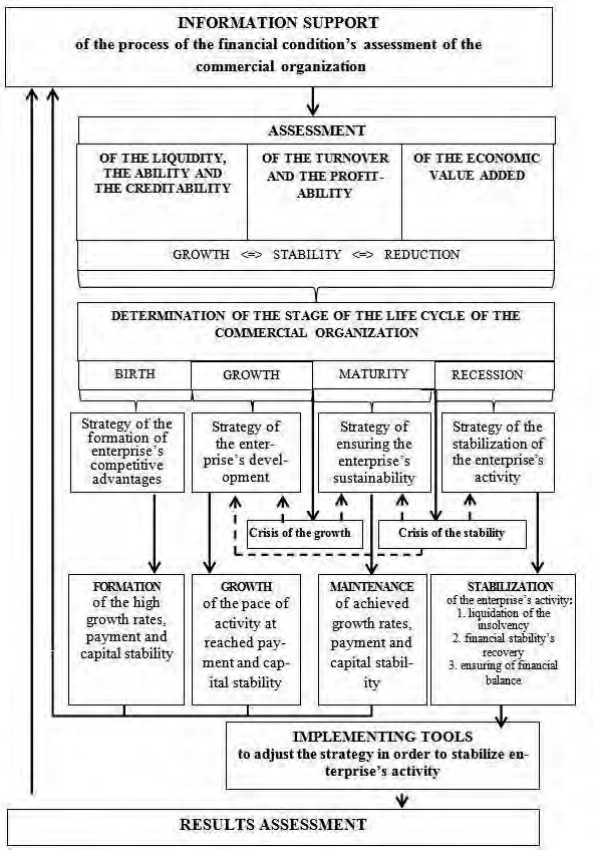


Figure 3. The economic mechanism of the stabilization of the enterprise's activity

The economic mechanism of the stabilization of the enterprise's activity includes the following blocks:

1. information support of financial condition's assessment;

2. assessment of the level of payment, business and capital stability of the enterprise;

3. determination of the stage of the life cycle of a commercial organization;

4. characteristic of the strategies of functioning of the enterprise;

5. implementing tools to adjust the strategy in order to stabilize enterprise's activity;

6. results assessment.

At the Birth stage the enterprise should use the strategy of formation of enterprise's competitive advantages which exact the formation of high growth rates, payment and capital stability.

At the Growth stage we offer to use the strategy of the enterprise's development based on the growth of the pace of business activity (turnover and profitability) at the reached payment and capital stability.

The Maturity stage is characterized by the using of the strategy of ensuring the enterprise's sustainability based on maintenance of achieved growth rates, payment and capital stability.

The authors emphasize that the enterprise's passing through these three stages (Birth, Growth and Maturity) should base on the realization of the internal potential of the enterprise's development within the economic regularity.

The Maturity stage or the Stability stage isn't the stage where the mechanisms of stabilization of activity should be used because it is the zone of achieved stability. The enterprise at the Stability stage is going through the crisis of the growth. It is characterized by the reducing of the rate growth of the turnover and the profitability and by the stabilization of the values of monitored indicators. In this case, the company has two ways: to increase profitability and turnover or to adopt an internal process of stabilization and occupy a zone of maturity or stability.

Another type of crisis is connected with the Maturity stage of the enterprise. This is the crisis of the stability. The way out of this crisis is getting into the Recession, Growth stages or maintaining stability.

Thus, the crisis of the stability does not always lead to the Recession stage. The enterprise, maintaining the achieved growth rates and the payment and capital stability, retains its positions at the Maturity stage as long as necessary. In the case of increasing of the turnover, profitability, economic value added with the achieved stability, the commercial organization can move back to the Growth stage.

In practice of enterprises' functioning are known such zones of staying on a life-cycle curve when it is necessary to use the stabilization mechanism:

1. crisis of the stability, when the enterprise moves from Maturity stage to Recession stage;

2. diagnosis of hit in a Recession stage.

In this case, the enterprise should adopt a strategy to stabilize the company's activity, which consists in the implementation of the following measures (depending on the complexity of the situation):

1. the removal of the insolvency;

2. the restoring of the financial sustainability;

3. the ensuring of the long-term financial balance.

Conclusion

The controlling process of the enterprise's financial condition and monitoring its lifecycle should systematically pass in order to identify the "pain" points and to launch an economic mechanism of stabilization of the enterprise's activity, including the implementation of tools for correction of the strategy.

Thus, the introduction of such mechanism on the enterprise in common with the existing organizational and economic mechanism, will allow to correct the elements of the basic (organizational and economic) mechanism and to ensure the economic enterprise's stability.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бланк И.А. Финансовая стратегия предприятия. Киев: Эльга, Ника –Центр, 2004. 720 с.
2. Круш З.А., Ткачева Ю.В. Инновационный подход к диагностике финансовой несостоятельности сельскохозяйственных предприятий // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2010. № 5. С. 61–65.
3. Межонис З.В. Управление организационными изменениями: повышение качества принятия управленческих решений с помощью новой теории факторов производства // Известия Волгоградского государственного технического университета. 2013. Т. 16. № 11 (114). С. 56–62.
4. Chandler A.D. Strategy and Structure: A Chapter in the History of Industrial Enterprises. Cambridge, Mass, MIT Press, 1962. 210 p.
5. Hanks S.H. The Organization Life Cycle: Integrating 8. Content and Process // Journal of Small Business Strategy. 1990. № 1. P. 1–13.
6. Ковалев В.В. Финансы предприятий. М.: ТК Велби, Проспект, 2011. 450 с.
7. Шеремет А.Д., Негашев Е.В. Методика финансового анализа деятельности коммерческих организаций. М.: ИНФА-М, 2011.237 с.
8. Головкина О.В. Механизм оценки финансово-экономической стабильности функционирования предприятия. Волгоград: ВГУ, 2003. 24 с.
9. Зубкова В.И., Умерова Д.О. Механизмы финансовой стабилизации предприятия // Science Time. 2016. № 4(28). С. 316–320.
10. Сапрыкина Ю.А. Рациональный процесс принятия решения при стабилизации финансового состояния предприятия // Научные исследования: от теории к практике. 2016. № 1(7). С. 285–287.
11. Адизес И.К. Управление жизненным циклом корпорации. СПб.: Питер, 2007. 383 с.
12. Грейнер Л.Е. Эволюция и революция в процессе роста организаций // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия Менеджмент. 2002. № 4. С. 76–94.
13. Градов А.П., Кузин Б.И. Стратегия и тактика антикризисного управления фирмой. СПб.: Спец. литература, 1996. 510 с.
14. Запорожцева Л.А. Жизненный цикл предприятия и его взаимосвязь с уровнем стратегической экономической безопасности // Социально-экономические явления и процессы. 2014. № 12. С. 81–89.
15. Егунова Н.В. Развитие организационной структуры предприятий на основе теории жизненных циклов // Вестник Бурятского государственного университета. 2011. № 2. С. 13–17.

REFERENCES

1 Blank I.A. Finansovaya strategiya predpriyatiya [Financial strategy of the enterprise] Kiev, Elga, Nika-Tsentr, 2004. 720 p. (in Russian)

2 Krush Z.A., Tkacheva Y.V. Innovative approach to the diagnosis of financial insolvency of agricultural enterprises. *Ekonomika sel'skokhozyaistvennykh predpriyatii* [Economics of agricultural and processing enterprises] 2010. no. 5. pp. 61–65. (in Russian)

3 Mezhonis Z.V. Organizational changes management: improving of the quality of the decision-making using the new theory of factors of production. *Izvestiya VGTU* [Proceedings of Volgograd state technical university] 2013. vol. 16. no. 11 (114). pp. 56–62. (in Russian)

4 Chandler A.D. Strategy and Structure: A Chapter in the History of Industrial Enterprises. Cambridge, Mass, MIT Press, 1962. 210 p.

5 Hanks S.H. The Organization Life Cycle: Integrating 8. Content and Process. Journal of Small Business Strategy. 1990. no. 1. pp. 1–13.

6 Kovalev V.V. Finansy predpriyatii [Finance of the enterprises] Moscow, TK Velbi, Prospekt, 2011. 450 p.

7 Sheremet A.D., Negashev E.V. Metodika finansovogo analiza deyatel'nosti [Technique of the financial analysis of activity of commercial organizations] Moscow, INFA-M, 2011. 237 p. (in Russian)

8 Golovkina O.V. Mekhanizm otsenki finansovo-ekonomicheskogoi stabil'nosti predpriyatiya [Mechanism of evaluation of financial and economic stability of the enterprise] Volgograd, VGU, 2003. 24 p. (in Russian)

9 Zubkova V.I., Umerova D.O. Mechanisms of financial stabilization of the enterprise. Science time. 2016. no. 4 (28). pp. 316–320. (in Russian)

10 Saprykina Y.A. Rational decision-making process in the stabilization of the financial state of the enterprise. *Nauchnye issledovaniya* [Scientific researches: from theory to practice] 2016. no. 1 (7). pp. 285–287 . (in Russian)

11 Adizes I.K. Upravlenie zhiznennym tsiklom [Lifecycle management of the corporation] Saint-Petrsburg, Piter, 2007. 383 p. (in Russian)

12 Greiner L.E. Evolution and revolution in the growth process of the. organizations. *Vestnik SPbU* [Proceedings of Saint-Petersburg university. Series Management] 2002. no. 4. pp. 76–94. (in Russian)

13 Gradov A.P., Kuzin B I. Strategiya I taktika antikrizisnogo [Strategy and tactics of crisis management of the firm] Saint-Petersburg, Spets.literatura, 1996. 510 p. (in Russian)

14 Zaporozhtseva L.A. The lifecycle of the enterprise and its relationship with the level of strategic economic security. Sotsial'no-ekonomicheskie yavleniya I protsessy [Socio-economic phenomena and processes] 2014. no. 12. pp. 81–89. (in Russian)

15 Egunova N.I. The development of the organizational structure of enterprises based on the theory of lifecycles. *Vestnik BGU* [Bulletin of the Buryat state university] 2011. no. 2. pp. 13–17. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Людмила А. Запорожцева д.э.н., профессор, кафедра финансов и кредита, Воронежский государственный аграрный университет, ул. Мичурина, 1, г. Воронеж, 394087, Россия, ludan23@yandex.ru

Юлия В. Марышева ассистент, кафедра финансов и кредита, Воронежский государственный аграрный университет, ул. Мичурина, 1, г. Воронеж, 394087, Россия, serik-yuliya@yandex.ru

Юлия В. Ткачева к.э.н., доцент, кафедра финансов и кредита, Воронежский государственный аграрный университет, ул. Мичурина, 1, г. Воронеж, 394087, Россия, julchen19@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Людмила А. Запорожцева написала рукопись и несет ответственность за плагиат

Юлия В. Марышева обзор литературных источников по исследуемой проблеме, корректировала рукопись до подачи в редакцию, осуществила перевод

Юлия В. Ткачева обзор литературных источников по исследуемой проблеме

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 22.01.2018

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 19.02.2018

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Lyudmila A. Zaporozhtseva Dr. Sci. (Econ.), professor, Finance and credit department, Voronezh state agrarian university, Michurina St., 1 Voronezh, 394087, Russia, ludan23@yandex.ru

Yuliya V. Marysheva assistant, Finance and credit department, Voronezh state agrarian university, Michurina St., 1 Voronezh, 394087, Russia, serik-yuliya@yandex.ru

Yuliya V. Tkacheva Cand. Sci. (Econ.), associate professor, Finance and credit department, Voronezh state agrarian university, Michurina St., 1 Voronezh, 394087, Russia, julchen19@yandex.ru

CONTRIBUTION

Lyudmila A. Zaporozhtseva wrote the manuscript and is responsible for plagiarism

Yuliya V. Marysheva review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

Yuliya V. Tkacheva review of the literature on an investigated problem

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 1.22.2018

ACCEPTED 2.19.2018

Оригинальная статья/Original article

УДК 338.32

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-273-282

Совершенствование методики анализа основных средств предприятия

Татьяна А. Журкина [1] zhutat@yandex.ru
Татьяна В. Сабетова [1] tsabetova@mail.ru

[1] Воронежский ГАУ, ул. Мичурина, 1, г. Воронеж, 394087, Россия

Реферат. Основные средства, являясь неотъемлемым компонентом производственного потенциала любого предприятия. От их интенсивности и эффективности использования во многом зависят финансовые результаты предприятия. Анализ основных средств принято проводить с использованием комплексного и системного подхода, основываясь на обеспеченности ими, их движении, эффективности использования (в том числе и активной их части). По мнению отдельных авторов, традиционные методики анализа основных средств имеют ряд недостатков, так как не учитывают жизненного цикла предприятия, экологические аспекты функционирования основных средств, специфику работы отдельных подразделений предприятия и его филиалов. С целью совершенствования методики анализа основных средств авторами предложено использовать формализованные и неформализованные критерии анализа рисков, связанных с использованием основных средств. Разработана анкета-опросник, позволяющая определять вероятность риска экономических потерь в связи с использованием основных средств. Авторы предлагают использовать интегральный показатель с целью анализа риска использования основных средств в динамике. С целью совершенствования процедуры аудиторской проверки авторами предложено разграничение хозяйственных операций с основными средствами по их циклам в соответствии со стадией их воспроизводства. Оперативный анализ имеет важное значение для управления эффективностью использования основных средств, особенно в напряженный период. Использование анализа ритмичности работы зерновых комбайнов позволяет снизить потери при уборке, осуществлять ее в строго установленные сроки и стимулировать работников за качественное и интенсивное выполнение задания.

Ключевые слова: основные средства, фондоотдача, техническая оснащенность, структура основных средств, риски использования основных средств, ритмичность работы основных средств

Improvement of the methods for company's fixed assets analysis

Tatyana A. Zhurkina [1] zhutat@yandex.ru
Tatyana V. Sabetova [1] tsabetova@mail.ru

[1] Voronezh State Agricultural University, Michurina str. 1, Voronezh, 394087, Russia

Summary.Fixed assets are an integral component of the productive capacity of any enterprise. The financial results of the enterprise largely depend on their intensity and efficiency of use. The analysis of fixed assets is usually carried out using an integrated and systematic approach, based on their availability, their movement, efficiency of use (including their active part). In the opinion of some authors, the traditional methods of analyzing fixed assets have a number of shortcomings, since they do not take into account the life cycle of an enterprise, the ecological aspects of the operation of fixed assets, the operation specifics of the individual divisions of a company and its branches. In order to improve the methodology for analyzing fixed assets, the authors proposed to use formalized and nonformalized criteria for analyzing the risks associated with the fixed asset use. A survey questionnaire was designed to determine the likelihood of the risk of economic losses associated with the use of fixed assets. The authors propose using the integral indicator for the purpose of analyzing the risk of using fixed assets in dynamics. In order to improve the procedure for auditing, the authors proposed segregation of economic transactions with fixed assets according to their cycles in accordance with the stage of their reproduction. Operational analysis is important for managing the efficiency of the fixed asset use, especially during a critical period. Using the analysis of the regularity in grain combines performance would reduce losses during harvesting, implement the work within strictly defined time frame and remunerate the employees for high-quality and intensive performance of their tasks.

Keywords:fixed assets, return on assets, equipment capability, fixed asset structure, fixed asset use risks, fixed asset performance regularity

Introduction

Growth of the market independence of economic entities increases their responsibility in distribution of revenues and decisions ensuring their work efficiency in general and the effectiveness of the productive capacity use, in particular. Since fixed assets are part of the material and technical base, they affect the production efficiency, so analysis of their state and performance efficiency appears especially important.

Fixed assets play a huge role in the production process, as they form the production capacity of the enterprise. The problem of increasing the efficiency of their use now is particularly urgent.

Clearly realizing the role of each fixed asset element in the production process, the degree of its physical and moral deterioration, the factors of increasing its efficiency, one is able to identify the methods and ways for increasing the efficiency of the production capacity use. Under the current conditions, such issues as technical level, quality and reliability are put at the forefront, as all of them very much depend on the equipment quality and the efficiency of its use. The improvement of the technical characteristics of the means of labor and the capital/labour ratio provide the key part of the increase in the production process efficiency.

Для цитирования

Журкина Т.А., Сабетова Т.В. Совершенствование методики анализа основных средств предприятия // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 1. С. 273–282. doi:10.20914/2310-1202-2018-1-273-282

For citation

Zhurkina T.A., Sabetova T.V. Improvement of the methods for company's fixed assets analysis. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 1. pp. 273–282. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-1-273-282

Problem statement

The state and efficiency of the fixed asset use affects not only the product output, but also a number of other indicators (such as product quality, prime cost, and profitability). The efficiency increase of fixed asset use will allow increasing the volume of production without attracting additional capital investments.

A.D. Sheremet [16] writes that the fixed assets analysis should be approached with systemic and complex positions, defining its components such as analysis types of, its directions, and methods.

According to T.A. Molibog and Yu.I. Molibog [9], traditional methods and have a number of shortcomings. In traditional methods there is no specification of the target orientation, as well as stakeholders groups for the analytical data. In other words, it is not entirely clear for whom analytical procedures are carried out, and what the practical significance of the fixed assets analysis for the economic entity is. They also do not take into account the environmental aspects of the fixed asset operation of the company, which, under current conditions of industrial production, as well as increasing demands from governmental and public environmental organizations, is one of the urgent tasks of analyzing fixed assets. Thus, the business entity efforts to reduce the harmful effects of fixed assets upon the environment should be noted by analysts and, in general, should increase the competitive positions of the analyzed enterprise.

The analysis of a company's fixed assets, as a rule, affects the entire business, as well as individual structural elements, but at the same time it is necessary to take into account the operational specifics of the company's divisions and branches, as well as their share in generating economic benefits, which leaves an imprint on the efficiency of the fixed asset use in different operational and geographical segments of the business. When carrying out traditional fixed assets analysis, companies take little account of the stages of the life cycle which they have currently achieved. At the same time N.A. Kazakova [7] emphasizes that at various intervals of the life cycle there will be significant difference in approaches to researching the state and use of the organization's production facilities. So, in particular, at the stage of origin and active growth of a company it normally actively increases its production potential, while the return on fixed assets can be very low. The maturity stage is characterized by the maximum efficiency of using the fixed capital, which is due to the organization's achievement of the strategic goals set. At the stage of aging, management decides on the further operation of the business entity. If the organization is liquidated, then a set of measures must be taken to maintain the high cost of the fixed assets of the company. The analysis of a company's fixed assets is incomplete without the use of monetary flow indicators, which reflect the structure and direction of the cash flow of the economic entity.

The advantages of using these indicators are known, and first of all, they include the reality and objectivity of the analyzed processes and phenomena. It should be noted that one of the three types of company's accounting activities (reflected in the financial statements) is investment, which directly affects the process of forming the fixed assets of the organization. The key efficiency indicator for the fixed asset use within the traditional analysis is the return on assets. At the same time, efficiency is the ratio of the result that is generated by some resource to the amount of the resource in question.

Thus, in the case of capital productivity, it cannot be definitely stated that revenue is generated solely by the company's fixed assets. In order to obtain revenue, the full potential of the business entity is involved. In this regard, the use of the return on assets as an indicator of the efficiency of the fixed asset use is not entirely justified.

Improvement of the fixed assets analysis methods

In accordance with the set goal we have developed a number of ways to improve the methods for fixed assets analysis and proposed a number of measures to improve the efficiency of fixed assets, based on the example of Nadezhda CJSC (Closed Joint-stock Company) in Talovskiy district, Voronezh region.

Based on the calculations, it can be concluded that this is a small company in Talovskiy district, has a grain-dairy specialization, and uses its production potential inefficiently. The company's operations are profitable, the profitability of the whole company in 2016 was 27.2%, and in plant growing – 85.4%, which is higher than the average level. The financial status of Nadezhda CJSC can be described as sustainable; the company is solvent and has high level of business activity.

Our calculations have revealed the high level of the company's supply of fixed assets, and there is a steady trend of their growth. The production load per equipment unit is gradually decreasing and is now below the average level, although it still does not comply with the standard. This is primarily because of the deficit of the company's own funds and high interest rates on loans, even under preferential programs.

The analysis of technical equipment revealed that the company is provided with a variety of equipment types for agricultural work in both crop production and livestock breeding. This matches the grain-dairy specialization of Nadezhda CJSC. In the dynamics for 2014–2016, the number of

tractors increased sharply (by 2.6 times), mowing machines, milking machines and forage harvesters increased twice, and the number of baler presses increased by 50%. Consequently, this indicates that the company actively works to restore the material and technical base.

The structure of company's fixed assets under analysis corresponds to the standard and its specialization. It should be noted that the specific weight of productive livestock in the structure of fixed assets in 2016 was 13%, which is somewhat lower than in 2014 and 2015, while the share of buildings and structures has sharply increased. In the dynamics for 2014–2016, the average annual value of fixed assets increased by more than 41 million rubles which is 48% growth.

The analysis of the fixed assets transaction indicators revealed their annual growth of at least 20%, while the renewal ratio of fixed assets in 2014 was 35.5%, and in 2016 – 26.73%. In the analyzed company, the fixed assets are not much worn out, and the analysis of their depreciation rate confirms this, as it was 25% in 2016, which is slightly higher than in 2014.

All this coincides with the decrease in the return on assets from 0.027 rubles in 2014 to 0,020 in 2016, although the financial performance in the dynamics for 2014–2016 had a growth trend and in 2016 it was 20.1%. Based on our factor analysis of capital productivity, we can conclude that in the dynamics over the past 3 years, it has declined due to the decline in the gross output value and the increase in the value of fixed assets. Factor analysis of capital intensity has revealed its growth for 2014–2016, which is associated with sharp increase in the capital-labour ratio and certain decrease in the annual labour productivity. The growth of financial profitability is largely due to the growth in profits from the product sales.

Analyzing the active part of fixed assets, we found an increase in the use efficiency of the vehicle and tractor fleet. The reasons for this growth of annual output include the increase in the number of tractors and the increase in tractor-days per tractor per year. It should be noted that a slight decrease in the output of the tractor fleet is associated with decrease in shift production compared to the previous year, while the reserve of production growth was 676 conventional standard hectares.

Combine harvesters in Nadezhda CJSC are used efficiently, while the average harvest area per combine harvester in the dynamics for the last 3 years has decreased, as well as shift factor. The main types of agricultural machinery are provided with qualified personnel. In the dynamics for 2014–2016, their growth is observed, although there is certain decrease in the milking machine operators, which corresponds to the staffing schedule. In general, over the last three years, the growth of the employee numbers busy in the main production was 6%.

In order to improve the fixed asset use efficiency we recommend the following:

(i) minimize the losses caused by whole-day and part-shift downtimes;

(II) optimize the use of all present fixed assets in time and capacity;

(III) improve the labour discipline and provision the fixed assets with raw materials for their unfailing operation;

(IV) increase the specific share of the active part of the fixed assets according to the demand of the scientific progress.

The fixed assets are an integral component of the production process. Their use in the production process is associated with various risks, that is, with the occurrence probability of the events that are undesirable or even negative. This is primarily due to the fact that fixed assets are part of the productive potential of any economic entity and fully affect its operation. For example, failures, malfunctions, and downtime in the operation of production equipment increase the likelihood of reduction in the product output produced and its quality. The unscheduled repair of production fixed assets reduces the regularity of the production process, leads to downtime and, accordingly, to economic losses. In high-tech and knowledge-intensive industries, where the level of automation and computerization is high, accounting, analysis, and management of the risks associated with the fixed asset use becomes particularly important.

The technical risk of using fixed assets is associated with a certain probability of economic losses that occur as a result of various failures and breakdowns of the process equipment. Its connection with the fixed asset use is direct, since periodic equipment breakdowns are an integral inevitable component of the production process.

Production risk is associated with the probability of economic losses in the production activities of the organization. This type of risk is inversely related to the quality characteristics of the products. It is noticed, that with growth of labour productivity the industrial risk decreases. The magnitude of this risk is significantly affected by the degree of deterioration and the efficiency of the fixed asset use, because obsolete and worn-out process equipment, other things being equal, will increase the cost and labour intensity of economic processes, which certainly increases the production risk.

Commercial risk is the probability of losses occurring as a result of the sale of products, goods, works, and services. It should be noted that the impact of fixed assets on commercial risk is insignificant and indirect. It is more often associated with vehicles that carry out shipment, transportation and transfer of finished products to customers.

Innovative risk is the likelihood of economic losses arising from investing additional funds in the production of new types of goods and services. And the main component of innovation is the use of high-performance and low-cost equipment. Thus, it becomes clear that this risk may consist in the probability of buying fixed assets that do not fully meet the requirements of innovative technologies.

The use of fixed assets in any manufacturing enterprise is associated with industrial and property risks, as well as with sectoral and environmental risks. Reduction of industrial risks is associated with increased reliability of process equipment, which is directly related to the implementation of preventive measures, the main purpose of which is to prevent emergencies.

In order to minimize environmental risks, continuous monitoring of hazardous emissions to the environment is carried out in order to minimize their impact. Sectoral risks are caused by the situation changes in the key raw materials and finished goods markets. This is due to two positions. First, the procurement of raw materials is related to their delivery, which is carried out using different types of fixed assets, and thus can constitute a risk factor for timely and full-scale deliveries. Secondly, the erratic and ill-conceived distribution of fixed assets among production units and warehouses can significantly reduce their loading rates and, as a consequence, the economic benefits from their use.

Entrepreneurial risks arise under the influence of numerous factors, they can be the result of the company's activity or can follow from its production strategy. Those risks can be the consequence of the company's internal affairs, or the result of the impact of the business environment, or of the actions of counterparties and competitors.

Conventionally, the risk factors for the formation and use of fixed assets can be divided into 2 groups: external and internal ones. The first group includes market conditions, means of production, state policy in the area of taxation and environmental legislation, scientific and technological progress. The second group includes the level of personnel qualification, the reconstruction and modernization of production, the change in production technologies, the change of activities, and diversification of production.

An important methodological issue of risk analysis is the methods of their evaluation. It should be noted that the most objective method is the use of formalized and non-formalized criteria. And the latter are used in case of lack of numerical information, as well as together with formalized criteria, and consist in the analytical processing of answers to a number of questions as follows:

(i) Are there unplanned shutdowns of the production process due to technical reasons?

(II) Are there unplanned shutdowns of the production process caused by inadequate staff qualifications and their inability to operate the new state-of-the-art equipment?

(III) Are routine maintenance and inspection performed on a regular basis?

(IV) How often are the production assets renewed?

(v) How big a part of the used fixed assets meets current requirements for environmental safety?

(VI) Does the structure of the fixed assets meet the specialization of the company?

(VII) Does the actual performance of fixed assets correspond to the planned indicators?

In case where most questions get negative answers, the researcher has every reason to assume that there is high probability of risk of economic losses associated with the fixed asset use. And, on the contrary, in case where most answers are positively answered, the organization is not threatened with such risks.

The main risks of using fixed assets are technical risk, financial and economic, and environmental risk. For analyzing these types of risk, one should use the indicators describing the use of fixed assets by such parameters as energy efficiency, return on capital, and coefficient of environmental efficiency. Energy efficiency is defined as the ratio of the output value for the period to the cost of energy resources consumed. Capital productivity is equal to the ratio of gross output to the average annual value of fixed assets. The coefficient of environmental efficiency is defined as the ratio of the rate of growth of hazardous emissions into the environment to the growth rate of expenses for the environmental activities of the company.

The minimum risk will be attributed to the situations where the actual value of each of these indices will correspond to its planned value. Any deviation, both large and small, can be considered as a risk factor. In this regard, we can consider the three risk factors associated with the use of fixed assets. They are coefficient of technological, financial-economic, and environmental risks, which are calculated as the percentage of the plan implementation for the relevant indicators.

The analysis of the total risk can be done using the integrated risk indicator (1).

$$R=\sqrt{\left(1-Rt\right)^2+\left(1-Rf\right)^2+\left(1-Renv\right)^2} \quad (1)$$

There will be no risk with zero value of the integral indicator, that is when all actual efficiency values are equal to the planned ones (but this is an impossible situation). The greater the deviations of indicators are, the higher the risk of using fixed assets is. It should be noted that the planned information in most cases is commercial classified information, thus complicating the calculation of the proposed indicators to external users.

The feed data for calculating the risk of formation and use of fixed assets in Nadezhda CJSC in the Talovskiy district is presented in Table 1.

Next, we calculate the coefficients of technological, financial and economic, and environmental risks, as well as an integral indicator of the risk of using fixed assets (see Table 2).

Table 1.

Feed data for calculating the risks of fixed asset use

Indicators	2014		2015		2016	
	plan	actual	plan	actual	plan	actual
Energy efficiency	18.95	19.44	15.07	14.71	15.2	13.92
Return on assets	0.023	0.027	0.030	0.024	0.024	0.019
Environmental efficiency coefficient	1.55	1.62	1.7	1.85	1.5	1.17

Table 2.

Indicators for the risks of fixed asset use

Indicators	Years		
	2014	2015	2016
Rt	1.02	0.97	0.91
Rf	1.17	0.80	0.79
Rec	1.04	1.09	0.78
R	0.17	0.22	0.31

Analysis of Table 2 indicates risk increase associated with the use of fixed assets in the dynamics of the last 3 years, which is explained by the increasing deviations of key indicators from the planned values. This circumstance requires the most balanced approach to the development of tactical and strategic plans and forecasts. The increase in deviations in this case indicates the existing shortcomings in the work, which can be associated with the occurrence of risk situations.

Reducing the likelihood of negative situations is possible on the basis of the following activities: commissioning of uninstalled equipment; adjustment and repair of existing equipment; its replacement and modernization; reduction of intraday and intra-shift downtime, increase in the shift ratio; more intensive time use; implementation of technical progress measures.

An important issue at the moment is reproduction of fixed assets which is a continuous process of their development through reconstruction, technical re-equipment, modernization and major repairs, as well as the acquisition of new means to provide companies with all necessary units of required quantity and quality.

Reliable information on the reproduction and use of fixed assets allows managers to make timely decisions. As for external users, it makes possible drawing the right conclusions about the financial state of a company. The accuracy of accounting information in the financial statements can be confirmed on the basis of the audit of fixed assets transactions at each stage of their reproduction [16-20].

When organizing audit of operations associated with fixed asset reproduction, it is necessary to identify the reproduction stages and accounting objects at each reproduction stage (Figure 1).

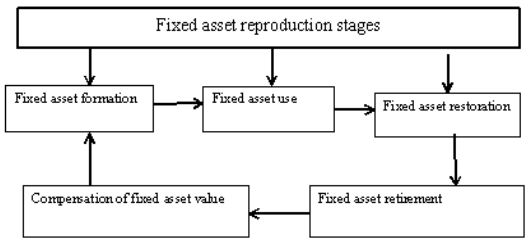


Figure 1. Fixed asset reproduction stages

Stages of fixed asset reproduction are formation of fixed assets, use and recovery, retirement, and reimbursement (compensation) of their value.

The audit should begin with assessment of the internal control system for fixed asset transactions. The results of this evaluation can be presented in form of a questionnaire or question list.

The next stage of audit is preparation and documenting of the audit program. The leading researchers in the area of audit, such as T.I. Logvinova [8], V.V. Podolskiy, A.A. Savina [13], N.N. Hahonova, I.N. Bogataya [15], suggest the following approaches to the development of the audit programme – accounting, auditing, and sectoral.

The legal approach includes design of a programme for fixed asset testing from the legal point of view, and involves a comprehensive study of the legal aspects of the economic activities of the company.

Under the sectoral approach, the audit plan and programme are compiled and adapted, depending on the economic sector of the company being audited.

In addition, some scientists (A.A. Larina, R.N. Sungatullina, E.A. Klinova, Yu.V. Panasyuk, G.V. Denisenko, N.V. Parushina, E.A. Kyshtymova) identify object-based and cyclic approaches to designing the programme of fixed asset audit. The essence of this approach is that the audit sections

defined during the inspection coincide with the objects of accounting. In other words, specific accounts and business transactions are thoroughly analyzed by the accounting objects at each reproduction stage. The elements of the audit programme in this case can be represented as in Table 3.

Table 3.

The elements of the audit programme for object-based approach to fixed asset audit

Structural elements of the audit programme for the section 'Fixed asset audit'	Inspected accounts
Audit of accounting for fixed asset transactions	Account 01 Fixed assets
Audit of accounting for fixed asset depreciation	Account 02 Fixed asset depreciation
Audit of fixed asset leasing transactions	Account 03 Income yielding investments into tangible assets Account 76.8 Settlement of leasing obligations
Audit of fixed asset repair works	Account 23 Auxiliary production
Audit of formation and use of the reserve for fixed asset repairs	Account 96 Provisions for future expenses
Audit of fixed asset revaluation results	Account 83.2 Increase of fixed asset value due to revaluation

In general, the object-based approach to designing the plan and audit program is simple enough to use and allows one to collect the necessary audit evidence that confirms the correctness and regularity of economic transactions with fixed assets. The main drawback of this indicator is the duplication of audit procedures, as well as repeated appeal of the audit team members to the same sources of information.

In order to improve the audit procedure, in our opinion, it is possible to use the cyclic approach, where the cycles of interrelated economic operations are identified as the main areas of audit in accordance with their reproduction stages.

The essence and interrelation of economic operations in the cyclic approach to fixed asset audit can be presented in the form of scheme (Figure 2).

To increase the audit effectiveness and the reliability of the evidence obtained, it is necessary to detail the accounting operation cycles, that is, to single out cycles of the second and third levels. (see Table 4).

It should be noted that definition of cycles and sub-cycles of business operations should be carried out taking into account the characteristics of the audited company's activities.

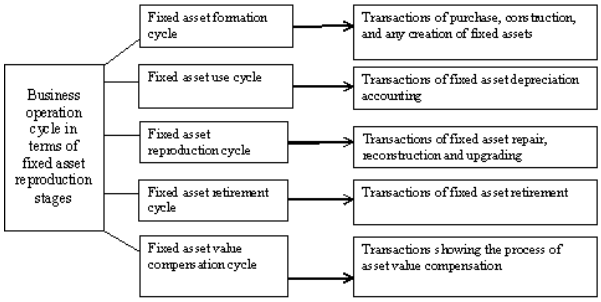


Figure 2. Business operations in terms of fixed asset reproduction stages under the cyclic approach

Table 4.

Sub-cycles of business operations under fixed asset audit

The first level cycle	The second level cycle	The third level cycle
1. Fixed asset formation cycle	Fixed asset purchase. Fixed asset creation	Fixed asset types. Production types. Divisions. People in charge.
2. Fixed asset use cycle	Depreciation charges. Costs of maintenance and exploitation	Fixed asset types. Production types. Divisions. People in charge.
3. Fixed asset restoration cycle	Restoration types (repair, reconstruction, upgrading, etc.). Cost of asset restoration.	Fixed asset types. Production types. Divisions. People in charge.
4. Fixed asset retirement cycle	Sale. Retirement due to wear. Leasing out. Granting, donation. Exchange.	Fixed asset types. Production types. Divisions. Retirement directions.
5. Fixed asset value compensation cycle	Proceeds from sales. Sources for financing the reproduction (profit, depreciation charges, insurance compensations, etc.)	Fixed asset types. Production types. Divisions. Retirement directions.

For example, an agricultural company should provide for the verification of the formation of the biological asset value (perennial plantations, productive and pedigree livestock), accounting for leasing operations.

When checking the cycle of operations for the fixed asset formation, one should determine the source and correctness of recording the original value of the fixed assets in accounting. In this case, the registers of synthetic and analytical accounting for account 01 'Fixed assets' and account 08 'Investments in non-current assets' are compared, fixed asset commissioning acts (form OS-1) are analyzed, along with inventory cards for fixed asset objects (form OS-6), the General Ledger on accounts 01 and 08. In his conclusions, the auditor is guided by the provisions presented in Accounting Policy Regulations 6/01 'Accounting for fixed assets'.

The auditor necessarily checks the correctness of the definition of the inventory object and its attribution to fixed assets. It is specified if the objects with a service life of less than 12 months, as well as objects not intended for production, are included in the fixed asset structure. The correctness of the fixed asset inventory is studied, including (i) compliance with the timing of the inventory of fixed assets, (II) the procedure for issuing inventories, (III) minutes of meetings of inventory commissions,(IV) the order of the head of the organization concerning the results of inventorying, (v) approval of inventory results in accounting.

Particular attention should be paid to the verification of fixed assets for which special depreciation conditions apply. These are fixed assets that are on long-term reconstruction, modernization, conservation, as well as fixed assets, by which the acceleration factor is applied when calculating the amount of depreciation. In order to increase the audit effectiveness, it is necessary to compile a list of these types of fixed assets and, on the basis of a random check, make an arithmetic recalculation of the amounts of depreciation charges. The audit is carried out according to the following registers: inventory cards of fixed assets accounting (OS-6); list of depreciation charges for fixed assets, General ledger for accounts 01, 02, 20, 23, 25, 26, ledger No 10-APK.

A lot of mistakes are made in calculating depreciation charges for upgraded fixed assets, that is, the cost of the upgraded facility is improperly determined, the economic life after reconstruction is not revised, depreciation is not calculated for fully depreciated items, and for restored fixed assets. We have designed and proposed the use of the working document form for checking the correctness of calculation and recording depreciation charges for fixed assets.

Analysis of the studied data shows that during the audit an unjustified overstatement of the amount of depreciation charges for some units led to an increase in the expenditures during the reporting period by 1,434.3 ths rubles. In this case, the accountant should make correction entries for writing off (reversing) the wrongly charged amount of depreciation.

The final production and financial indicators largely depend on how the company uses its production potential, including land, fixed and circulating assets, and labour. The use of the production potential components is usually monitored through the results of calculations of the production per 1 hectare of farmland, return on assets, and annual productivity of labour. However, analysis with annual periodicity is extremely inadequate, since it does not reveal the conditions for the formation of these indicators and the reasons for deviating from the specified parameters. In a sense, this analysis is 'frozen', since it only records and analyzes the current situation. At the same time, the question arises as to how to avoid this. After all, most types of agricultural products are received once a year. The way out of such situation is in current (operative) analysis, which is the analysis of particular direct and indirect indicators more frequent than once a year.

These are the indicators (i) shift and daily production, shift coefficient for machine and tractor fleet use; (II) the mileage utilization factor, the utilization rate of machines in operation, payload for vehicle fleet, (III) hourly and shift labour productivity for labour resources. For this purpose, a five-day or ten-day analysis of the tractor and car fleet is carried out. The initial data for this analysis are tractor driver lists, road lists, fuel consumption reports, production reports on specially developed forms concerning the costs of operating the machine and tractor fleet.

Based on the operational management analysis, it is possible to track fuel consumption and current costs for repairs and labour. Management influence can achieve measures to eliminate the causes of cost overruns for these items. Fuel overages occur due to improper assembly of machinery, downtime with a running engine, irrational transfer of equipment or as a consequence of the unregulated fuel system of tractors and cars.

In the field of view of the analyst during the management analysis should be the use of working time within a month. The solution to this problem is to take into account the loss of working time for technical malfunctions, absenteeism and illnesses of tractor operators. These articles constitute an unused reserve of working time. Multiplying its value by the shift productivity of a standard tractor, one can determine the reserve for increase in the tractor work volume.

In those companies where the accounting and analytical work is well established, a monitoring system for each tractor is applied separately. For this purpose, each tractor, by the tractor driver's name and inventory number, carries out primary accounting of the work performance (with a mark of quality), fuel consumption, wages, and other costs. Such analysis is carried out during the spring-summer-autumn field works and covers the period of the most active work of the machine-tractor park (in the Central Black-Soil Area it is approximately from April 1 to November 1).

As we see, for the evaluation of tractors intensive load indicators are used, like output to the tractor, and indicators of extensive load, including the use of tractors throughout the period. We include the output to the standard tractor (annual, daily, hourly) into the first group of indicators. The second group includes shift coefficient, the number of days worked per tractor per year.

The use of combines is characterized by the same system of indicators as tractors, but the order of calculation of some indicators has its own specifics. So, the account of the production of harvesters is not in conventional reference hectares, but in physical hectares. To assess the efficiency of the combine harvester, an additional measure of grain yield is used. It is determined not by the average annual, but by the average seasonal number of combines, which is associated with a relatively short period of their use in the production process.

The current analysis of vehicle fleet costs is carried out on the following items: wages, fuel, maintenance and maintenance, other costs. Such calculation is conducted on monthly basis and allows one to calculate the cost of goods through direct costs. To reduce the vehicle expenses, it is very important to monitor the consumption of fuels and lubricants, which forms a great share in the cost structure. Therefore, the normative and actual fuel consumption is compared and savings or overruns are determined. At the same time, the total fuel consumption according to the norm is corrected for the actual volume of work performed.

Great importance for fixed asset operational analysis is attributed to analysis of the regularity of their use, especially under the state of machinery shortage, since, for instance, the rhythm of harvesting, plowing, or product transportation of products directly depends on it. Regularity is the uniform product output in accordance with the schedule in terms of volume and range provided by the plan. Irregular production process ruins the main company's indicators, for example, the quality of the finished works and products is reduced, the amount of work in progress and the excess of finished goods left in warehouses are increasing, and, consequently, the capital turnover is slowing down. All this leads to increase in the cost per unit of finished goods, a reduction in the amount of profit, and deterioration of the financial condition of the company.

The main indicator for determination of the production regularity is regularity coefficient, which is equal to the specific weight of the products delivered on time (without breaking the schedule) to all finished products. We believe that regularity coefficient can be used based on the volume of work by the corresponding unit or unit of equipment. Then it can be defined as the specific weight of the volume of work performed in time to the planned total volume of work. And the term for determining regularity can be reduced from 5–7 days to 1–3 days in a busy period (the sowing and harvesting period). Such calculations are shown in the Table 5.

Table 5.

Regularity coefficient calculations for the harvesting combine operation

Indicators	John Deere 9680	Acros 585	Claas Dominator 130
Harvesting acreage for 3 days, ha	255	255	255
Harvesting plan for the 1st day, ha	85	85	85
Actual harvesting during the 1st day, ha	60	75	80
Plan offset in terms of regularity, %	23.5	29.4	31.4
Harvesting plan for the 2nd day, ha	85	85	85
Actual harvesting during the 2nd day, ha	95	95	85
Plan offset in terms of regularity, %	33.3	33.3	33.3
Harvesting plan for the 3rd day, ha	85	85	85
Actual harvesting during the 3rd day, ha	100	85	90
Plan offset in terms of regularity, %	33.3	33.3	33.3
Regularity coefficient for 3 operational days, %	90.1	96.0	98.0
Rating	3	2	1

According to these calculations, it is evident that on the first day all harvesters did the acreage less than planned, with a set-off for regularity of less than 33%, while during the 2nd and 3rd days the plan was overfulfilled, but 33.3% went into the set-off regularity. After the three days of harvesting, the regularity coefficient for the three combines is different. Based on the ranking, the first place was given to the Claas Dominator 130, as the regularity coefficient of its operation was 98%, which is slightly higher than that of other combine harvesters.

In order to optimize the harvesting process and increase the regularity coefficient, it is recommended to consider the possibility of moral or material (bonus) stimulation of the combine operator working with the Claas Dominator 130 harvester and to discuss these results with other combine operators in order to optimize their performance, to identify and eliminate the reasons for the failure of the harvesting plan of first day.

The lack of regular production can be associated with a number of reasons that can be conditionally divided into two groups: external and internal. Internal causes of irregularity include unstable financial condition of the company, poor

organization, planning, and control, low level of applied technology. External reasons of irregularity include untimely delivery of raw materials and, consequently, incomplete use of production capacities, lack of energy resources not caused by the company's activities, which, for example, may be associated with an increase in prices for components and raw materials, or with interruptions in power supply.

Revealing the causes and their classification allows determination of the measures to increase the regularity and eliminate its negative impact. The lost opportunities of the company attributed to the irregular nature of its activity are most often determined by the difference between the actual and planned (possible) output, and in order to obtain more accurate results, it is recommended that the analysis be carried out at shorter intervals.

Conclusion

Thus, in order to increase the efficiency of the fixed asset use in CJSC Nadezhda of Talovskiy District, we recommend carrying out the operational analysis of agricultural machinery with the use of regularity indicators in addition to analyzing the process equipment, reproduction, movement and efficiency of its use.

This will allow us to identify specific equipment, the work of which is intensive, to reward the driver (the combine operator) for excellent performance, to outline and implement a system of measures to increase the efficiency and intensity of the available equipment. We believe that in order to minimize the risks associated with the fixed asset use, it is necessary to determine the integral indicator several times a year based on certain risk types, which will allow undertaking prompt measures to reduce it.

The company management urgently needs to optimize the use of all types of fixed assets available, including time and capacity, reduce the intraday and intra-shift idle periods and associated losses, improve labour discipline among employees, provide the opportunity to optimize the production structure of fixed assets in accordance with the product specialization.

ЛИТЕРАТУРА

1 Восковых А.М., Журкина Т.А., Закупнев С.Л. и др. Статистика: Учебное пособие. Воронеж: ВГАУ, 2017.

2 Журкина Т.А., Баклашова Ю.В. Основные средства: обеспеченность и эффективность использования // Современные тенденции развития технологий и технических средств в сельском хозяйстве: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию А.П. Тарасенко. 2017. С. 241–245.

3 Журкина Т.А., Насонова С.А., Баклашова Ю.В. Активная часть основных средств и ее анализа // Инновационные технологии нового тысячелетия: Сборник статей Международной научно-практической конференции: в 2-х частях. 2016. С. 62–66.

4 Журкина Т.А. Анализ использования основных средств // Наука и образование в XXI веке: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: в 34 частях. 2013. С. 43–46.

5 Журкина Т.А. Эффективность использования производственного потенциала в сельхозпредприятиях //Инновационные технологии и технические средства для АПК: материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и специалистов, посвященные 100-летию Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I. 2011. С. 214–217.

6 Запорожцева Л.А., Сабетова Т.В. Формирование стратегии устойчивого развития коммерческих организаций // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2016. № 2 (68). С. 350–355.

7 Казакова Н.А. Управленческий анализ: комплексный анализ и диагностика предпринимательской деятельности. М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. 261 с.

8 Логвинова Т.И. Обоснование методики формирования программы аудиторской проверки // Альманах современной науки и образования. 2014. № 5–6. С. 96–99.

9 Молибог Т.А., Молибог Ю.А. Комплексный экономический анализ финансово-хозяйственной деятельности организации. М., 2007. 384 с.

10 Павлюченко Т.Н. Новые плавила учета основных средств // Современные тенденции развития технологий и технических средств в сельском хозяйстве: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию А.П. Тарасенко. 2017. С. 186–191.

11 Панасюк Ю.В., Денисенко Г.В. Циклический подход при аудиторской проверке // Международный бухгалтерский учет International Accounting Национальные стандарты учета и отчетности National Standards of Accounting and Reporting анализ и аудит: проблемы теории и практики. 2011. № 7. С. 145–148.

12 Парушина Н.В., Кыштымова Е.А. Аудит: основы аудита, технология и методика проведения аудиторских проверок. М.: ИНФРА-М, 2013. 560 с.

13 Подольский В.В., Савина А.А. Аудит. М.: Юрайт, 2013. 587 с.

14 Сунгатуллина Р.Н., Клинова Е.А. Разработка программ аудита при циклическом подходе // Инновационное развитие экономики. 2013. № 2. С. 59–64.

15 Хахонова Н.Н., Богатая И.Н. Аудит. М.: КноРус, 2013. 720 с.

16 Шеремет А.Д. Комплексный анализ хозяйственной деятельности: учебник. М.: ИНФРА-М, 2011. 415 с.

17 VolkovaM.A., SolomatinaE.D., ShabutskayaN.V., SabetovaT.V. et al. History of Views on Audit of Commercial Structures Management Quality // Contributions to Economics. 2017. № 9783319454610. P. 81–90.

18 Родионова Н.С., Деркаосова А.А. Анализ экономической эффективности инновационной технологии производства мучных кондитерских изделий для бортового питания // Вестник Воронежской государственной технологической академии. 2011. № 4. С. 58-60.

19 Деркаосова А.А., Коротаева А.А. Особенности российского рынка комбикормов и перспективы его развития // Экономика. Инновации. Управление качеством. 2013. № 3 (4). С. 107а-107б.

20 Мистров Л.Е., Дерканосова А.А. Методы информационного воздействия при синтезе стратегий управления конкурентоустойчивостью социально-экономических организаций // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2013. № 4 (58). С. 282-288.

REFERENCES

1 Voskovykh A.M., Zhurkina T.A., Zakupnev S.L. et al. Statistika [Statistics: study guide] Voronezh, Voronezh State Agricultural University, 2017. (in Russian)

2 Zhurkina T.A., Baklashova Yu.V. Fixed assets: sufficiency and use efficiency. *Sovremennye tendentsii razvitiya tehnologiy i tehnicheskih sredstv v selskom hozyaystve* [Current tendencies in development of technologies and technical means in agriculture: Proceedings of the international scientific and practical conference attributed to 80th anniversary of A.P. Tarasenko]. 2017. pp. 241–245. (in Russian)

3 Zhurkina T.A., Nasonova S.A., Baklashova Yu.V. Working part of fixed assets and its analysis, *Innovatsionnye tehnologii novogo tysyacheletiya* [Innovative technologies of the new millennium: Proceedings of the international scientific and practical conference; in 2 volumes]. 2016. pp. 62–66. (in Russian)

4 Zhurkina T.A. Analysis of fixed asset use. *Nauka i obrazovaniye v 21 veke* [Science and education in the 21st century: Proceedings of the international scientific and practical conference: in 34 parts]. 2013. pp. 43–46. (in Russian)

5 Zhurkina T.A. Efficiency of production potential use in agricultural companies. *Innovatsionnye tehnologii i tehnixheskiye sredstva dlya APK* [Innovative technologies and technical means for agro-industrial complex: Proceedings of the all-Russian scientific and practical conference of young scientists dedicated to the 100 anniversary of Voronezh State Agricultural university after the Emperor Peter the Great]. 2011. pp. 214–217. (in Russian)

6 Zaporozhtseva L.A., Sabetova T.V. Formation of sustainable development strategy for commercial organization. *Vestnik Voronezhskogo Gosudarstvennogo Universiteta Inzgenernyh Tehnologiy* [Proceedings of Voronezh State University of Engineering Technologies]. 2016. no. 2 (68). pp. 350–355. (in Russian)

7 Kazakova N.A. Upravlencheskii analiz [Managerial analysis: complex analysis and diagnosis of business] Moscow, NIC INFRA-M, 2013. 261 p. (in Russian)

8 Logvinova T.I. Reasoning for the method of audit inspection programme design. *Almanah sovremennoy nauki i obrazovaniya* [Anthology of contemporary science and education]. 2014. no 5–6. pp. 96–99. (in Russian)

9 Molibog T.A., Molibog Yu.A. Kompleksnyi ekonomicheskii analiz [Compex economic analysis of financial and business activity of a company] Moscow, 2007. 384 p. (in Russian)

10 Pavlyuchenko T.N. New rules for fixed asset accounting. *Sovremennye tendentsii razvitiya tehnologiy i tehnicheskih sredstv v selskom hozyaystve* [Current tendencies in development of technologies and technical means in agriculture: Proceedings of the international scientific and practical conference attributed to 80th anniversary of A.P. Tarasenko]. 2017. pp. 186–191. (in Russian)

11 Panasyuk Yu.V., Denisenko G.V. Cyclic approach to audit inspection. Mezhdunarodniy buhgalterskiy uchyot. Natsionalnye standarty uchyota i onchetnosti. Analiz i audit: problemy teorii i praktiki [International Accounting. National Standards of Accounting and Reporting. Analysis and audit: issues of theory and practice]. 2011. no 7. pp. 145–148. (in Russian)

12 Parushina N.V., Kyshtymova E.A. Audit: osnovy audita [Audit: audit bases, technology and methods of inspections] Moscow, INFRA-M, 2013. 560 p. (in Russian)

13 Podolskiy V.V., Savina A.A. Audit [Audit] Moscow, Yurayt, 2013. 587 p. (in Russian)

14 Sungatullina R.N., Klinova E.A. Design of audit programme for cyclic approach. *Innovatsionnoe rezvitiye ekonomiki* [Innovative economic development]. 2013. no 2. pp. 59–64. (in Russian)

15 Hahonova N.N., Bogataya I.N. Audit [Audit] Moscow, KnoRus, 2013. 720 p. (in Russian)

16 Sheremet A.D. Kompleksnyi anaiz [Compex analysis of business activity] Moscow, INFRA-M, 2011. 415 p. (in Russian)

17 Volkova M.A., Solomatina E.D., Shabutskaya N.V., Sabetova T.V., Shubina E.A. History of Views on Audit of Commercial Structures Management Quality. Contributions to Economics. 2017. no. 9783319454610. pp. 81–90.

18 Rodionova N.S., Derkanosova A.A. Analysis of economic efficiency of innovative technology of manufacture of flour confectionery products for board feed. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies] 2011. no. 4. pp. 58-60. (in Russian)

19 Derkanosova A.A., Korotaeva A.A. Features of the Russian mixed fodder market and prospects for its development. *EIU* [Economy. Innovation. Quality control] 2013. no. 3 (4). pp. 107a-107b. (in Russian)

20 Mystrov L.E., Derkanosova A.A. Methods of information impact in the synthesis of strategies for managing the competitiveness of socio-economic organizations. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies] 2013. no. 4 (58). pp. 282-288. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Татьяна А. Журкина к.э.н., доцент, кафедра экономического анализа, статистики и прикладной математики, Воронежский ГАУ, ул. Мичурина, 1, г. Воронеж, 394087, Россия,zhutat@yandex.ru

Татьяна В. Сабетова к.э.н., доцент, кафедра управления и маркетинга в АПК, Воронежский ГАУ, ул. Мичурина, 1, г. Воронеж, 394087, Россия,tsabetova@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Татьяна А. Журкина обобщила материал, построила выводы и несет ответственность за плагиат

Татьяна В. Сабетова систематизировала информацию, написала рукопись

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 22.01.2018
ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 19.02.2018

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Tatyana A. Zhurkina Cand. Sci. (Econ.), associate professor, economic analysis, statistics and applied mathematics department, Voronezh State Agricultural University, Michurina str. 1, Voronezh, 394087, Russia,zhutat@yandex.ru

Tatyana V. Sabetova Cand. Sci. (Econ.), associate professor, management and marketing in agro-industrial complex department, Voronezh State Agricultural University, Michurina str. 1, Voronezh, 394087, Russia,tsabetova@mail.ru

CONTRIBUTION

Tatyana A. Zhurkina integrated the information, drew results and is responsible for plagiarism

Tatyana V. Sabetova organized the information, wrote the manuscript

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 1.22.2018
ACCEPTED 2.19.2018

Оригинальная статья/Original article

УДК 338.5

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-283-287

Особенности управления приобретением электроэнергии

Галина С. Армашова-Тельник [1] atgs@yandex.ru

[1] Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, ул. Большая Морская, 67, г. Санкт-Петербург, 190000, Россия

Реферат. В настоящих условиях реализации экономических ориентиров развития электроэнергетической сферы минимизация производственных издержек представляет собой одно из ключевых направлений повышения конкурентных преимуществ энергопредприятий. При определении конкретной модели приобретения электрической энергии на розничном рынке требуется учитывать условия режима потребления электрической энергии, сбытовых надбавок генерирующих поставщиков, активность региональных энергосбытовых организаций, ценовой диапазон и масштабы реализации розничной генерации, реальную стоимость вывода продукта на оптовый рынок. Ряд положений, относительно специфики управления приобретением электроэнергии, регламентированные Правительством Российской Федерации, обеспечивают оптимизацию процессов энергоменеджмента в части снижения затрат производства, учитывая факторы составляющих элементов цены на электроэнергию и услуги инфраструктурных организаций,что позволяет увеличить экономическую эффективность хозяйственной деятельности энргопредприятия.

Ключевые слова: электроэнергетика, производственные затраты, управление приобретением электроэнергии, конкурентоспособность

Peculiarities of electricity acquisition management

Galina S. Armashova-Telnik [1] atgs@yandex.ru

[1] St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, Bolshaya Morskaya str., 67, St. Petersburg, Russia, 190000, Russia

Summary.In the current conditions for the implementation of economic guidelines for the development of the electric power industry, minimizing production costs is one of the key areas for enhancing the competitive advantages of energy enterprises. When determining a specific model for the purchase of electricity in the retail market, it is necessary to take into account the conditions of the electricity consumption regime, the marketing surcharges of the generating suppliers, the activity of the regional energy sales organizations, the price range and the scale of retail generation, the real cost of the product's withdrawal to the wholesale market. A number of provisions regarding the specifics of electricity purchase management, regulated by the Government of the Russian Federation, provide optimization of energy management processes in terms of reducing production costs, taking into account the factors of the constituent elements of the price for electricity and services of infrastructure organizations, which increases the economic efficiency of economic activities of the enterprise

Keywords:power engineering, production costs, management of the purchase of electricity, competitiveness

Введение

В сфере электроэнергетики высокую значимость, в современных экономических условиях, приобретают вопросы оптимизации процессов регулирования приобретением электроэнергии в рамках увеличения энергетической эффективности. Согласно основным положениям Постановления Правительства Российской Федерации от 04.05.2012 № 442 о функционировании розничных рынков электроэнергии, потребителям, не относящимся к категории «население», предоставляют широкий спектр возможностей для реализации своих прав на розничных рынках электроэнергии, а также по снижению затрат на ее приобретение [1].

Преимущество использования способа управления приобретением электроэнергии (то есть снижение цены электроэнергии) в отличие от внедрения энергосберегающих технологий заключается в коротких сроках реализации, поскольку нет необходимости снижения объема электропотребления, крупных финансовых вложений и времени, так как минимизация издержек электроснабжения происходит за счет снижения операционных затрат на электропотребление, то есть реализации прав потребителя на розничном рынке и выбора технически корректных и экономически обоснованных решений в отношениях с энергоснабжающими организациями.

Большинство потребителей приобретает электроэнергию по договорам энергоснабжения с гарантирующими поставщиками. Такая модель удобна, легкодоступна и широко распространена благодаря своим преимуществам: гарантирующий поставщик обязан заключить договор с обратившимся к нему заявителем, находящимся в зоне его деятельности, является надежным контрагентом, статус которого закреплен на уровне нормативно-правовых актов, несет ответственность за объемы и качество поставляемой электрической энергии, обладает, как правило, устойчивым финансовым положением, предоставляет комплекс услуг согласно стандартам обслуживания [7–9]. С другой стороны, гарантирующий поставщик продает электроэнергию по самой дорогой цене, снизить которую он не вправе. Поиск альтернативы максимальной

Для цитирования

Армашова-Тельник Г.С. Особенности управления приобретением электроэнергии // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 1. С. 283–287. doi:10.20914/2310-1202-2018-1-283-287

For citation

Armashova-Telnik G.S. Peculiarities of electricity acquisition management. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 1. pp. 283–287. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-1-283-287

цене гарантирующего поставщика актуален для всех групп потребителей за исключением населения и приравненных к нему категорий. Для крупных промышленных потребителей – предприятий с энергоемким производством – альтернативой является приобретение электрической энергии и мощности на оптовом рынке. Для потребителей – компаний мелкого и среднего бизнеса, а также для разветвленных корпораций с широкой сетью филиалов, приобретающих электроэнергию на региональных розничных рынках по нерегулируемым ценам, вопрос управления приобретением электроэнергии стоит особенно остро [2].

Основное поле деятельности для управления приобретением электроэнергии заключается в оптимизации предприятием первых трех составляющих цены на электроэнергию (рисунок 1) [3]:

1. Стоимости производства электроэнергии 50–60% (стоимость на оптовом рынке);
2. Услуги сетевых организаций по передаче электроэнергии 40–50%;
3. Сбытовые услуги энергосбытовой организации 3–12%;
4. Услуги инфраструктурных организаций <1%.

Тарифы и цены могут меняться в зависимости приобретения электроэнергии у гарантирующего поставщика (ГП) – 6 ценовых категорий, или независимой энергосбытовой компании, или розничного генератора – договорные условия [3].

Так же существуют модели приобретения электроэнергии [2] на розничном рынке (рисунок 2).

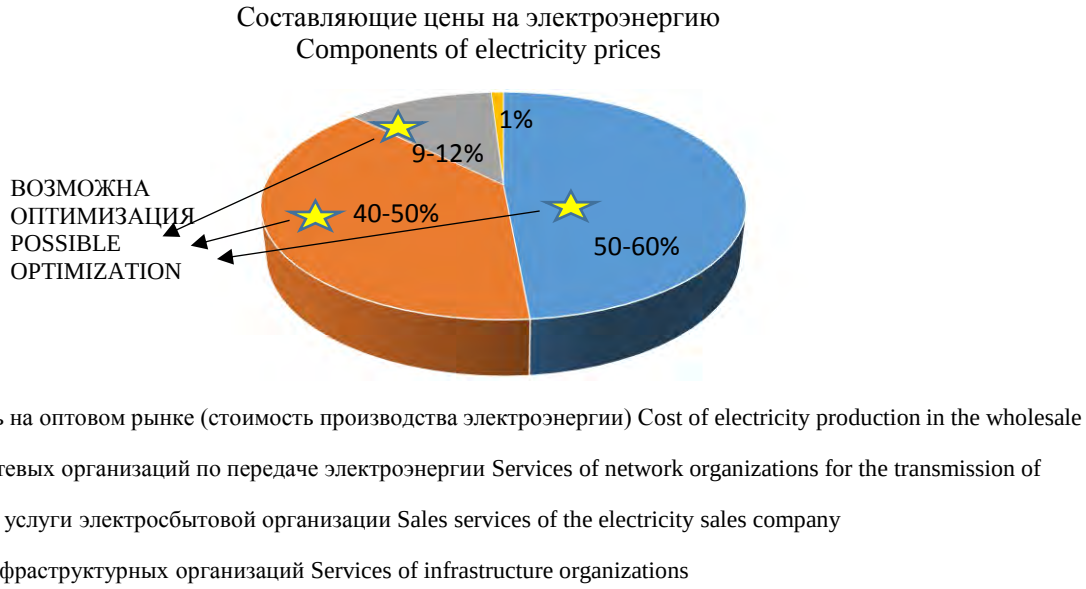


Рисунок 1. Составляющие цены на электроэнергию
Figure1. Components of the price of electricity

Модели приобретения электрической энергии на розничном рынке[2]:

– Договор энергоснабжения (ДЭ) с ГП или с энергосбытовой организации (ЭСО);

– Договор купли-продажи электрической энергии (мощности) (ДКП) с ГП или ЭСО + договор на оказание услуг по передаче электрической энергии (мощности) (ДП) с сетевой организацией (СО);

– ДКП с розничной генерацией + ДЭ с ГП;

– ДКП с розничной генерацией + ДКП с ГП + ДП с СО.

– И на оптовом рынке электроэнергетической мощности:

– Регистрация группы точек поставки (ГТП) за ЭСО – участником ОРЭМ;

– Приобретение статуса участника обращения электрической энергии и (или) мощности на ОРЭМ.

При выборе модели необходимо учитывать ряд факторов: Режим потребления, сбытовые надбавки ГП и круг региональных ЭСО, уровень цен и объемы продаж розничной генерации, стоимость внедрения АИИСКУЭ при выходе на оптовый рынок (ОРЭМ) [5, 6, 10].

Проведем анализ оптимизационных мер по управлению приобретением электроэнергии на основе проектов Научно-технического центра Единой энергосистемы России и составим итоговую таблицу, где отразим приобретение электроэнергии предприятиями до оптимизационных решений, выполненные мероприятия и результаты с экономией от их внедрения (таблица 1) [2].

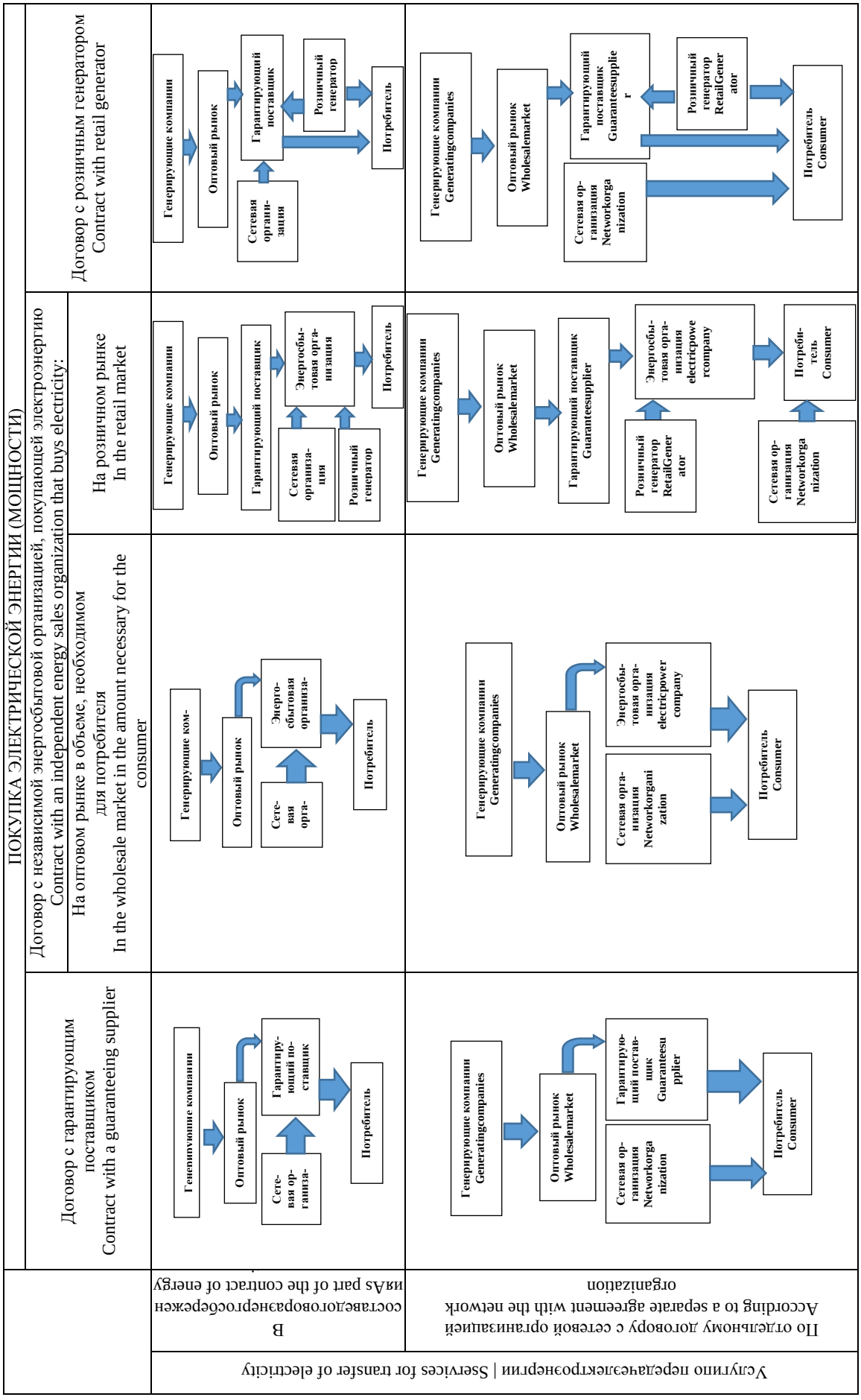


Рисунок 2. Модели приобретения электрической энергии на розничном рынке
Figure2. Models of electricity purchase in the retail market

Таблица 1.

Анализ оптимизационных мер по управлению приобретением электроэнергии на основе проектов Научно-технического центра Единой энергосистемы России [4]

Table 1.

Analysis of optimization measures for managing the purchase of electricity based on the projects of the Scientific and Technical Center of the Unified Energy System of Russia [4]

Предприятие Enterprise	До оптимизационных мероприятий Prior to optimization activities	Оптимизационные решения Optimization solutions	Потребляемая годовая мощность, МВт×ч Power, MW×h	Результат годовой экономии, тыс. руб. и % Year economy	
“А” г. Нижневартовск	По первой ценовой категории For the first price category	translate into calculations for the fourth price category	1 950	1 383 тыс. руб.	18,7%
“Б” г. Новочебоксарск	Предприятие рассчитывалось по 3 ей ценовой категории, а также имело большой запас мощности. Enterprise was calculated according to the 3rd price category, and also had a large reserve of capacity.	1. The maximum power was reduced to 660 kW by giving up 90 kW in favor of the network organization. 2. The enterprise was transferred to the calculations for the first price category	1,089	346 тыс. руб.	8,3%
“В” г. Альметьевск	по договору энергоснабжения у Гарантирующего поставщика – АО «Татэнергосбыт». under the contract of power supply from the Guaranteeing Supplier - JSC "Tatenergosbyt".	Another model of electricity purchase was chosen - the contract for the purchase and sale (supply) of electricity (power) with the retail generator of OAO Almetyevsk Heating Networks	4 150	1030 тыс. руб.	12%
АО “СО ЕЭС”	Несоответствие договоров законодательству; Объем потребления, выставляемый к оплате, не соответствовал фактическому; Применялся некорректный тариф за услуги по передаче электроэнергии и сбытовой надбавки гарантирующего поставщика; Цена за электрическую энергию и мощность выше цены розничной генерации Non-compliance of contracts with legislation; The amount of consumption that was set aside for payment did not correspond to the actual amount; An incorrect tariff was applied for electricity transmission services and the sales margin of the guaranteeing supplier; The price for electricity and capacity is higher than the price of retail generation	Audit of contracts with the ESS; Update of loss calculations; Determination of the correct voltage level Determination of the correct power range; Selection of the optimal price categories; Conclusion of a contract with retail generation	45400	8000 тыс. руб.	10,3%

Заключение

Анализируя итоговую таблицу 1 по опыту внедрения оптимизационных мероприятий по управлению приобретением электроэнергии Научно-технического центра Единой энергосистемы можно сделать вывод, насколько широкий диапазон возможностей предоставляют основные положения функционирования розничных рынков электроэнергии, утвержденные постановлением Правительства Российской Федерации от 04.05.2012 № 442. Так, рациональный выбор оптимальных условий приобретения электроэнергии и профессиональное выстраивание отношений с энергоснабжающими организациями вместе с эффективной реализацией своих прав на розничных рынках электроэнергии потенциально повышает рентабельность бизнеса, за счёт разового снижения операционных, текущих затрат на электроэнергию с экономических эффектом до заявленных 20–25%.

ЛИТЕРАТУРА

1 Постановление Правительства РФ от 04.05.2012 № 442 (ред. от 30.12.2017) «О функционировании розничных рынков электрической энергии, полном и (или) частичном ограничении режима потребления электрической энергии» (вместе с «Основными положениями функционирования розничных рынков электрической энергии», «Правилами полного и (или) частичного ограничения режима потребления электрической энергии»). URL: http://www.consultant.ru/

2 Проекты Научно-технического центра Единой энергосистемы России в области управления приобретением электроэнергии. URL: http://ntc-msk.ru/deyatelnost/roznichnyij-ryinok/.

3 Официальный сайт Министерства Энергетики РФ. URL: http://minenergo.gov.ru/press/most_important/13602.html

4 Концепция энергетической стратегии России на период до 2030 г. // Приложение к научному, общественно – деловому журналу «Энергетическая политика». 2007. 116 с

5 Титова Е.А. Особенности использования инструментов системы контроллинга на предприятиях пищевой промышленности // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2013. №4. С. 289-293. doi:10.20914/2310-1202-2013-4-289-293.

6 Лемешкин А.В., Сафонова Ю.А., Коробова Л.А. Особенности управления запасами на предприятиях торговли // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2017. №79(2). С. 94-100. doi:10.20914/2310-1202-2017-2-94-100

7 Lobashov M., Pratl G., Sauter T. Implications of power-line communication on distributed data acquisition and control system //Emerging Technologies and Factory Automation. Proceedings. ETFA'03. 2003. V. 2. P. 607-613.

8 Ahuja G., Katila R. Technological acquisitions and the innovation performance of acquiring firms: A longitudinal study //Strategic management journal. 2001. V. 22. №. 3. P. 197-220.

9 Belvedere B. et al. A microcontroller-based power management system for standalone microgrids with hybrid power supply // IEEE Transactions on Sustainable Energy. 2012. V. 3. №. 3. P. 422-431.

10 Коломыцева О.Ю., Дуванова Ю.Н., Колесникова Е.Ю. Система инновационных мероприятий по повышению экономического потенциала предприятий сахарной промышленности //ФЭС: Финансы. Экономика. Стратегия. 2009. № 12. С. 13а-15.

REFERENCES

1 O funktsionirovanii roznichnykh rynkov elektricheskoi energii, polnom I chastichnom ogrenichenii rezhima [Decree of the Government of the Russian Federation of 04.05.2012 No. 442 (as amended on 30.12.2017) "On the functioning of retail electricity markets, full and (or) partial restriction of the consumption of electricity" (together with the "Basic provisions for the operation of retail electricity markets"," Rules for the full and (or) partial limitation of the regime of electricity consumption")] Available: http://www.consultant.ru/ (in Russian)

2 atProekty NTTs Edinoi sistmy Rossii v oblasti upravleniya [Projects of the Scientific and Technical Center of the Unified Energy System of Russia in the field of electricity purchase management] Available at: http://ntc-msk.ru/deyatelnost/roznichnyij-ryinok/. (in Russian)

3 Ministerstvo energetiki [Official website of the Ministry of Energy of the Russian Federation] Available at: http://minenergo.gov.ru/press/most_important / 13602.html (in Russian)

4 Kontseptsiya energeticheskoi strategii Rossii [The concept of the energy strategy of Russia for the period until 2030. Supplement to the scientific, public-business journal "Energy Policy"] 2007. 116 p. (in Russian)

5 Titova E.A. Features the use of tools of controlling system in the food industry. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies] 2013. no. 4. pp. 289-293. doi:10.20914/2310-1202-2013-4-289-293 (in Russian)

6 Lemeshkin A.V., Safonova Y.A., Korobova L.A. Features of inventory management in enterprises trade. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies] 2017. no. 79(2). pp. 94-100. doi:10.20914/2310-1202-2017-2-94-100 (in Russian)

7 Lobashov M., Pratl G., Sauter T. Implications of power-line communication on distributed data acquisition and control system. Emerging Technologies and Factory Automation. Proceedings. ETFA'03. 2003. vol. 2. pp. 607-613.

8 Ahuja G., Katila R. Technological acquisitions and the innovation performance of acquiring firms: A longitudinal study. Strategic management journal. 2001. vol. 22. no. 3. pp. 197-220.

9 Belvedere B. et al. A microcontroller-based power management system for standalone microgrids with hybrid power supply. IEEE Transactions on Sustainable Energy. 2012. vol. 3. no. 3. pp. 422-431

10 Kolomytseva O.Yu., Duvanova Yu.N., Kolesnikova E.Yu. System of innovative measures to increase the economic potential of enterprises of the sugar industry. *FES* [Finance. Economy. Strategy] 2009. no. 12. pp. 13a-15. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Галина С. Армашова-Тельник к.э.н., доцент, кафедра программно-целевого управления в приборостроении, Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, ул. Большая Морская, 67, г. Санкт-Петербург, 190000, Россия,atgs@yandex.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Galina S. Armashova-Telnik Cand. Sci. (Econ.), associate professor,, Program and Target Management in Instrumentation Department, St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, Bolshaya Morskaya str., 67, St. Petersburg, Russia, 190000, Russia,atgs@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Галина С. Армашова-Тельник полностью подготовила рукопись и несет ответственность за плагиат

CONTRIBUTION

Galina S. Armashova-Telnik fully prepared the manuscript and is responsible for plagiarism

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 08.11.2017
ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 13.02.2018

CONFLICT OF INTEREST

The author declare no conflict of interest.

RECEIVED 11.8.2017
ACCEPTED 2.13.2018

Оригинальная статья/Original article

УДК 330.43

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-288-297

Вейвлет-анализ временных рядов в модели кочевников и землепашцев

Федор А. Белоусов [1] sky_tt@list.ru

1 Центральный экономико-математический институт РАН, Нахимовский пр., 47, г. Москва, 117418, Россия

Реферат. Статья посвящена изучению полученных в более ранних работах временных рядов с помощью эконометрического и вейвлет-анализа. На первом этапе данного исследования был проведен эконометрический анализ, была построена регрессия, с помощью которой изучалось влияние численности кочевников и количества ресурса на численность землепашцев. Коэффициент детерминации (R^2) построенной регрессии получился равным 0,81, статистика Дарбина-Уотсона равна 0,94, что свидетельствует о наличии положительной атвокорреляции ошибок первого порядка. На следующем этапе осуществляется анализ на основе вейвлет-преобразований, с помощью которого удается избавиться от высокочастотных «шумов» и помехи в исследуемых временных рядах. В рамках данной работы были рассмотрены вейвлет Хаара и вейвлет Добеши порядка 2 (остальные вейвлеты дают похожие результаты). После того, как с помощью вейвлет-анализа временные ряды были очищены от помех, снова был применен регрессионный анализ. Коэффициент детерминации новых регрессий в зависимости от того какой вейвлет был применен и помехи какой частоты были убираны принял значения в диапазоне от 0,86 до 0,93. Однако статистика Дарбина-Уотсона уменьшила свои значения и стала принимать значения в пределах от 0,01 до 0,46, что по прежнему говорит о наличии положительной автокорреляции ошибок первого порядка. В итоге поучаем, что в данной ситуации применение вейвлет-анализа заметно увеличивает объясняющую способность регрессии, с другой стороны проблему автокорреляции ошибок разрешить таким способом не удаётся, в некотором смысле она только усугубилась.

Ключевые слова: вейвлет-анализ, искусственные общества, имитационное моделирование, агент-ориентированные модели, нестационарные временные ряды, модель кочевников и землепапащев

Wavelet analysis of time series in the model of nomads and tillers

Fedor A. Belousov [1] sky_tt@list.ru

1 Central Economics and Mathematics Institute RAS, Nachimovsky prospect, 47, Moscow, 117418, Russia

Summary. The article is devoted to the study of time series obtained in earlier works by econometric and wavelet analysis. At the first stage of this study, econometric analysis was conducted, regression was constructed. In the regression influence of the number of nomads and the amount of resource on the number of plowmen was studied. The coefficient of determination (R^2) of the constructed regression turned out to be 0.81, the Durbin-Watson statistics equals to 0.94, which indicates the presence of positive first-order autocorrelation of errors. The next stage is an analysis based on wavelet transforms, which helps to get rid of high-frequency "noise" and interference in considered time series. Within the framework of this paper, the Haar wavelet and the Daubechies 2 tap wavelet were considered (the remaining wavelets give similar results). After the time series had been cleared by the wavelet analysis, regression analysis was applied again. The coefficient of determination of new regressions depending on which wavelet was applied and the interference of what frequency were removed took values in the range from 0.86 to 0.93. The coefficient of determination of new regressions depends on which wavelet was applied and the interference of what frequency were removed. It takes values in the range from 0.86 to 0.93. However, the Durbin-Watson statistics decreased its values and began to take values in the range from 0.01 to 0.46, which still indicates the presence of positive first-order autocorrelation of errors. In the end, we learn that in this situation, the application of wavelet analysis significantly increases the explanatory power of regression, on the other hand, the problem of autocorrelation of errors can not be resolved in this way, in some sense it is only getting worse.

Keywords: wavelet analysis, artificial society, simulation modeling, agent-based modeling, non-stationary time series, model of nomads and plowmen

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант №16-36-00338

Введение

Описание данных

В работе [1] представлена агент-ориентированная модель взаимодействия двух типов цивилизаций, которые условно были названы «кочевниками» и «землепашцами». Каждый тип агента олицетворяет собой цивилизацию с соответствующим способом воспроизводством продукта. Если землепашцы могут самостоятельно производить продукт для собственного потребления, то кочевники самостоятельно производить продукт не в состоянии, поэтому единственный способ добыть его чтобы выжить, это либо найти дикий ресурс, который с некоторой интенсивностью появляется на ареале, либо отобрать тот ресурс, который был произведен одним из землепашцев. В рамках построенной модели в работе [1] была проведена серия экспериментов, с помощью которой получен большой объем данных. На основе этих данных произведен статистический и эконометрический анализ, на базе которого удалось выявить ряд закономерностей. В данной работе также будет использован эконометрический подход, однако центральное место займет применение вейвлет-анализа, с помощью которого будут получены более сильные и статистически значимые закономерности.

Появление вейвлет-анализа можно датировать восьмидесятыми годами XX столетия.

Для цитирования

Белоусов Вейвлет-анализ временных рядов в модели кочевников и землепашцев // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 1. С. 288–297. doi:10.20914/2310-1202-2018-1-288-297

For citation

Belousov F.A. Wavelet analysis of time series in the model of nomads and tillers. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 1. pp. 288–297. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-1-288-297

Возникновение этого инструментария было вызвано необходимостью более чувствительного исследования сейсмических сигналов, в то время как используемый до этого метод Фурье не давал желаемых результатов. Вейвлет-анализ является мощной альтернативой классическому анализу Фурье. Новый метод также оказался применим в области теоретической физики и математике. Широкое применение вейвлет-анализ нашел в сфере обработки сигналов – очистка от шумов, сжатия данных и др. В настоящее время вейвлет-преобразование находит все более широкое применение в обработке временных рядов, будь это интернет трафик или биржевые котировки, распознавание образов и речи и др.

Существует много работ, в которых продемонстрировано применение вйвлет-преобразований на практике. Применение вейвлетов в статистике и анализе временных рядов изложено в работах [4, 5], исследование финансовых временных рядов с помощью вейвлет-преобразований продемонстрировано в работе [6] и [8], также вейвлет–анализ активно применяется в технических дисциплинах, в таких областях как радиосвязь (обработка сигналов) [9], также для решения других прикладных задач технического характера [7] и [10, 11].

Приведем на графике данные по динамике численности популяций кочевников и землепашцев, а также динамику численности ресурса (рисунок 1–3).

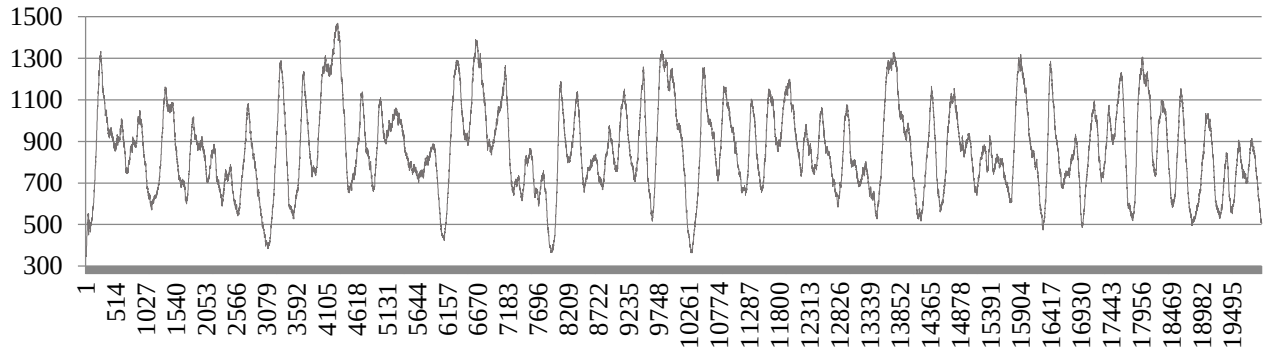


Рисунок 1. Численность землепашцев за 20000 периодов

Figure 1. The number of plowmen for 20000 periods

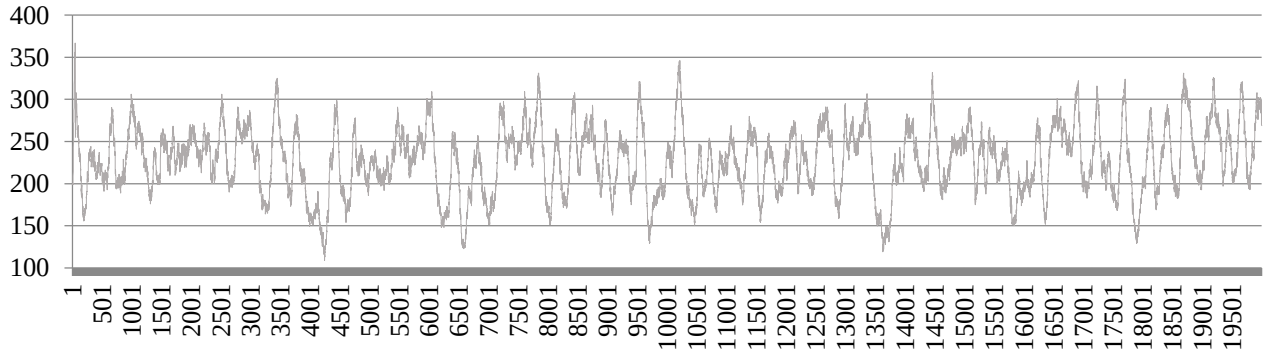


Рисунок 2. Численность кочевников за 20000 периодов

Figure 2. The number of nomads for 20000 periods

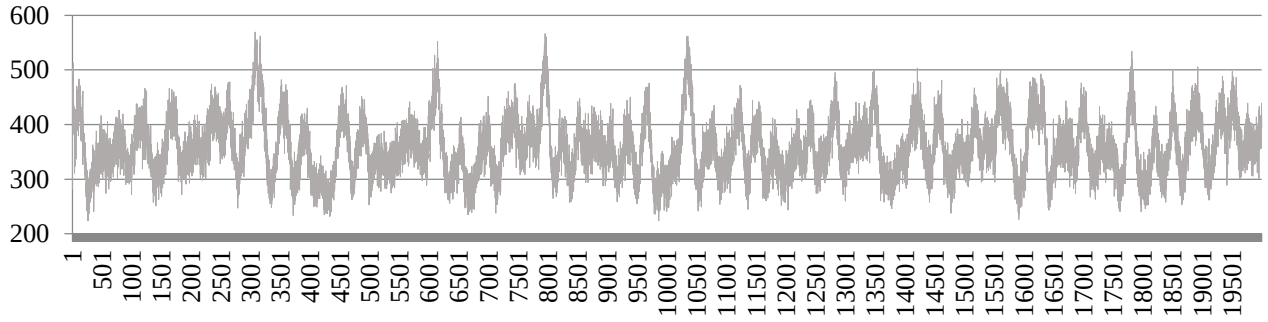


Рисунок 3. Численность ресурса за 20000 периодов

Figure 3. The number of resource for 20000 periods

Таблица 1.

Корреляционная матрица

Table 1.

Correlation matrix

	кочевники | nomads	землепашцы | husbandmen	ресурс | resource
кочевники | nomads	1	-0.4138	-0.0023
землепашцы | husbandmen	-0.4138	1	-0.7986
ресурс | resource	-0.0023	-0.7986	1

Вейвлет-преобразования. Ортогональный кратномасштабный анализ

Продемонстрируем теоретические моменты применения вейвлет-анализа. Вейвлет-анализ аналогичен преобразованию Фурье, однако имеет свои особенности. Данную часть постараемся описать кратко, не сильно вдаваясь в детали. Иллюстрировать будем все на примере вейвлета Хаара. Здесь мы опишем принцип вейвлет-разложения для случая ортогональных вейвлетов.

Рассуждения, которые мы будем здесь приводить, будут справедливы для случая ортонормированных вейвлетов. Более подробно с этой теорией можно ознакомиться в частности в книге [2].

Определение. Функция $\varphi(x)\in L^2(R)$ называется масштабирующей, если она может быть представлена в виде

$$\varphi(x)=\sqrt{2}\sum_{n\in Z}h_n\varphi(2x-n), \qquad (1)$$

где числа $h_n, n\in Z$ удовлетворяют условию $\sum_{n\in Z}|h_n|^2<\infty$.

Для каждого $j\in Z$ можно построить систему следующих функций $\varphi_{j,n}(x)=\sqrt{2^j}\varphi(2^j x-n), n\in Z$, которая будет ортонормированной системой функций (напоминаем, мы рассматриваем случай ортогональных в $L^2(R)$ вейвлетов). Для каждого фиксированного $j\in Z$ такие функции являются ортонормированным базисом подпространства V_j, эти пространства в свою очередь образуют бесконечную в обе стороны последовательность вложенных подпространств $\ldots\subset V_1\subset V_0\subset V_1\subset V_2\ldots\subset V_j\subset\ldots$, причем такую, что

$$\sum_{j=-\infty}^{\infty}V_j=\{0\} \quad \text{и} \quad \overline{\sum_{j=-\infty}^{\infty}V_j}=L^2(R). \qquad (2)$$

Для каждого из таких подпространств можно ввести операторы проектирования $P_j: L^2(R)\to V_j$, которые с возрастанием j дают все более точные приближения $P_j(f)$ элементов $f\in L^2(R)$,

$$P_j(f)=\sum_{n\in Z}(f,\varphi_{j,n})\varphi_{j,n}(x),$$

где $(f,\varphi_{j,n})$ – скалярное произведение в пространстве $L^2(R)$.

Число j характеризует уровень разрешения. Чем больше j, тем более мелкие носители имеют функции $\varphi_{j,k}(x)$ и тем более детально коэффициенты $(f,\varphi_{j,k})$ отражают свойства $f(x)$.

Отметим, что каждое подпространство V_j может быть разложено в прямую сумму ортогональных подпространств $V_j=V_{j-1}\oplus W_{j-1}$. Это разложение позволяет *j*-й уровень приближения P_j представить в виде суммы $P_j(f)=P_{j-1}(f)+P_{j-1}^W(f)$. В базисах пространств V_{j-1} и W_{j-1} имеем:

$$P_j(f)(x)=\sum_{k\in Z}a_{j-1,k}\varphi_{j-1,k}(x)+\sum_{k\in Z}d_{j-1,k}\psi_{j-1,k}(x),$$

где $a_{j-1,k}=(f,\varphi_{j-1,k})=\int_{-\infty}^{\infty}f(x)\overline{\varphi_{j-1,k}(x)}dx$ – коэффициенты аппроксимации (*j-1*) – го уровня разрешения, $d_{j-1,k}=(f,\psi_{j-1,k})=\int_{-\infty}^{\infty}f(x)\overline{\psi_{j-1,k}(x)}dx$ – детализирующие коэффициенты или коэффициенты детализации, $\{\psi_{j-1,k}\}_{k\in Z}$ – ортонормированный базис пространства W_{j-1}.

Очевидно, справедливо следующее разложение

$$P_j(f) = P_{j-1}(f) + P_{j-1}^W(f) = \\ = P_{j-2}(f) + P_{j-2}^W(f) + P_{j-1}^W(f).$$

Такое разложение можно совершать итерационно N раз, тогда получим

$$P_j(f) = P_{j-k}(f) + \sum_{k=1}^{N} P_{j-k}^W(f).$$

Вейвлет-анализ состоит из следующих шагов:

Выберем достаточно высокий уровень разрешения j, такой, что аппроксимация $P_j(f)$ достаточно точно отражает функцию f. Если работа ведется с числовым рядом, то значения коэффициентов разложения для оператора $P_j(f)$ приравниваются значениям рассматриваемого ряда.

Выбирается глубина разложения N и находятся коэффициенты разложения:

$$\left\{\left\{a_{j-N,k}\right\} \quad \left\{d_{j-N,k}\right\} \quad \left\{d_{j-(N-1),k}\right\},\ldots,\left\{d_{j-1,k}\right\}\right\}.$$

Функция $f(x)$ (или ряд) восстанавливается используя возможно измененные коэффициенты разложения:

$$f(x) = \sum_{k\in Z} a_{j-N,k}\varphi_{j-N,k}(x) + \\ + \sum_{k\in Z} d_{j-N,k}\psi_{j-N,k}(x) + \ldots + \sum_{k\in Z} d_{j-1,k}\psi_{j-1,k}(x).$$

В данной работе с помощью такого разложения мы будем корректировать рассматриваемые временные ряды. А именно, будут обнуляться коэффициенты детализации, соответствующие высоким частотам. Самые высокочастотные коэффициенты детализации – это $\left\{d_{j-1,k}\right\}_{k\in Z}$, следующие по высокочастотности коэффициенты – $\left\{d_{j-2,k}\right\}_{k\in Z}$ и т. д. После того, как несколько уровней коэффициентов детализации будут приравнены нулю (грубо говоря удалены «шумы»), исходный ряд будет восстановлен, но уже с учетом проделанной процедуры.

Вейвлет Хаара

Покажем работу алгоритма вейвлет-разложения на примере самого простого вейвлета – вейвлета Хаара.

Масштабирующая функция вейвлета Хаара имеет вид

$$\varphi_H(t) = \begin{cases} 1, & 0 \le t < 1, \\ 0, & \text{иначе.} \end{cases}$$

Очевидно условие (1) выполняется, так как

$$\varphi(x) = \varphi(2x) + \varphi(2x-1) = \\ = \sqrt{2}\left(\frac{1}{\sqrt{2}}\varphi(2x) + \frac{1}{\sqrt{2}}\varphi(2x-1)\right).$$

Соответственно $h_0 = h_1 = 1/\sqrt{2}$, для остальных $k \in Z,\ k \ne 0 u k \ne 1$ справедливо $h_k = 0.$

Очевидно, что для построенных с помощью такой масштабирующей функции подпространств $V_j,\ j \in Z$ условия (2) будут выполнены.

Определим $\left\{\psi_{j,k}\right\}_{k\in Z}$ - ортонормированный базис подпространства W_j, ортогонального пространству V_j. Не трудно видеть, что

$$\psi_{j,k}(x) = \begin{cases} \sqrt{2^j}, & 2^j x - k \in \left[0, \frac{1}{2}\right) \\ -\sqrt{2^j}, & 2^j x - k \in \left[\frac{1}{2}, 1\right) \\ 0, & 2^j x - k \notin [0,1) \end{cases}$$

Видно, что функции ψ_{j,k_1} и φ_{j,k_2} будут всегда ортогональны относительно скалярного произведения пространства $L^2(R)$ при любых k_1 и k_2 $(k_1 \ne k_2)$ из пространства Z.

Принцип действия проектора $P_j(f)$ в случае вейвлета Хаара достаточно прост – на участках где $\varphi_{j,k}(x)$ не равна нулю коэффициенты $a_{j,k}$ равны среднему значению функции f на этом участке

$$a_{j,k} = (f, \varphi_{j,k}) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x)\overline{\varphi_{j,k}(x)}dx = \\ = \sqrt{2^j}\int_{k/2^j}^{(k+1)/2^j} f(x)\,dx.$$

Аналогично определяются коэффициенты для оператора $P_j^W(f)$.

Для случая, когда у нас задан ряд $\{f_k\}_{k=1}^N$ вместо функции f, коэффициенты оператора $P_{j-1}(f)$ определяются с помощью правила арифметического среднего, примененного к коэффициентам оператора $P_j(f)$. Так, если в соответствии с пунктом 1) вышеописанного алгоритма, в качестве коэффициентов оператора $P_j(f)$ мы берем значения исходного ряда $\{f_k\}_{k=1}^N$, тогда коэффициенты оператора $P_{j-1}(f)$ будут определяться по следующему правилу (не ограничивая общности будем считать, что N – четно)

$$\{a_{j-1,k}\}_{k=1}^{N/2} = \left\{\frac{a_{j,1}+a_{j,2}}{2}, \frac{a_{j,3}+a_{j,4}}{2}, \ldots, \frac{a_{j,N-1}+a_{j,N}}{2}\right\} = \left\{\frac{f_1+f_2}{2}, \frac{f_3+f_4}{2}, \ldots, \frac{f_{N-1}+f_N}{2}\right\}.$$

Коэффициенты оператора $P_{j-1}^W(f)$ определяются по следующему правилу

$$\{d_{j-1,k}\}_{k=1}^{N/2} = \left\{\frac{a_{j,1}-a_{j,2}}{2}, \frac{a_{j,3}-a_{j,4}}{2}, \ldots, \frac{a_{j,N-1}-a_{j,N}}{2}\right\} = \left\{\frac{f_1-f_2}{2}, \frac{f_3-f_4}{2}, \ldots, \frac{f_{N-1}-f_N}{2}\right\}.$$

Аналогично, коэффициенты для операторов $P_{j-i}(f)$ и $P_{j-i}^W(f)$ определяются итерационно через коэффициенты оператора $P_{j-i+1}(f)$.

Соответственно восстановление коэффициентов проектора $P_{j-i+1}(f)$ осуществляется через коэффициенты проекторов $P_{j-i}(f)$ и $P_{j-i}^W(f)$ по следующему правилу:

$$a_{j-i+1,2k-1} = a_{j-i,k} + d_{j-i,k},$$
$$a_{j-i+1,2k} = a_{j-i,k} - d_{j-i,k}.$$

Применение вейвлет-анализа к результатам работы модели «кочевников» и «землепашцев»

Применим вейвлет-анализ к временным рядам, которые были получены в результате работы модели «кочевников» и «землепашцев» (см. [1]). А именно, мы будем анализировать временные ряды численности популяций обоих видов, «кочевников» и «землепашцев». Кроме этого, в анализе также будет участвовать временной ряд, характеризующий количество ресурса (пищи), которое в каждый момент времени присутствует в рассматриваемом ареале. Применим вейвлет-анализ к этим данным и сделаем качественные выводы.

К рассматриваемым временным рядам будем применять различные вейвлет-преобразования с целью выяснения вопроса – какие вейвлеты подходят лучше для анализа изучаемых данных?

На первом этапе проведем простой эконометрический анализ исходных данных. На имеющихся данных методом наименьших квадратов оценим следующую регрессию:

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 x_t^1 + \beta_2 x_t^2 + \varepsilon_t, \qquad (3)$$

где y_t – количество землепашцев в рамках ареале в каждый момент времени, x_t^1 – количество кочевников в каждый момент времени, x_t^2 – количество ресурса в каждый момент времени.

Длина временных рядов составляет равно 20000 периодов. Результаты применения регрессии видны в таблице 2.

Таблица 2.

Результаты регресси

Table 2.

Regression results

	Коэффициенты Coefficients	Стандартная ошибка Standard error	t-статистика t-stat	P-Значение P-value	Нижние (lower) 95%	Верхние (upper) 95%
β_0	2527,769	5,815146	434,6871	0	2516,3706	2539,1669
β_1	-2,20738	0,016166	-136,543	0	-2,239066	-2,175692
β_2	-3,25125	0,012416	-261,861	0	-3,275589	-3,226916

$R^2 = 0,81; \quad DW = 0,94$

Видно, что R^2 достаточно большой, однако тест Дарбина-Уотсона показывает наличие автокорреляции первого порядка, что мешает использовать ее для прогнозов. Отметим также, что проанализировав порядок автокорреляции можно утверждать, что он на много больше чем один.

Проведем вейвлет-анализ данных после чего применим методы эконометрики.

После применения вейвлет-преобразования ко всем трем временным рядам обнулим высокочастотные коэффициенты детализации и восстановим исходные временные ряды с учетом обнуленных коэффициентов. После этого проведем эконометрический анализ модифицированных временных рядов.

Начнем с само простого вейвлета, а именно с применения вейвлета Хаара. Глубину разложения выберем равную $N = 4$.

Выясним какие результаты получатся, если сначала приравнять к нулю коэффициенты детализации первого уровня $\left\{d_{j-1,k}\right\}_{k\in Z} = 0$. На следующем шаге приравниваем коэффициенты детализации первого и второго уровней $\left\{d_{j-1,k}\right\}_{k\in Z} = 0$ и $\left\{d_{j-2,k}\right\}_{k\in Z} = 0$ и на третьем шаге приравняем нулю коэффициенты детализации первых трех уровней $\left\{d_{j-1,k}\right\}_{k\in Z} = 0$, $\left\{d_{j-2,k}\right\}_{k\in Z} = 0$ и $\left\{d_{j-3,k}\right\}_{k\in Z} = 0$. На заключительном шаге проведем анализ, приравняв все коэффициенты детализации нулю.

И так, приравнивая к нулю коэффициенты детализации на первом уровне $\left\{d_{j-1,k}\right\}_{k\in Z} = 0$, с учетом этого восстановим временные ряды и оценим регрессию аналогичную регрессии (3)

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 x_t^1 + \beta_2 x_t^2 + \varepsilon_t.$$

Полученные результаты видны в таблице 3.

Приравняем коэффициенты детализации на первом и втором уровнях. Восстановив с учетом этого временные ряды и оценив регрессию получаем результаты, которые можно наблюдать в таблице 4.

На следующем шаге получаем результаты, изложенные в таблице 5.

На заключительном шаге имеем результаты, которые отражены в таблице 6.

Видим, что на каждом следующем шаге показатель R^2 увеличивается, а статистика DW уменьшается. Увеличение R^2 говорит об увеличении взаимозависимости исходных рядов, тогда как уменьшение DW свидетельствует об увеличении отрицательной автокорреляции.

Далее посмотрим, что изменится, если вместо вейвлета Хаара взять другие вейвлеты.

Рассмотрим вейвлет Добеши порядка 2. Как и в предыдущем случае глубину разложения возьмем равную $N = 4$. На первом шаге, приравняв $\left\{d_{j-1,k}\right\}_{k\in Z} = 0$ и восстановив временные ряды, имеем результаты таблицы 7.

На втором шаге, приравняв нулю следующий уровень коэффициентов детализации $\left\{d_{j-1,k}\right\}_{k\in Z} = 0$ и $\left\{d_{j-2,k}\right\}_{k\in Z} = 0$, получаем результаты в таблице 8.

На следующем шаге, при $\left\{d_{j-1,k}\right\}_{k\in Z} = 0$, $\left\{d_{j-2,k}\right\}_{k\in Z} = 0$ и $\left\{d_{j-3,k}\right\}_{k\in Z} = 0$, имеем результаты в таблице 9.

На последнем шаге, когда всех коэффициенты детализации равны нулю получаем результаты таблицы 10.

Таблица 3.

Результаты регресси

Table 3.

Regression results

	Коэффициенты Coefficients	Стандартная ошибка Standard error	t-статистика t-stat	P-Значение P-value	Нижние (lower) 95%	Верхние (upper) 95%
β_0	2615,36	5,1269	510,12	0	2605,3	2656,4
β_1	-2,2082	0,013959	-158,2	0	-2,2356	-2,1809
β_2	-3,4955	0,011113	-314,55	0	-3,5173	-3,4738

$R^2 = 0,86;\quad DW = 0,46$

Таблица 4.

Результаты регресси

Table 4.

Regression results

	Коэффициенты Coefficients	Стандартная ошибка Standard error	t-статистика t-stat	P-Значение P-value	Нижние (lower) 95%	Верхние (upper) 95%
β_0	2675,61	4,5483	588,26	0	2666,7	2684,5
β_1	-2,2091	0,012222	-180,75	0	-2,2331	-2,1852
β_2	-3,6634	0,009954	-368,03	0	-3,6829	-3,6439

$R^2 = 0,89; \quad DW = 0,22$

Таблица 5.

Результаты регресси

Table 5.

Regression results

	Коэффициенты Coefficients	Стандартная ошибка Standard error	t-статистика t-stat	P-Значение P-value	Нижние (lower) 95%	Верхние (upper) 95%
β_0	2718,85	4,0489	671,51	0	2710,9	2726,8
β_1	-2,2102	0,010794	-204,77	0	-2,2313	-2,47339
β_2	-3,7836	0,0089207	-424,14	0	-3,8011	-3,7661

$R^2 = 0,92; \quad DW = 0,095$

Таблица 6.

Результаты регресси

Table 6.

Regression results

	Коэффициенты Coefficients	Стандартная ошибка Standard error	t-статистика t-stat	P-Значение P-value	Нижние (lower) 95%	Верхние (upper) 95%
β_0	2747,77	3,6645	749,84	0	2740,6	2755,0
β_1	-2,2126	0,0097407	-227,15	0	-2,2317	-2,1935
β_2	-3,8629	0,0081143	-476,06	0	-3,8788	-3,8470

$R^2 = 0,93; \quad DW = 0,045$

Таблица 7.

Результаты регресси

Table 7.

Regression results

	Коэффициенты Coefficients	Стандартная ошибка Standard error	t-статистика t-stat	P-Значение P-value	Нижние (lower) 95%	Верхние (upper) 95%
β_0	2612,51	5,1518	507,11	0	2602,4	2622,6
β_1	-2,2087	0,014034	-157,39	0	-2,49752	-2,47339
β_2	-3,4872	0,01116	-312,48	0	-3,5091	-3,4653

$R^2 = 0,86; \quad DW = 0,40$

Таблица 8.

Результаты регресси

Table 8.

Regression results

	Коэффициенты Coefficients	Стандартная ошибка Standard error	t-статистика t-stat	P-Значение P-value	Нижние (lower) 95%	Верхние (upper) 95%
β_0	2675,4	4,5512	587,84	0	2666,5	2684,3
β_1	-2,2087	0,012223	-180,71	0	-2,2327	-2,1847
β_2	-3,6631	0,009959	-367,82	0	-3,6826	-3,6436

$R^2 = 0,89; \quad DW = 0,13$

Таблица 9.

Результаты регресси

Table 9.

Regression results

	Коэффициенты Coefficients	Стандартная ошибка Standard error	t-статистика t-stat	P-Значение P-value	Нижние (lower) 95%	Верхние (upper) 95%
β_0	2716,4	4,0843	665,09	0	2708,4	2724,4
β_1	-2,2081	0,010882	-202,92	0	-2,2295	-2,1868
β_2	-3,778	0,0089943	-420,05	0	-3,7956	-3,7604

$R^2 = 0,92; \quad DW = 0,04$

Таблица 10.

Результаты регресси

Table 10.

Regression results

	Коэффициенты Coefficients	Стандартная ошибка Standard error	t-статистика t-stat	P-Значение P-value	Нижние (lower) 95%	Верхние (upper) 95%
β_0	2743,5	3,7342	734,7	0	2736,2	2750,8
β_1	-2,212	0,0099155	-223,09	0	-2,2315	-2,1926
β_2	-3,8514	0,008257	-466,44	0	-3,8676	-3,8352

$R^2 = 0,93; \quad DW = 0,01$

Для вейвлетов Добеши с более высокими порядками и для других вейвлетов картина будет похожая. Таким образом исследование рассматриваемых временных рядов показало, что при удалении из временных ряда высокочастостных «шумов» с одной стороны взаимозависимость между этими данными увеличивается (R^2 увеличивается), с другой стороны наблюдается рост отрицательной автокорреляции ошибок. Наличие автокорреляции ошибок не позволяет нам использовать эту модель для осуществления прогнозов.

Заключение

Полученные результаты показывают, что проведенный вейвлет-анализ с одной стороны увеличивает коэффициент детерминации (R^2 соответствующих регрессий стремится к 1), с другой стороны статистика Дарбина-Уотсона становится хуже, т. е. наблюдается усиление автокорреляции ошибок (в нашем случае DW-статистика стремится к 0). Можно отметить следующую закономерность – чем выше R^2, тем ниже статистика DW. Наличие автокорреляции ошибок в регрессии не позволяет

нам использовать построенные эконометрические модели для предсказаний, однако автокорреляция не мешает нам судить о характере зависимостей (метод наименьших квадратов в такой ситуации дает несмещенные и состоятельные оценки коэффициентов β_0, β_1 и β_2). Низкое значение статистики Дарбина-Уотсона может означать, что построенная модель учитывает не все значимые факторы.

Таким образом получаем, что количество землепашцев в каждый момент времени достаточно хорошо объясняется количеством кочевников и количеством ресурса на ареале. Однако количество землепашцев и количество ресурса содержит в себе не достаточно информации для того, чтобы по ним можно было предсказать количество кочевников. Удалив высокочастотные шумы с помощью вейвлет-анализа эта ситуация не меняется, а скорее даже усиливается.

При ближайшем рассмотрении такая ситуация видится вполне закономерной, поскольку помимо численности кочевников и ресурса на ареале свое влияние могут оказывать возраст агентов, соотношение дикого и культурного ресурса (культурный ресурс – ресурс, произведенный землепашцем), кроме этого влияние оказывают некоторые качественные характеристики такие, например, как взаимное расположение агентов (в какие группы они объединены и как эти группы взаимодействуют друг с другом). Все эти характеристики очень сложно поместить в одну регрессию. Такое положение вещей соотносится с интуицией, поскольку в реальном мире, если каким либо образом сделать в нем разделение на «кочевников» и «землепашцев» (например если рассматривать древние века), то очевидно количество одних будет объяснять количество других, т. е. будет наблюдаться высокая корреляция, однако предсказывать одни характеристики по другим будет очень сложно, поскольку могут появляться факторы, которые трудно учесть (например такой фактор, как влияние личности в истории).

Еще один вывод, который можно сделать из проведенного анализа – это то, что, если оценивать по коэффициенту детерминации, то большинство вейвлетов дают примерно одинаковые результаты. Если смотреть одновременно на два показателя – на R^2 и на статистику Дарбина-Уотсона, то самым лучшим вейвлетом оказался вейвлет Хаара. Из этого можно сделать вывод, что исследуемые временные ряды не содержат так скажем шаблонных или одинаковых, повторяющихся во времени помех, от которых можно избавиться, применив наиболее удачный вейвлет.

ЛИТЕРАТУРА

1 Белоусов Ф.А. Модель сообществ с двумя способами воспроизводства продукта (модель "кочевников" и "землепашцев") // Экономика и математические методы. 2017. Т. 53. № 3. С. 93–109.

2 Смоленцев Н.К. Основы теории вейвлетов. Вейвлеты в MATLAB. М.: ДМК Пресс, 2005. 304 с.

3 Штарк Г.Г. Применение вейвлетов для ЦОС. М.: Техносфера, 2007. 192 с.

4 Астафьев Н.М. Вейвлет анализ: основы теории и примеры применения // Успехи физических наук. 1998. Т.166. № 11. С. 1145–1170.

5 Киселев А. Непрерывные вейвлет-преобразования в анализе бизнес-информации. URL: https://basegroup.ru/community/articles/wavelet-applications

6 Огородов А.П. Применение теории вейвлет-преобразований в исследовании финансовых временных рядов // Электроника информационные технологии. 2009. № 2(7). URL: http://fetmag.mrsu.ru/2009-3/pdf/Financial_transient_series.pdf

7 Осипов Д.С., Ковалентко Д.В., Файфер Л.А. Применение вейвлет преобразования для расчета мощности в системах электроснабжения при нестационарных режимах работы Инновации в науке: сб. ст. по материалам LI междунар. научн.-практ. конф. № 11(48). Ч. II. Новосибирск: СибАК, 2015. С.126-142.

8 Алексеев В.И. Анализ и прогнозирование циклических временных рядов с использованием вейвлетов и нейросетевых нечетких правил вывода // Вестник ЮГУ. 2013. №3. С. 3-10.

9 Гиш Т.А., Калмыков И.А., Дунин А.В., Калмыков М.И. и др. Реализация крупномасштабного анализа с использованием модулярных отказоустойчивых технологий. // Теория и техника радиосвязи. 2015. № 3. С. 11-19.

10 Конышев В.Ю., Максимов Н.А., Шаронов А.В. Вейвлет-анализ в задачах контроля и диагностики линейных динамических систем. // Труды МАИ. 2017. № 97. URL: https://mai.ru/upload/iblock/911/Konysheva_Maksimov_SHaronov_rus.pdf.

11 Подгорный С.А. Оценка точности аппроксимаций, полученных методом конечных элементов // Вестник ВГУИТ. 2013. №4. С. 31-34.

REFERENCES

1 Belousov F.A. Model of civilization with two types of reproduction product (model of nomads and plowmen). Ekonomika i matematicheskie metody [Economics and Mathematical Methods] 2017, vol. 53, no. 3, pp. 93–109. (in Russian)

2 Smolentsev N.K. Osnovy teorii veyvletov. Veyvlety v MATLAB. [Fundamentals of the theory of wavelets. Wavelets in MATLAB] Moscow, DMK Press, 2005. 304 p. (in Russian)

3 Shtark G.G. Primenenie veyvletov dlya COS [The use of wavelets for DSP] Moscow, Tehnosfera, 2007. 192 p. (in Russian)

4 Astafev N.M. Wavelet analysis: the basis of the theory and examples of application. Uspehi fizicheskih nauk. [Successes of physical sciences] 1998. vol. 166. no 11. pp. 1145–1170. (in Russian)

5 Kiselev A. Neprerivnie veyvlet-preobrazovaniya v analize biznes-informacii. [Continuous wavelet transforms in the analysis of business information] Available at: https://basegroup.ru/community/articles/ wavelet-applications. (in Russian)

6 Ogorodov A.P. Application of the theory of wavelet transformations in the study of financial time series. Jelektronika informacionnye tehnologii. [Electronics Information Technology] 2009, no. 2(7). Available at: http://fetmag.mrsu.ru / 2009–3/pdf/Financial_transient_series.pdf (in Russian)

7 Osipov D.S., Kovalenko D.V., Fajfer L.A. Application of wavelet transformation for power calculation in power supply systems in non-stationary operating modes. Innovacii v nauke: sb. st. po mater. LI mezhdunar. nauch. -prakt. konf. [Innovations in science] Novosibirsk, SibAK, 2015. pp. 126-142. (in Russian)

8 Alekseev V. I. Analysis and prediction of cyclic time series using wavelets and neural network fuzzy inference rules. Vestnik JuGU. [Herald of the SouthUU] 2013. no. 3. pp. 3-10. (in Russian)

9 Gish T.A., Kalmykov I.A., Dunin A.V., Kalmykov M.I. et al. Large-scaleanalisis realizationusing modular fault-tolerant technologies. Teoriya i tekhnika radiosvyazi [Radio communication theory and equipment] 2015, no 3. pp. 11-19. (in Russian)

10 Konyshev V.U., Maksimov N.A., Sharonov A.V. Wavelet analysis in problems of control and diagnostics of linear dynamical systems. Trudy MAI. [Proceedings of the MAI] 2017. no 97. URL: https://mai.ru/upload/iblock/911/ Konysheva_Maksimov_SHaronov_rus.pdf. (in Russian)

11 Podgornyi S.A. Evaluation of the accuracy of approximations obtained by finite element method. Vestnik VGUIT [Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies] 2013. no. 4. pp. 31-34. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Федор А. Белоусов , Лаборатория динамических моделей экономики и оптимизации, Центральный экономико-математический институт РАН, Нахимовский пр-т, 47, г. Москва, 117418, Россия, sky_tt@list.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Федор А. Белоусов Полностью подготовил рукопись и несет ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 22.01.2018

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 19.02.2018

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Fedor A. Belousov , Laboratory of Dynamic Models of Economics and Optimization, Central Economics and Mathematics Institute RAS, Nachimovsky prospect, 47, Miscow, 117418, Russia, sky_tt@list.ru

CONTRIBUTION

Fedor A. Belousov Completely prepared the manuscript and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The author declare no conflict of interest.

RECEIVED 1.22.2018

ACCEPTED 2.19.2018

Оригинальная статья/Original article

УДК 338.2

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-298-307

Индикативная оценка продовольственной безопасности Воронежской области

Галина В. Беляева [1] bgv@vsuet.ru
Татьяна И. Овчинникова [1] mih.goz@gmail.com
Елена Ю. Колесникова [1] elenakoles@yandex.ru
Ольга Ю. Коломыцева [1] olgakolom@yandex.ru

[1] Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Реферат. Продовольственная безопасность предполагает такое состояние экономики и АПК, при котором независимо от влияния различных внутренних и внешних факторов в полном объеме удовлетворяются потребности населения в продовольствии в соответствии с нормами потребления. Ведь уровень и качество питания во многом определяют продолжительность жизни населения и здоровье нации. Для оценки состояния продовольственной безопасности предлагаем использование следующих индикаторов: самообеспеченность продовольствием. Проанализирован уровень самообеспечения региона по отдельным видам продукции, уровень которого по отдельным видам сельхозпродукции определяется как отношение производства продукции на территории области к внутреннему ее потреблению. Рассмотрены данные о ресурсах и использовании молока и молочной продукции. Изучены данные о продовольственных ресурсах и их использовании на территории Воронежской области. Рассмотрен критерий, по которому оценивается уровень продовольственной безопасности – это экономическая доступность продовольствия, зависящий от уровня цен и реального размера доходов населения. Последний критерий – это безопасность продовольствия. Повышение уровня и качества жизни сельского населения, стабильное отечественное производство сельскохозяйственной продукции и продовольствия, сохранение природных ресурсов для аграрного производства составляют основу продовольственной безопасности. Установлено, что защита жизненно важных интересов российских потребителей не в полной мере соответствует необходимым требованиям. По уровню самообеспечения продовольствием Воронежская область имеет показатели, которые выше пороговых значений, установленных Доктриной продовольственной безопасности РФ. Фактическое потребление продуктов на душу населения не в полной мере соответствует рациональным нормам. По определенным группам продукции наблюдается как недостаток ее потребления, так и переизбыток.

Ключевые слова: продовольственная безопасность, Доктрина продовольственной безопасности, индикаторы, экономическая безопасность, агропромышленный комплекс

An indicative assessment of food security in the Voronezh Region

Galina V. Belyaeva [1] bgv@vsuet.ru
Tatiana I. Ovchinnikova [1] mih.goz@gmail.com
Elena Yu. Kolesnikova [1] elenakoles@yandex.ru
Olga Yu. Kolomytseva [1] olgakolom@yandex.ru

[1] Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Summary. Food security assumes a state of the economy and the agroindustrial complex, in which, regardless of the influence of various internal and external factors, the population's requirements for food in full compliance with consumption norms are fully met. After all, the level and quality of nutrition in many ways determine the life expectancy of the population and the health of the nation. To assess the state of food security, we suggest using the following indicators: self-sufficiency in food. The level of the region's self-sufficiency for certain types of products has been analyzed, the level of which is determined for certain types of agricultural products as the ratio of production in the region to its internal consumption. Data on the resources and use of milk and dairy products are considered. Data on food resources and their use in the territory of the Voronezh region were studied. The criterion for assessing the level of food security is the economic accessibility of food, depending on the level of prices and real income of the population. The last criterion is food safety. Raising the level and quality of life of the rural population, stable domestic production of agricultural products and food, preserving natural resources for agricultural production form the basis of food security. It is established that the protection of vital interests of Russian consumers does not fully meet the necessary requirements. In terms of self-sufficiency in food, the Voronezh Region has indicators that are above the thresholds set by the Doctrine of Food Security of the Russian Federation. The actual consumption of food per capita does not fully correspond to rational norms. For certain groups of products, there is both a lack of its consumption and an overabundance.

Keywords: food security, the doctrine of food security, indicators, economic security, agro-industrial complex

Для цитирования

Беляева Г.В., Овчинникова Т.И., Колесникова Е.Ю., Коломыцева О.Ю. Индикативная оценка продовольственной безопасности Воронежской области // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 1. С. 298–307. doi:10.20914/2310-1202-2018-1-298-307

For citation

Beljaeva G.V., Ovchinnikova T.I., Kolesnikova E.Ju., Kolomyceva O.Ju. An indicative assessment of food security in the Voronezh Region. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 1. pp. 298–307. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-1-298-307

Введение

В основе экономической безопасности лежит продовольственная безопасность общества. Проблема продовольственной безопасности достаточно сложная и многоаспектная, ее можно рассматривать как по отношению к отдельно взятому государству, так и на международном уровне. Данная проблема затрагивает не только интересы каждого человека, но и интересы, как региона, так и государства в целом.

Продовольственная безопасность предполагает такое состояние экономики и АПК, при котором независимо от влияния различных внутренних и внешних факторов в полном объеме удовлетворяются потребности населения в продовольствии в соответствии с нормами потребления. Ведь уровень и качество питания во многом определяют продолжительность жизни населения и здоровье нации [1].

Проблема обеспечения продовольственной безопасности имеет большое значение, так же как и национальная оборона, и общественная безопасность государства.

Действующая Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации, утвержденная Президентом РФ в 2010 году, в качестве критериев оценки предусматривает перечень основных видов продуктов питания.

Основная часть

Для оценки состояния продовольственной безопасности в качестве критерия определяется удельный вес отечественной сельскохозяйственной, рыбной продукции и продовольствия в общем объеме товарных ресурсов (с учетом переходящих запасов) внутреннего рынка соответствующих продуктов, имеющий пороговые значения в отношении:

- зерна – не менее 95%;
- сахара – не менее 80%;
- растительного масла – не менее 80%;
- мяса и мясопродуктов (в пересчете на мясо) – не менее 85%;
- молока и молокопродуктов (в пересчете на молоко) – не менее 90%;
- рыбной продукции – не менее 80%;
- картофеля – не менее 95%;
- соли пищевой – не менее 85%.

К данному выше списку продуктов Минсельхозом в 2015 году рекомендовалось добавить следующие пороговые значения:

- овощи – не менее 90%;
- фрукты и ягоды – не менее 70%.
- Для анализа уровня продовольственной безопасности необходимо использовать общепринятые критерии:
- самообеспеченность продовольствием;
- физическая доступность продуктов питания для потребителей;
- экономическая доступность продовольственной продукции;
- безопасность продовольствия.

Проанализируем уровень самообеспечения региона по отдельным видам продукции. Уровень самообеспечения региона по отдельным видам сельхозпродукции определяется как отношение производства продукции на территории области к внутреннему ее потреблению (без учета переходящих запасов).

Внутреннее потребление включает: производственное потребление, личное потребление (фонд потребления), потери продукции, переработку на непищевые цели [3].

В настоящее время самой проблемы физической доступности продовольствия, как это было в конце 1980-х начале 90-х годов, не существует.

Департаментом аграрной политики Воронежской области были приведены следующие данные по уровню самообеспечения региона продовольствием, которые отражены в таблице 1.

Таблица 1.

Уровень самообеспечения сельскохозяйственной продукцией за 2015 год

Table 1.

The level of self-sufficiency in agricultural products for 2015

Наименование / Name	Пороговое значение Threshold value , %	Уровень самообеспечения Self-sustainment level , %
Мясо и мясопродукты в пересчете на мясо, кг Meat and meat products in terms of meat, kg	85	104,5
Молоко и молочные продукты в пересчете на молоко, кг в год Milk and milk products in terms of milk, kg per year	90	125,2
Яйца и яйцепродукты, штук в год Eggs and egg products, pieces per year	–	118,1
Сахар, кг Sugar, kg	80	87
Масло растительное, кг Vegetable oil, kg	80	84,9.
Картофель, кг Potatoes, kg	95	106,1.
Овощи, кг Vegetables, kg	95	96
Фрукты и ягоды, кг Fruits and berries, kg	70	68

Уровень самообеспечения продовольствием по Воронежской области имеет высокие показатели. Пороговое значение, установленное в соответствии с Доктриной продовольственной безопасности РФ, превышено практически по всем видам продукции. Уровень самообеспечения фруктами и ягодами имеет значение, которое ниже порогового на 2 пункта. Высокий уровень самообеспечения такими продуктами как мясо и мясопродукты, молоко и молочные продукты связан, прежде всего, с увеличением в 2015 году поголовья крупного рогатого скота и свиней.

Рассмотрим статистические данные растениеводства на территории Воронежской области. В их составе выделяют статистику посевных площадей и статистику валового сбора и урожайности сельскохозяйственных культур.

Стратегической целью развития сельского хозяйства является превращение области в высокотехнологичный экспортно-ориентированный сельскохозяйственный регион.

От посевных площадей и урожайности сельскохозяйственных культур зависит валовой сбор продукции растениеводства. Следовательно, изначально изучим данные о размерах посевных площадей сельскохозяйственных культур, которые представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Посевные площади сельскохозяйственных культур, тыс. га

Table 2.

Sown areas of agricultural crops, thousand hectares

	2013	2014	2015	2013–2014 гг.		2014–2015 гг.	
				абс.	отн.	абс.	отн.
Все посевные площади, в т. ч. культуры: All cultivated areas, including crops:	2550,9	2548,6	2590,5	-2,3	-0,1	-2,3	-0,1
Зерновые Cereals	1459,3	1425,0	1453,6	-34,3	-2,4	-34,3	-2,4
картофель и овощебахчевые Potatoes and vegetables	123,8	121,9	121,8	-1,9	-1,5	-1,9	-1,5
Кормовые Fodder	329,9	352,4	335,8	22,5	6,8	22,5	6,8
Технические technical	637,9	649,3	679,3	11,4	1,8	11,4	1,8

Посевная площадь – это участки пахотных земель, занятые под посевами разнообразных сельскохозяйственных культур. Посевные площади распределяются (классифицируются) по различным качественным признакам: биологическим особенностям культур, производственному назначению, учетным категориям и др. По производственному назначению сельскохозяйственные культуры подразделяются на следующие группы: зерновые и зернобобовые, технические, картофель и овощебахчевые, кормовые [4, 7–10].

В данной таблице мы проанализируем посевную площадь зерновых, картофель и овощебахчевых, кормовых и технических культур на территории Воронежской области в период с 2013 по 2015 гг. Как мы видим, в 2014 году уменьшилась посевная площадь зерновых культур на 34,3 тыс. га (или на 2,4%), картофеля и овощебахчевых культур на 1,9 тыс. га (или на 1,5%). Увеличилась посевная площадь кормовых культур на 22,5 тыс. га (или на 6,8%), технических культур на 11,4 тыс. га (или на 1,8%). В совокупности вся посевная площадь сократилась на 2,3 тыс. га (или на 0,1%) по сравнению с 2013 годом и составила 2548,6 тыс. га.

Посевные площади сельскохозяйственных культур в Воронежской области в период 2014–2015 гг. увеличились на 1,6% и составили 2590,5 тыс. га, что на 41,9 тыс. га больше, чем в 2014 году. Это произошло путем увеличения посевных площадей для зерновых культур – 1453,6 тыс. га, что на 28,6% тыс. га (или на 2%) больше, чем в 2014 году, а также увеличения посевных площадей для технических культур на 30 тыс. га (или на 4,6%) – 679,3 тыс. га в 2015 году. Но за анализируемый период произошло уменьшение на 0,1 тыс. га посевных площадей для картофеля и овощебахчевых культур – 121,8 тыс. га, а также кормовых культур на 4,7% – 335,8 тыс. га в 2015 году. Соответственно, в 2015 году ожидается рост сбора урожая зерновых и технических культур.

В дальнейшем проанализируем данные об урожайности сельскохозяйственных культур с убранной площади на территории Воронежской области, которые представлены в таблице 3.

Таблица 3.

Урожайность сельскохозяйственных культур с убранной площади, центнеров с 1 га

Table 3.

Crop yield from the harvested area, centners from 1 hectare

	2013	2014	2015	2013–2014 гг.		2014–2015 гг.	
				абс.	отн.	абс.	отн.
Зерно (в весе после доработки) Grain (in weight after completion)	27,3	32,4	30,0	5,1	18,7	5,1	18,7
Сахарная свекла Sugar beet	439,0	395,0	437,0	-44,0	-10,0	-44,0	-10,0
Подсолнечник Sunflower	22,8	21,0	23,0	-1,8	-7,9	-1,8	-7,9
Картофель Potatoes	180,0	183,0	187,0	3,0	1,7	3,0	1,7

Урожайность сельскохозяйственных культур – основной фактор, который определяет объем производства продукции растениеводства. Поэтому данному показателю уделяется большое внимание.

Подразделяют факторы изменения урожайности на природно-климатические и экономические [5]. К природно-климатическим относят:

- плодородие почвы;
- механический состав почвы;
- рельеф местности;
- температурный режим;
- уровень грунтовых вод;
- количество осадков и др.
- К экономическим факторам относят:
- количество, качество и структура вносимых удобрений;
- качество и сроки выполнения всех полевых работ;
- качество посевного материала;
- изменение сортового состава посевов;
- известкование и гипсование почвы;
- борьба с болезнями и вредителями растений и др.

Показатели урожайности сельскохозяйственных культур с убранной пощади в хозяйствах всех категорий по Воронежской области представлены в данной таблице за 2013–2015 гг. В течение 2014 года произошел рост урожайности с убранной площади следующих сельскохозяйственных культур: зерна (в весе после доработки) на 5,1 ц/га (или на 18,7%), картофеля на 3 ц/га (или на 1,7%) и овощей на 12 ц/га (или на 5,8%). По двум видам сельскохозяйственных культур произошел спад урожайности. Урожайность сахарной свеклы сократилась на 44 ц/га (или на 10,0%) и подсолнечника на 1,8%. Это может быть связано как с размером посевных площадей указанных культур, так и с погодными условиями в 2014 году.

За 2014–2015 гг. практически по всем сельскохозяйственным культурам наблюдается рост урожая. Так, в 2015 году сахарной свеклы собрали 437 центнеров, что на 42 центнера (или на 10,6%) больше, чем в предыдущем году. Так же подсолнечника было собрано 24,1 центнера – это на 3,1 центнера (или на 14,8%) больше, чем в 2014 году. Урожайность картофеля так же увеличилась по сравнению с прошлым годом и составила в 2015 году 187 центнеров. Этот показатель увеличился на 4 центнера (или на 2,2%). Овощей в 2015 году собрано 228 центнеров – это на 8 центнеров (или на 3,6%) больше, чем аналогичный показатель 2014 года. Анализируя данные об урожайности зерна в весе после доработки, мы видим, что за исследуемый период данное значение сократилось на 7,4% (или на 2,4 центнера) и составило 30 центнеров с 1 га убранной земли, несмотря на то, что посевная площадь зерновых культур в 2015 году увеличилась на 28,6 тыс. га.

В таблице 4 приведены данные о валовом сборе продуктов растениеводства на территории Воронежской области.

Таблица 4.

Валовой сбор продуктов растениеводства, тыс. т.

Table 4.

Gross harvest of plant products, thousand tons

	2013	2014	2015	2013–2014 гг.		2014–2015 гг.	
				абс.	отн.	абс.	отн.
Зерно (в весе после доработки) Grain (in weight after completion)	3814,6	4472,7	4253,7	658,1	17,3	658,1	17,3
Сахарная свекла Sugar beet	4455,7	3973,2	4916,2	-482,5	-10,8	-482,5	-10,8
Подсолнечник Sunflower	1041,0	940,8	1054,1	-100,2	-9,6	-100,2	-9,6
Картофель Potatoes	1751,8	1761,7	1809,4	9,9	0,6	9,9	0,6
Овощи Vegetables	475,6	499,4	514,8	23,8	5,0	23,8	5,0
Плоды и ягоды Fruits and berries	141,6	119,7	118,0	-21,9	-15,5	-21,9	-15,5

Анализируя объем валового сбора продуктов растениеводства по воронежской области в период с 2013–2015 гг. можно сделать следующие выводы. В 2014 году увеличился сбор зерна (в весе после доработки) на 658,1 тыс. т. (или на 17,3%), картофеля на 9,9 тыс. т. (или на 0,6%) и овощей на 23,8 тыс. т. (или на 5,0%) по сравнению с аналогичными данными 2013 года. в указанный период значительно сократился валовой сбор сахарной свеклы на 482,5 тыс. т. (или на 10,8%), подсолнечника на 100,2 тыс. т. (или на 9,6%), а также плодов и ягод на 21,9 тыс. т. (или на 15,5%).

В 2015 году ситуация изменилась. Мы видим, что в период 2014–2015 гг. увеличился валовой сбор сахарной свеклы на 943 тыс. т. (или на 23,7%), подсолнечника на 113,3 тыс. т. (или на 12%), картофеля на 47,7 тыс. т. (или на 2,7%), а также овощей на 15,4 тыс. т. (или на 3,1%). Валовой сбор зерна (в весе после доработки) уменьшился на 219 тыс. т. (или на 4,9%), плодов и ягод на 1,7 тыс. т. (или на 1,4%). На протяжении всего исследуемого периода наблюдается сокращение объема валового сбора плодов и ягод.

Воронежская область в 2015 году занимает 11 место в Российской Федерации по валовому сбору продуктов растениеводства и 7 место по сбору плодов и ягод.

Так же следует проанализировать данные о поголовьях основных видов животноводства и о производстве отдельных видов продукции в хозяйствах всех категорий на территории Воронежской области в период с 2013 по 2015 гг. Данные о поголовьях приведены в таблице 5.

Таблица 5.

Поголовье основных видов продуктов животноводства

Table 5.

Livestock of the main types of livestock products

	2013	2014	2015	2013–2014 гг.		2014–2015 гг.	
				абс.	отн.	абс.	отн.
Поголовье крупного рогатого скота, тыс. голов Number of cattle, thousand heads	428,6	451,1	462,9	22,5	5,2	22,5	5,2
Поголовье свиней, тыс. голов Number of pigs, thousand heads	510,3	504,6	638,6	-5,7	-1,1	-5,7	-1,1
Поголовье овец и коз, тыс. голов Number of sheep and goats, thousand heads	203,0	230,9	244,6	27,9	13,7	27,9	13,7
Поголовье скота и птиц на убой, тыс. тонн (в убойном весе) Livestock and poultry for slaughter, thousand tons (slaughter weight)	253,1	216,1	231,1	-37,0	-14,6	-37,0	-14,6

Изучив данные о животноводстве на территории Воронежской области в период с 2013–2015 гг. можно сделать следующие выводы. В 2014 году поголовье крупного рогатого скота увеличилось на 22,5 тыс. голов (или на 5,25) – 451,1 тыс. г., в 2015 году так же последовало увеличение на 11,8 тыс. г. (или на 2,6%) – 462,9 тыс. г. по сравнению с прошлым годом.

Поголовье свиней наоборот сократилось в 2014 году на 5,7 тыс. г. (или на 1,1%) – 504,6 тыс. г., но в 2015 году ситуация изменилась и поголовье свиней возросло на 134 тыс. г. (или на 26,6%) – 638,6 тыс. г. Рост числа поголовья связан с созданием в регионе мясного и молочного кластеров.

В течение всего анализируемого периода поголовье овец и коз увеличивалось в 2014 году на 27,9 тыс. г. (или на 13,7%) – 230,9 тыс. г., а в 2015 году на 13,7 тыс. г. (или на 5,9%) – 244,6 тыс. г. Число поголовья скота и птиц на убой (в убойном весе) в 2014 году сократилось на 37 тыс. т. (или на 14,6%) – 216,1 тыс. т., а в 2015 году возросло на 15 тыс. т. (или на 6,9%) – 231,1 тыс. т.

По количеству поголовья крупного рогатого скота Воронежская область в 2015 году занимает 4 место, поголовья свиней – 6 место, поголовья овец и коз – 20 место, поголовья скота и птиц на убой (в убойном весе) – 13 место среди других областей Российской Федерации.

Изучим данные о продовольственных ресурсах и их использовании на территории Воронежской области. Данные о балансе использования ресурсов мяса и мясопродуктов представлены в таблице 6.

Таблица 6.

Ресурсы и использование мяса и мясопродуктов, тыс. т.

Table 6.

Resources and use of meat and meat products, thous

	2013	2014	2015	2013–2014 гг.		2014–2015 гг.	
				абс.	отн.	абс.	отн.
1. Ресурсы Resources							
Запасы на начало года Inventories at the beginning of the year	14,2	16,7	14,8	2,5	17,6	-1,9	-11,4
Производство Production	253,1	216,1	231,1	-37,0	-14,6	15,0	6,9
Ввоз, включая импорт Import, including import	115,9	130,8	135,5	14,9	12,9	4,7	3,6
Итого ресурсов Total resources	383,2	363,6	381,4	-19,6	-5,1	17,8	4,9
2. Использование Use							
Производственное потребление Production consumption	2,0	2,2	1,0	0,2	10,0	-1,2	-54,5
Потери Losses	0,9	0,7	0,7	-0,2	-22,2	0	–
Вывоз, включая экспорт Export, including exports	151,4	139,5	156,2	-11,9	-7,9	16,7	12,0
Личное потребление Personal consumption	212,2	206,4	208,9	-5,8	-2,7	2,5	1,2
Запасы на конец года End of year reserves	16,7	14,8	14,6	-1,9	-11,4	-0,2	-1,4

Рассмотрев данные о ресурсах и использовании мяса и мясопродуктов на территории Воронежской области за период 2013–2015 гг. можно сделать следующие выводы. С 2013–2014 гг. общее число ресурсов сократилось на 19,6 тыс. т. (или на 5,1%) – 363,6 тыс. т., уменьшилось производство мяса и мясопродуктов на 37 тыс. т. (или на 14,6%) – 261,1 тыс. т. Запасы на начало 2014 года были на 2,5 тыс. т. (или на 17,6%) больше, чем на начало 2013 года. В 2014 году увеличился ввоз данной продукции, включая импорт, на 14,9 тыс. т. (или на 12,9%) на территорию Воронежской области.

Анализируя данные об использовании ресурсов мяса и мясопродуктов, можем сказать, что в 2014 году практически по всем этапам использования наблюдается уменьшение значения данных. В течении указанного периода только увеличилось производственное потребление на 0,2 тыс. т. (или на 10%) – 2,2 тыс. т.

Потери ресурсов сократились на 0,2 тыс. т. (или на 22,2%) – 0,7 тыс. т., вывоз, включая экспорт, на 11,9 тыс. т. (или на 7,9%) – 139,5 тыс. т., личное потребление на 5,8 тыс. т. (или на 2,7%) – 206,4 тыс. т. Таким образом, запасы ресурсов мяса и мясопродуктов на конец 2014 года были на 1,9 тыс. т. (или на 11,4%) меньше, чем в 2013 году – 14,8 тыс. т. Соответственно, запасы на начало 2015 года – 14,8 тыс. т.

В период с 2014–2015 гг. увеличилось общее число ресурсов на 17,8 тыс. т. (или на 4,9%) – 381,4 тыс. т., производство мяса и мясопродуктов на 15 тыс. т. (или на 6,9%), а также ввоз данной продукции, включая импорт, на 4,7 тыс. т. (или на 3,6%) – 135,5 тыс. т.

Исследовав использование данных ресурсов на территории воронежской области, можно сказать, что увеличился объем вывозимой продукции, включая экспорт, на 16,7 тыс. т. (или на 12,0%) – 156,2 тыс. т., личное потребление ресурсов на 2,5 тыс. т. (или на 1,2%) – 208,9 тыс. т. Производственное потребление уменьшилось на 1,2 тыс. т. (или на 54,5%). Неизменным осталось значение потерь ресурсов как в 2014 году, так и в 2015 году это значение равно 0,7 тыс. т. Соответственно, запасы мяса и мясопродуктов на конец 2015 сократились на 1,4% (или на 0,2 тыс. т.) – 14,6 тыс. т. Следовательно, на начало 2016 года запасы мяса и мясопродуктов будут на 1,4% меньше, чем аналогичный показатель 2015 года.

Далее рассмотрим данные о ресурсах и использовании молока и молочной продукции, которые представлены в таблице 7.

Таблица 7.

Ресурсы и использование молока и молокопродуктов, тыс. т.

Table 7.

Resources and use of milk and dairy products, thous.

	2013	2014	2015	2013–2014 гг.		2014–2015 гг.	
				абс.	отн.	абс.	отн.
1. Ресурсы Resources							
Запасы на начало года Inventories at the beginning of the year	23,6	23,3	22,5	-0,3	-1,3	-0,8	-3,4
Производство Production	755,9	788,5	807,7	32,6	4,3	19,2	2,4
Ввоз, включая импорт Import, including import	397,1	323,3	337,4	-73,8	-18,6	14,1	4,4
Итого ресурсов Total resources	1176,6	1135,1	1167,6	-41,5	-3,5	32,5	2,9
2. Использование Use							
Производственное потребление Production consumption	93,2	92,8	87,6	-0,4	-0,4	-5,2	-5,6
Потери Losses	0,9	0,4	0,4	-0,5	-55,6	0	–
Вывоз, включая экспорт Export, including exports	433,4	390,5	431,6	-42,9	-9,9	41,1	10,5
Личное потребление Personal consumption	625,8	628,9	628,6	3,1	0,5	-0,3	-0,05
Запасы на конец года End of year reserves	23,3	22,5	19,4	-0,8	-3,4	-3,1	-13,8

Общее число ресурсов в 2014 году сократилось по сравнению с аналогичным показателем 2013 года на 3,5% (или на 41,5 тыс. т.) и составило 1135,1 тыс. т. Из них запасы на начало года – 23,3 тыс. т., которые увеличились на 1,3% (или на 0,3 тыс. т.) по сравнению с 2013 годом, производство – 788,5 тыс. т., что на 4,3% (или на 32,6 тыс. т.) больше, чем в прошлом году, ввоз, включая импорт – 323,3 тыс. т., что на 18,6% (или на 73,8 тыс. т.) меньше аналогичного показателя 2013 года.

Проанализировав данные об использовании указанных ресурсов, можно сказать о том, что на протяжении 2014 года произошло сокращение производственного потребления на 0,4% (или на 0,4 тыс. т.) – 92,8 тыс. т., потерь ресурсов на 55,6% (или на 0,5 тыс. т.) – 0,4 тыс. т., вывоза продукции, включая экспорт, 9,9% (или на 42,9 тыс. т.) – 390,5 тыс. т., а так же увеличение личного потребления ресурсов на 0,5% (или на 3,1 тыс. т.) – 628,9 тыс. т. Таким образом, запасы на конец 2014 года имели значение 22,5 тыс. т., что на 3,4% (или на 0,8 тыс. т.)

меньше, чем аналогичный показатель 2013 года. Соответственно, запасы на начало 2015 года равны 22,5 тыс. т.

Общее количество ресурсов в 2015 году увеличилось на 32,5 тыс. т. (или на 2,9%) – 1167,6 тыс. т. Из них собственное производство – 807,7 тыс. т., что на 19,2 тыс. т. (или на 2,4%) больше, чем в 2014 году, ввоз продукции, включая импорт – 337,4 тыс. т., что на 14,1 тыс. т. (или на 4,4%) больше аналогичного показателя 2014 года.

Исследуя данные об использовании ресурсов молока и молокопродуктов в течение 2014–2015 гг. можно сделать следующие выводы. Производственное потребление в 2015 году составило 87,6 тыс. т., что на 5,2 тыс. т. (или на 5,6%) меньше, чем в прошлом году, личное потребление уменьшилось на 0,3 тыс. т. (или на 0,05%) и составило 628,6 тыс. т. Вывоз продукции, включая экспорт, увеличился на 41,1 тыс. т. (или на 10,5%) – 431,6 тыс. т. В 2015 году неизменными остались потери ресурсов – 0,4 тыс. т. Таким образом, запасы на конец 2015 года составили 19,4 тыс. т. Соответственно, запасы на начало 2016 года – 19,4 тыс. т., что на 3,1 тыс. т. (или на 13,8%) меньше, чем в 2015 году.

Таким образом, мы видим тенденцию уменьшения располагаемых на территории Воронежской области ресурсов молока и молокопродуктов.

В таблице 8 представлены данные о ресурсах и использовании яиц и яйцепродуктов на территории Воронежской области в период 2013–2015 гг.

Таблица 8.

Ресурсы и использование яиц и яйцепродуктов, млн шт.

Table 8.

Resources and use of eggs and egg products, million

	2013	2014	2015	2013–2014 гг.		2014–2015 гг.	
				абс.	отн.	абс.	отн.
1. Ресурсы Resources							
Запасы на начало года Inventories at the beginning of the year	33,5	38,3	41,1	4,8	14,3	2,8	7,3
Производство Production	856,9	930,6	882,2	73,7	8,6	-48,4	-5,2
Ввоз, включая импорт Import, including import	198,7	173,2	192,5	-25,5	-12,8	19,3	11,1
Итого ресурсов Total resources	1089,1	1142,1	1115,8	53,0	4,9	-26,3	-2,3
2. Использование Use							
Производственное потребление Production consumption	103,4	103,9	92,6	0,5	0,5	-11,3	-10,9
Потери Losses	1,2	0,3	0,2	-0,9	-75,0	-0,1	-33,3
Вывоз, включая экспорт Export, including exports	168,2	209,2	196,0	41,0	24,4	-13,2	-6,3
Личное потребление Personal consumption	778,0	787,6	788,3	9,6	1,2	0,7	0,1
Запасы на конец года End of year reserves	38,3	41,1	38,7	2,8	7,3	-2,4	-5,8

Проанализировав данные о ресурсах и использовании яиц и яйцепродуктов на территории Воронежской области в период с 2013–2015 гг., можно сделать следующие выводы. В период с 2013 по 2014 г. количество располагаемых ресурсов яиц увеличилось на 53 млн шт. (или на 4,9%) – 1142,1 млн шт. Из них запасы на начало 2014 года – 38,3 млн шт. (на 14,3% больше, чем в прошлом году), собственное производство – 930,6 млн шт. (на 8,6% больше), ввоз, включая импорт – 173,2 млн шт. (на 12,8% меньше).

Исследуя данные об использовании яиц и яйцепродуктов, можно сказать, что за анализируемый период произошло увеличение производственного потребления на 0,5% – 103,9 млн шт., объема вывозимых ресурсов, включая экспорт, на 24,4%, личного потребления на 1,2%. Уменьшились потери ресурсов на 75% и составили 0,2 млн шт. Запасы на конец 2014 года – 41,1 млн шт.

Следовательно, запасы на начало 2015 года составили 41,1 млн шт., что на 7,3% больше, нежели чем на начало 2014 года. Собственное производство в 2015 году сократилось на 48,4 млн шт. (или на 5,2%). Выросло количество ввозимой продукции, включая импорт, на 19,3 млн шт. (или на 11,1%). Общее количество располагаемых ресурсов имеет значение 1115,8 млн шт., что на 26,3 млн шт. (или на 2,3%) меньше, чем в прошлом году.

Исследовав данные об использовании указанных ресурсов, можно сказать, что в 2015 году производственное потребление сократилось на 11,3 млн шт. (или на 10,9%), потери на 0,1 млн шт. (тили на 33,3%) – 0,2 млн шт., количество вывозимых ресурсов, включая экспорт, на 13,2 млн шт. (или на 6,3%) – 196 млн шт. Увеличилось личное потребление ресурсов на 0,7 млн шт. (или на 0,1%) –

788,3 млн шт. В общей сложности на использование ушло 1077,1 млн шт. яиц и яйцепродуктов.

Таким образом, запасы на конец 2015 года – 38,7 млн шт. На начало 2016 года запасы данных ресурсов – 38,7 млн шт., что на 2,4 млн шт. (или на 5,8%) меньше, чем аналогичный показатель 2014 года.

В таблице 9 дана информация о производстве отдельных видов продукции в хозяйствах всех категорий на территории Воронежской области.

Таблица 9.

Производство отдельных видов продукции в хозяйствах всех категорий

Table 9.

Production of certain types of products in farms of all categories

	2013	2014	2015	2013–2014 гг.		2014–2015 гг.	
				абс.	отн.	абс.	отн.
Молоко, тыс. тонн Milk, thousand tons	755,9	788,5	807,7	32,6	4,3	19,2	2,4
Яиц, млн штук Eggs, million pieces	856,9	930,6	882,2	73,7	8,6	-48,4	-5,2
Шерсть, тонн Wool, tons	337,0	357,0	400,0	20,0	5,9	43,0	12,0
Мед, тонн Honey, tons	1925,0	1884,0	1304,0	-41,0	-2,1	-580,0	-30,8
Мясо Meat	-	216,1	231,1	-	-	15,0	6,9

В 2014 году увеличилось производство такой продукции, как молока на 32,6 тыс. т. (или на 4,3%) – 788,5 тыс. т., яиц на 73,7 млн шт. (или на 8,6%) – 930,6 млн шт., шерсти на 20 тонн (или на 5,9%) – 357 тонн.

Производство меда уменьшилось на 41 тонну (или на 2,1%) по сравнению с данными 2013 года. В 2015 году увеличилось производство следующих продуктов: молока на 19,2 тыс. т. (или на 2,4%) – 807,7 тыс. т., шерсти на 43 тонны (или на 12%) – 400 тонн и мяса в убойном весе на 15 тыс. т. (или на 6,9%) – 231,1 тыс. т. Значительно сократилось производство меда на 580 тонн (или на 30,8%) – 1304 тонны и яиц на 48,4 млн шт. (или на 5,2%) – 882,2 млн шт.

По производству молока в 2015 году Воронежская область занимает 7 место, яиц – 21 место, шерсти – 21 место, меда – 13 место среди других областей Российской Федерации.

Приказом Министерства Здравоохранения РФ № 614 от 19.08.2016 «Об утверждении рекомендаций по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания» [2] установлены следующие нормы потребления продуктов питания, которые представлены в таблице 10.

Рассмотрим следующий критерий, по которому оценивается уровень продовольственной безопасности – это экономическая доступность продовольствия. Она зависит от уровня цен и реального размера доходов населения. Индексы потребительских цен в период с 2013 года по 2015 год представлены ниже в таблице 11.

Таблица 10.

Рациональные нормы потребления на душу населения, кг/год

Table 10.

Rational consumption per capita, kg/year

	Мясо meat	Молоко milk	яйца, шт. eggs, pcs.	Сахар sugar	масло растит. oil is growing	Картофель potatoes	Овощи vegetables	Хлеб bread
Рациональная норма Rational norm	73	325	260	24	12	90	140	96

Таблица 11.

Индексы потребительских цен на отдельные продовольственные товары

Table 11.

Consumer price indices for selected food products

Наименование Name	2013	2014	2015
Мясо и птица Meat and poultry	98.8	126.1	99.4
Масло подсолнечное Sunflower oil	94.1	108.9	142.6
Молоко и молочная продукция Milk and dairy products	117.0	115.1	112.2
Яйца Eggs	134.9	107.2	110.3
Сахар Sugar	103.5	143.7	117.5
Хлеб и хлебобулочные изделия Bread and bakery products	106.9	101.3	120.0
Плодоовощная продукция, включая картофель Fruit and vegetable products, including potatoes	106.2	125.6	116.8

Индекс потребительских цен (или индекс Ласпейриса) представляет собой отношение цены товара в текущем году к его цене предыдущего года и является одним из основных показателей инфляции. По основным группам продовольственных товаров в 2013 году происходил рост цен в основном не превышающий уровня в 8,1% (среднее значение), за исключением определенных товаров. Так молоко и молочная продукция подорожала на 17%, яйца подорожали на 34,9% – самое высокий подъем цены за 2013 год.

В 2014 году среднее значение ИПЦ по указанным видам товаров – 118,3%. При этом высокий подъем цены наблюдается у сахара – на 43,7% в течение года. В 2015 году среднее значение ИПЦ по данным товарам – 117%. За этот год больше всего подорожало подсолнечное масло – на 42,6%.

Последний критерий – это безопасность продовольствия. Повышение уровня и качества жизни сельского населения, стабильное отечественное производство сельскохозяйственной продукции и продовольствия, сохранение природных ресурсов для аграрного производства составляют основу продовольственной безопасности. Если же производство продуктов, их хранение, переработка не контролируется потребителями, то в эти продукты могут быть включены компоненты, употребление которых в пищу может непредсказуемым образом сказаться на состоянии здоровья как живущего, так и будущего поколения [6].

Выводы

Проанализировав показатели Воронежской области в период с 2013–2015 гг. по критериям продовольственной безопасности, защита жизненно важных интересов российских потребителей не в полной мере соответствует необходимым требованиям.

По уровню самообеспечения продовольствием Воронежская область имеет показатели, которые выше пороговых значений, установленных Доктриной продовольственной безопасности РФ.

Фактическое потребление продуктов на душу населения не в полной мере соответствует рациональным нормам. По определенным группам продукции наблюдается как недостаток ее потребления, так и переизбыток.

Производство продуктов животноводства и растениеводства имеет положительную динамику благодаря увеличению поголовья необходимых животных и увеличению посевных площадей сельскохозяйственных культур.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коломыцева О.Ю., Колесникова Е.Ю. Процедуры параметрической оценки экономической безопасности промышленного предприятия // Экономика и предпринимательство. 2014. № 12–2 (53–2). С. 756–758.

2. Пасынкова О.М. Разработка модели оптимизации финансовой устойчивости в целях обеспечения экономической безопасности предприятия // Экономика. Инновации. Управление качеством. 2015. № 3 (12). С. 146–147.

3. Овешникова Л.В., Пасынкова О.М., Воронков С.О. Оценка потенциала развития инновационной инфраструктуры регионов России // Экономика и предпринимательство. 2017. № 7 (84). С. 235–240.

4. Дмитриева Л.Н., Дуванова Ю.Н. О соотношении понятий «экономическая безопасность» и «экономический потенциал» // В книге: Материалы LII отчетной научной конференции за 2013 год. 2014. С. 207.

5. Коломыцева О.Ю., Колесникова Е.Ю., Гнеушева Н.М. Обеспечение корпоративной экономической безопасности на основе управления изменениями // Современная экономика: проблемы и решения. 2012. № 11 (35). С. 39–44.

6. Дуванова Ю.Н., Власов А.Б., Летуновский К.П. Факторы и условия обеспечения экономической безопасности организации // Экономика. Инновации. Управление качеством. 2015. № 3 (12). С. 102.

7. Stadnik A. T. et al. Improving the methodology of disposition of state support funds for agriculture under the WTO rules //Asian Social Science. 2015. V. 11. №. 14. P. 133.

8. Аяпова Ж.М. Показатели и критерии оценки состояния продовольственной безопасности: опыт Казахстана и зарубежных стран // Вестник ВГУИТ. 2017. №79(1). P. 445-450. doi:10.20914/2310-1202-2017-1-445-450

9. Aizinova I. M. Problems of food security in the sphere of consumption: Regional aspect //Studies on Russian Economic Development. 2015. V. 26. №. 6. P. 600.

10. Kovtun B. A. Valery N. Papelo //Local production systems and regional economic development. – 2014. P. 302.

11. Visser O., Spoor M., Mamonova N. Is Russia the emerging global ‘breadbasket’? Re-cultivation, agroholdings and grain production // Europe-Asia Studies. 2014. V. 66. №. 10. P. 1589-1610.

REFERENCES

1 Kolomytseva O. Yu., Kolesnikova E. Yu. Procedures for parametric estimation of economic security of an industrial enterprise. *Ekonomika i predprinimatel’stvo* [Economics and Entrepreneurship] 2014. no. 12–2 (53–2). pp. 756–758. (in Russian)

2 Pasynkova O.M. Development of a model for optimizing financial sustainability in order to ensure the economic security of the enterprise. *EIU* [Economics. Innovation. Quality control] 2015. no. 3 (12). pp. 146–147. (in Russian)

3 Oveshnikova L.V., Pasynkova, O.M., Voronkov, S.O. Evaluation of the development potential of the innovation infrastructure of Russian regions *Ekonomika i predprinimatel’stvo* [Economics and Entrepreneurship] 2017. no. 7 (84). pp. 235–240. (in Russian)

4 Dmitrieva, LN, Duvanova, Yu. N. On the relationship between the concepts of "economic security" and "economic potential". Materialy LII otchetnoi konferentsii [Materials of the LII of the report scientific conference for 2013] 2014. pp. 207. (in Russian)

5 Kolomytseva, O. Yu., Kolesnikova, E. Yu., Gneusheva N.M. Providing corporate economic security based on change management. *Sovremennaya ekonomika* [Modern economy: problems and solutions] 2012. no. 11 (35). pp. 39–44. (in Russian)

6 Duvanova, Yu. N., Vlasov, AB, Letunovsky, K.P. Factors and conditions for ensuring the economic security of the organization. *EIU* [Economics. Innovation. Quality control] 2015. no. 3 (12). pp. 102. (in Russian)

7 Stadnik A. T. et al. Improving the methodology of disposition of state support funds for agriculture under the WTO rules. Asian Social Science. 2015. vol. 11. no. 14. pp. 133.

8 Ayapova Z.M. Indicators and criteria for assessing the state of food security: the experience of Kazakhstan and foreign countries. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies]. 2017. no. 79(1). pp. 445-450. (in Russian) DOI:10.20914/2310-1202-2017-1-445-450

9 Aizinova I. M. Problems of food security in the sphere of consumption: Regional aspect. Studies on Russian Economic Development. 2015. vol. 26. no. 6. pp. 600.

10 Kovtun B. A. Valery N. Papelo. Local production systems and regional economic development. 2014. pp. 302.

11 Visser O., Spoor M., Mamonova N. Is Russia the emerging global 'breadbasket'? Recultivation, agroholdings and grain production. Europe-Asia Studies. – 2014. vol. 66. no. 10. pp. 1589-1610

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Галина В. Беляева д.э.н., профессор, кафедра теории экономики и учетной политики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, bgv@vsuet.ru

Татьяна И. Овчинникова д.э.н., профессор, кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, mih.goz@gmail.com

Елена Ю. Колесникова к.э.н., доцент, кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга), Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, elenakoles@yandex.ru

Ольга Ю. Коломыцева к.э.н., доцент, кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, olgakolom@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 23.01.2018
ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 20.02.2018

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Galina V. Belyaeva Dr. Sci. (Econ.), professor, economics and accounting policy department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, bgv@vsuet.ru

Tatiana I. Ovchinnikova Dr. Sci. (Econ.), professor, economic security and financial monitoring department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, mih.goz@gmail.com

Elena Yu. Kolesnikova Cand. Sci. (Econ.), associate professor, economic security and financial monitoring department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, elenakoles@yandex.ru

Olga Yu. Kolomytseva Cand. Sci. (Econ.), associate professor, economic security and financial monitoring department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia,, olgakolom@yandex.ru

CONTRIBUTION

All authors equally participated in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 1.23.2018
ACCEPTED 2.20.2018

Оригинальная статья/Original article

УДК 519.711.3:355

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-308-313

Формирование модели стратегического управления развитием промышленного туризма в регионе

Людмила Э. Глаголева [1]
Ирина В. Куксова [1] iris1982@yandex.ru
Вера А. Валушкина [1]
Екатерина С Верейкина [1]
Екатерина Г. Володина [1]
Екатерина А. Соломахина [1]

[1] Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Реферат. В рамках настоящей статьи предложена модель стратегического управления развитием промышленного туризма в регионе. Современные тенденции развития туристской отрасли активно влияют на развитие как мировой экономики в целом, так и на экономику государства и ее регионов. Туризм превратился в огромную отдельную часть экономической деятельности, которая может удовлетворить «особенные желания» потребителей. Удовлетворение этих «особенных желаний» осуществляется не только за счет сферы туристических услуг, но и организаций иных сфер деятельности – это и объясняет то, что туризм является одним из факторов воздействия на экономическое развитие страны. Развитие промышленного туризма способствует появлению новых брендов, улучшает инвестиционный климат. Промышленный туризм - это ниша для развития кооперации между региональной властью, промышленными и туристическими компаниями. Все вышеизложенное обусловливает необходимость совершенствования теоретических и научно-методических подходов к разработке стратегического управления развитием промышленного туризма с целью эффективного использования промышленного потенциала региона, повышения его инвестиционной привлекательности и имиджа региона и туристической дестинации, которое приведет к развитию региона как в туристической, так и в промышленной отрасли. Ближе к концу 20 века, промышленный туризм начал зарождаться и в нашей стране. В последнее время данное направление набирает все большие обороты, а для его дальнейшего развития необходима грамотная система стратегического управления. Актуальность данной темы обусловлена тем, что в условиях современной рыночной экономики, необходим поиск новых, нетрадиционных форм туристической деятельности разработке их управления, чтобы привлекать потенциальных туристов из различного спектра целевых сегментов, мотивировать к повторному посещению объектов промышленного туризма в регионе.

Ключевые слова: промышленный туризм, регион, стратегическое управление, потенциал региона, дестинации, инвестиции

Formation of a model of strategic management of industrial tourism development in the region

Lyudmila E.Glagoleva [1]
Irina V. Kuksova [1] iris1982@yandex.ru
Vera A. Valushkina [1]
Ekaterina C Vereikina [1]
Ekaterina G. Volodina [1]
Ekaterina A. Solomakhina [1]

[1] Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Summary.Within the framework of this article it is proposed to form a model of strategic management of industrial tourism development in the region. Modern trends in the development of the tourism industry actively influence the development of the world economy as a whole, and the economy of the state and its regions. Tourism has become a huge separate part of economic activity, which can satisfy "special desires" of consumers. Satisfaction of these "basic desires" is carried out not only at the expense of the sphere of tourist services, but also organizations of other fields of activity – this explains the fact that tourism is one of the factors influencing the economic development of the country. The development of industrial tourism contributes to the emergence of new brands, improves the investment climate. Industrial tourism is a niche for the development of cooperation between the regional authorities, industrial and tourist companies. All of the above makes it necessary to improve the theoretical and scientific approaches to the development of strategic management of the development of industrial tourism in order to effectively use the industrial potential of the region, increase its investment attractiveness and the image of the region and the tourism industry, which will lead to the development of the region in both the tourism and industrial sectors. Towards the end of the 20th century, industrial tourism began to emerge in our country. Recently this trend is gaining momentum, and for its further development requires a competent system of strategic management. The relevance of this topic is due to the fact that in the conditions of modern market economy, it is necessary to search for new, non-traditional forms of tourism development of their management in order to attract tourists from a more diverse range of target groups, to stimulate the re-visit of industrial tourism in the region.

Keywords:industrial tourism, region, strategic management, potential of the region, destinations, investments

Для цитирования

Глаголева Л.Э., Куксова И.В., Валушкина В.А., Верейкина Е.С., Володина Е.Г., Соломахина Е.А. Формирование модели стратегического управления развитием промышленного туризма в регионе // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 1. С. 308–313. doi:10.20914/2310-1202-2018-1-308-313

For citation

Glagoleva L.E., Kuksova I.V., Valushkina V.A., Vereikina E.C., Volodina E.G., Solomakhina E.A. Formation of a model of strategic management of industrial tourism development in the region. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 1. pp. 308–313. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-1-308-313

Введение

Туристическим продуктом промышленного туризма является экскурсия. Продукт промышленного туризма является объединением промышленного и исторического потенциала объекта промышленного туризма. Это необходимо понимать и учитывать при разработке экскурсии на промышленное предприятие, для того, чтобы можно было выделять элементы традиционной экскурсии, а какие являются особенными именно для данного вида туризма. Видоизменение экскурсии происходит из-за того, что производственные экскурсии могут обладать своими ограничениями и барьерами, которые обусловлены спецификой деятельности промышленных предприятий.

Необходимость развития промышленного туризма и грамотный подход управления по его продвижению обусловлена тем, что в настоящее время в туристической индустрии происходит поиск новых направлений, которые могли бы удовлетворить потребности потребителей в получении новых эмоций и впечатлений, а для промышленного предприятия – дополнительный доход для развития деятельности, реклама и продвижение собственной продукции. Промышленный туризм – скоординированная экскурсия работающих предприятий для удовлетворения познавательных, деловых и профессиональных потребностей.

Основная часть

В ходе работы были определены особенности управления развитием промышленного туризма в Воронеже и области. На основе полученной информации мы должны сформулировать и представить новую модель стратегического управления развитием промышленного туризма в Воронежской области для получения максимального эффекта взаимодействия различных представителей рынка туристической и промышленной отрасли в регионе [1, 2]. Стратегия управления – это направление, которое необходимо задать всем участникам взаимодействия промышленного туризма для достижения общей цели, а именно, получение прибыли и улучшения экономического состояния региона в целом.

В трудах ученых показывается и объясняется необходимость развития управлением культурного туризма региона, для создания определенного направления в развитии, ведь до 2010 г. эта туристическая сторона развивалась безнаправленно и бессистемно.

Но невозможно говорить о создании единой системы управления для всех видов культурного туризма. Такой вид как промышленный туризм должен иметь свое стратегическое управление развитием, так как он обладает определенными отличительными особенностями от культурного туризма, в общем его понимании.

Поэтому изначально, в ходе исследование было необходимо выявить отличительные особенности промышленного туризма Воронежской области:

- По взаимодействию с потребителем существует два вида взаимодействия с потребителем:
  - взаимодействие с посредником и потребителем – характерно в основном для российских предприятий;
  - взаимодействие только с потребителем – характерно для международных компаний;
- Определенные деятельности промышленных предприятий, некоторая секретность объектов, отсутствие туристической «предрасположенности», дополнительные условия безопасности – являются серьезными препятствиями для осуществления такого вида туризма;
- Экскурсии на промышленные предприятия изначально ориентированы на несколько целевых аудиторий, но при этом существует ограниченное количество способов для привлечения будущих потребителей, как правило это могут быть региональные интернет-порталы с анонсами мероприятий в регионе, собственные группы предприятия в социальных сетях или же взаимодействие с туристическими компаниями;
- Наличие четкого требования к экскурсии промышленного туризма – экскурсии, которые должны быть нацелены на демонстрацию или рассказ о технологическом процессе организации; сложность введения экскурсионной деятельности предприятия в ее управленческую и бухгалтерскую отчетность;
- Многие потребители хотели бы посещать данные экскурсии самостоятельно, не в составе группы, также тут отмечается фактор недоступности времени для посещения, т. к. как правило, такие экскурсии проводятся в основном в рабочее время [3, 4].

Таким образом, мы установили, что промышленный туризм – это отдельный вид культурного туризма со своими собственными чертами и особенностями. Но на данном этапе развитие промышленного туризма, а именно управление развитием данного направления происходит самостоятельно, т. е. без четко определенной структуры управления, которая ориентируется на опыт тех предприятий, которые имеют практический опыт организаций данных экскурсий или уже имеет структуру работы в этом направлении (международные компании). Воронежская область – это промышленный регион с богатым для развития промышленного

туризма потенциалом, которые не имеют возможности их развивать в связи с ограничениями возможностей для развития этих ресурсов.

На данном этапе происходит взаимодействие на государственном уровне торгово-промышленной палатой и Комитетом по туризму. Хотя в области и начала действовать государственная целевая программа «Воронеж промышленный», пока экскурсии на промышленные предприятия области воспринимаются скорее как наполнение культурной программы.

Можно предположить, что целью разработки стратегического управления развитием промышленного туризма является объединение государственных и частных структур для развития потенциала промышленного туризма для привлечения новой аудитории, развития предприятия, для достижения регионом статуса узнаваемого региона, т. е. стать брендом, улучшения культурно-экономических показателей области. Идея развития промышленного туризма в Воронежской области поступила на Воронежский информационный портал УДК (Улучшение Делового Климата), но программы промышленного туризма и единой стратегии управления развитием и продвижения еще пока не разработаны. Поэтому данная работа является первым шагом к разработке единой концепции управления развития и продвижения промышленного туризма, которая должна стать неотъемлемой частью общей стратегией управления развитием всей туристической индустрии области.

Развитие промышленного туризма должна стать актуальной не только для потребителя туристского продукта, но и стать популяризацией сферы производства того или иного продукта. Поднятие популярности производственных предприятий является целью для привлечения внимания к их производству не только туристов, но и инвесторов, которые захотят вложить свои средства для развития того или иного производства, а также расширит возможность региона на туристическом фоне, тем самым удовлетворив цели туристических агентств, для разработки новых маршрутов, и цели комитета по туризму Воронежской области в расширении туристического потенциала региона [5, 6].

Для выстраивания оптимальной стратегии управления необходимо четко иметь представления о функциональных обязанностях каждого из участников данной системы. Инициатором реализации стратегического управления должен выступать Комитет по туризму Воронежской области, именно он должен формулировать и выдвигать инициативы по продвижению промышленного туризма, как одного из направлений культурного туризма в области.

При разработке стратегии управления одним из важных показателей является выявить предпочтения туристов и насколько реально воплотить в реальность эту стратегию. На первый взгляд может показаться, что лучше выбрать стратегию управления промышленным туризмом среди тех объектов, которые уже имеют достаточную популярность, такие как концерн «Молвест», АПК «Эко Нива Агро», аэропорт «Воронеж».

Но экскурсии на эти предприятия уже имеют большую привлекательность и достаточно в полной мере обладают чертами «состоявшихся» культурно-экскурсионных объектах. Но раз мы говорим о промышленном туризме не только как об туристической направленности, а еще как о стимуле развития производственных предприятий, то и сконцентрировать внимание необходимо на тех предприятиях, где туристическая составляющая полностью отсутствует на предприятии или имеет небольшую долю, т. к. именно они смогут показать настоящий процесс производства продукции, который и будет интересен туристу.

Таким образом, основной целью разработки стратегического управления промышленным туризмом является создание цепочки взаимодействий между промышленным предприятием и представителями туристической индустрии (Комитет по туризму, туристические агентства, транспортные компании, гильдия экскурсоводов и т. д.), благодаря которой развитие данного вида туризма принесет пользу для всех участников процесса [7, 8].

Основной задачей Комитета по туризму должна являться регламентация тех предприятий, которые хотят участвовать в промышленном туризме, которым необходима помощь в организации туристской деятельности. Следует классифицировать предприятия, которые могут относиться к объектам промышленного туризма. Хотя сейчас смело можно отнести к промышленному туризму такие сферы как кино, театр и телевиденье (экскурсии на Мосфильм, Останкино, закулисье разных театров, в том числе и воронежских).

Для продвижения стратегического управления развитием промышленного туризма, каждый участник должен четко иметь и исполнять свои функции в этом процессе. Схема взаимодействия участников управления развитием промышленного туризма представлена на рисунке 1. Комитет по туризму должен давать инструкции по вхождению на рынок и вести учет предприятий, которые потенциально могли бы быть вовлечены в промышленный туризм. Также стоит отметить, что комитет по туризму должен в рекомендательном характере консультировать промышленные площадки, которые обладают историческим наследием и могут принимать туристов [9].

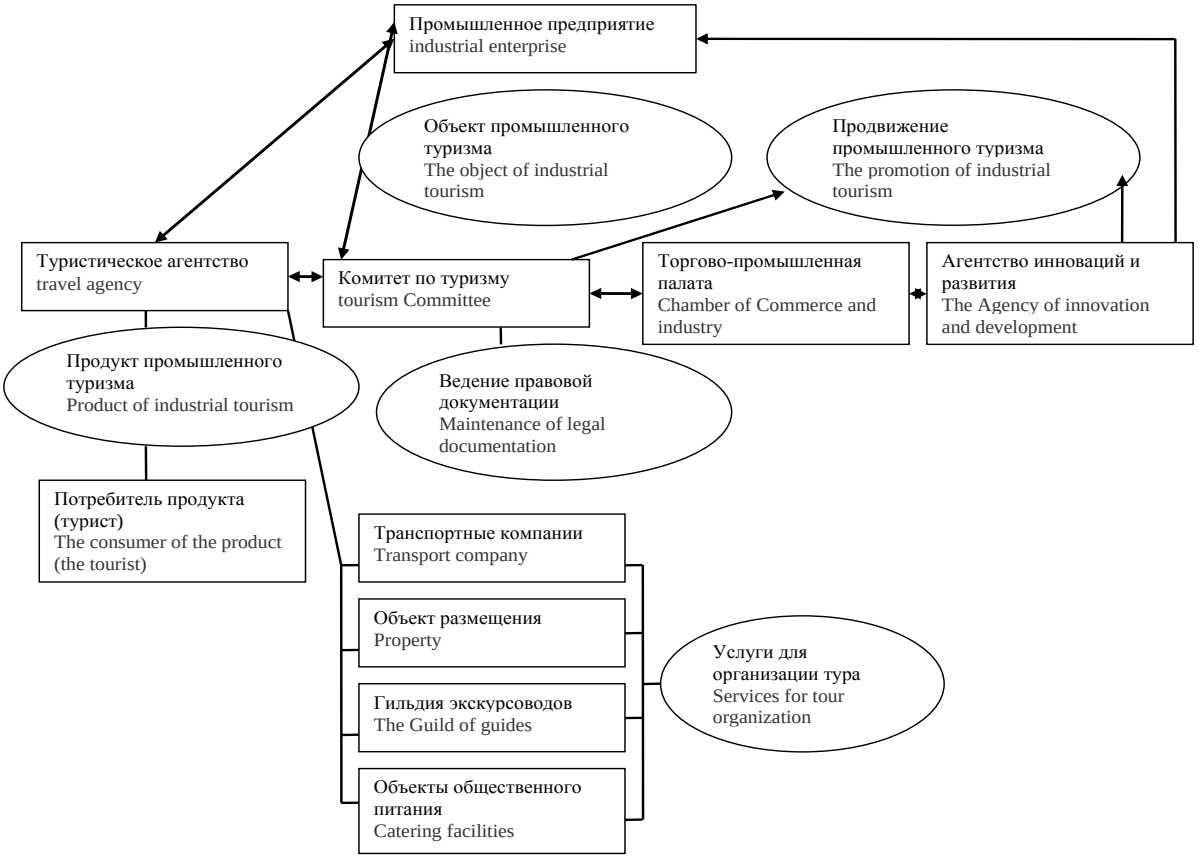


Рисунок 1. Модель управления развитием промышленного туризма

Figure 1. Management model of industrial tourism development

Говоря о развитии промышленного туризма нельзя рассматривать его как отдельно стоящий сегмент. Ведь любое предприятие связано исторически с тем местом, где оно находится. А как уже говорилось в работе, Воронежская область обладает огромным потенциалом как промышленным, так и культурно-историческим. Поэтому объединяя эти две составляющие при разработке маршрутов, можно получить выигрышный портфель продуктов промышленного туризма в Воронежской области. А это уже является основной задачей другого представителя управляющей системы – туристического агентства.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что основная задача стратегического управления развитием промышленного туризма – популяризация и продвижение этого направления для информирования большего количества аудитории. А для этого необходимо выделить несколько мероприятий по само продвижению:

- Организация конференций и презентаций на туристических форумах, в рамках которых важной секцией сделать развитие промышленного туризма;
- Формирование карты промышленных предприятий, которая бы выделяла возможность публичных посещений промышленных экскурсий;
- Проведение фестиваля промышленного туризма, возможность включения в программу уже имеющихся фестивалей промышленные предприятия, которые могли бы демонстрировать важную часть технологического процесса, привлекая потенциальных потребителей;
- Выделение промышленных предприятий Воронежа и области в разделы программы ночи музеев, как площадок для посещения во время мероприятия.

Кроме указанных мероприятий следует обеспечить организации информационной поддержкой.

Промышленным предприятиям нужна поддержка со стороны власти в виде инструкций, правил, а также с точки зрения человеческого потенциала. Некоторые промышленные фирмы сталкиваются с явными проблемами привлечения потенциальных туристов и проведения экскурсий, так как у них довольно маленький опыт в проведении такого рода мероприятий. Кроме того, существуют сложности с отражением такой деятельности в отчетности предприятия, которая чаще всего строится как классическая бухгалтерская и управленческая отчетность промышленного предприятия. Создание четких инструкций по формированию промышленного туристического продукта сможет облегчить процесс вовлечения новых промышленных организаций.

Развитие промышленного туризма в Воронежской области следует для начала ориентировать на средние и крупные организации,

которые обладают привлекательной технологией производства или историей создания фирмы. В результате сформированной стратегии могут быть достигнуты такие результаты как:

- Формирование единого реестра промышленных фирм, которые производят продукты промышленного туризма в Воронеже и Воронежской области;
- Образование регламента по функционированию туристической деятельности промышленных фирм, которые будут упрощать процедуру регистрации и отчетности по хозяйственной деятельности, снимая тем самым управленческий барьер;
- Создание разделов программы мероприятий для продвижения на рынок промышленного туризма, развитие связей с деятельностью Торгово-промышленной палатой в целях поддержки программы импортозамещения;
- Создание разделов программ для мобилизации иностранных путешественников, которые могут быть заинтересованы в посещении объектов промышленных организаций области, а также выделение необходимых материалов, формирование экскурсионных программ на иностранном языке.

Выделенные действия позволят улучшать сферу промышленного туризма систематизировать и сконцентрировать на поддержке и расширении сильных сторон бизнеса, ориентироваться на ключевые предприятия, которые обладают наибольшим потенциалом для развития и совершенствования.

Заключение

Разработанная стратегия управления предполагает развитие промышленного туризма в Воронежской области с целью увеличения популярности данного вида туризма среди не только школьного, но и взрослого населения. Целевая аудитория управления развития и продвижения включает в себя как местных жителей, так и въезжающих туристов.

Особенное внимание можно уделить развитию программ посещения промышленных предприятий для иностранных туристов, которые на данный момент практически не участвуют в промышленном туризме, так как не имеют возможности получить информацию об экскурсиях и попасть на нее. Реализация стратегического управления состоит из информационного обеспечения и разработки регламентов по организации деятельности объектов промышленного туризма и из прямого продвижения промышленного туризма для потенциальных посетителей через реализацию мероприятий.

Проанализировав сферу промышленного туризма, можно выделить основные тенденции и особенности промышленного туризма в Воронежской области. Стратегическое управление развитием ориентировано на наиболее перспективные предприятия промышленного туризма Воронежа, предлагая цели и инструменты для координации деятельности и развития потенциала промышленного туризма.

ЛИТЕРАТУРА

1 Глаголева Л.Э., Куксова И.В., Веретенников А.Н., Токарева Д.М. Стратегия развития агротуристского кластера Воронежской области: монография. Воронеж: ФГБОУ ВО ВГУИТ, 2017. 121 с.

2 Журавлев Ю.В., Куксова И.В, Балабанова Л.И. Стратегические приоритеты развития инфраструктуры туризма в Воронежской области // Экономика и предпринимательство. 2014. С. 464–466

3 Wenkel K.O., Berg M., Mirschel W. et al. Air transport and tourism – Perspectives and challenges for destinations, airlines and governments // J. Environ. Man age. 2013. V. 127. P. 168–183.

4 Cawsey T, Deszca G, Ingols C. Expected nature of community participation in tourism development. SAGE Publications, 2015. P. 18–23

5 Developing regional tourism in China: The potential for activating business clusters in a socialist market economy //Tourism Management. 2006. V. 27. № 4. P. 695–706

6 Development of tourism destinations: An Integrated Multilevel Perspective //Annals of Tourism Research. 2011. V. 38. № 1. P. 268–290

7 Managing stakeholders a Tourism Planning Model //Annals of Tourism Research. 1999. V. 26. № 2. P. 312–328

8 Destination image: Towards a Conceptual Framework //Annals of Tourism Research. 2002. V. 29. № 1. P. 56–78

9 Air transport and tourism – Perspectives and challenges for destinations, airlines and governments //Journal of Air Transport Management. 2006. V. 12. № 1. P. 40–46

REFERENCES

1 Glagoleva L.E., Kuksova I.V., Veretniknikov A.N., Tokareva D.M. Strategiya razvituya agroturistskogo klastera [Strategy for the development of the agro-tourism cluster of the Voronezh Region] Voronezh, FGBU VO VGUIT, 2017. 121 p. (in Russian)

2 Zhuravlev Yu.V., Kuksova IV, Balabanova L.I. Strategic priorities for the development of tourism infrastructure in the Voronezh region. *Ekonomika I predprinimatel'stvo* [Economics and Entrepreneurship] 2014. pp. 464–466 (in Russian)

3 Wenkel K.O., Berg M., Mirschel W. et al. Air transport and tourism – Perspectives and challenges for destinations, airlines and governments. J. Environ. Man age. 2013. vol. 127. pp. 168–183.

4 Cawsey T, Deszca G, Ingols C. Expected nature of community participation in tourism development. SAGE Publications, 2015. pp. 18–23

5 Developing regional tourism in China: The potential for activating business clusters in a socialist market economy. Tourism Management. 2006. vol. 27. no. 4. pp. 695–706

6 Development of tourism destinations: An Integrated Multilevel Perspective. Annals of Tourism Research. 2011. vol. 38. no. 1. pp. 268–290

7 Managing stakeholders a Tourism Planning Model. Annals of Tourism Research. 1999. vol. 26. no. 2. pp. 312–328

8 Destination image: Towards a Conceptual Framework. Annals of Tourism Research. 2002. vol. 29. no. 1. pp. 56–78

9 Air transport and tourism – Perspectives and challenges for destinations, airlines and governments. Journal of Air Transport Management. 2006. vol. 12. no. 1. pp. 40–46

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Людмила Э. Глаголева д.т.н., профессор, кафедра туризма и гостиничного дела, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Ирина В. Куксова к.э.н., профессор, кафедра туризма и гостиничного дела, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, iris1982@yandex.ru

Вера А. Валушкина студент, кафедра туризма и гостиничного дела, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Екатерина С Верейкина студент, кафедра туризма и гостиничного дела, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Екатерина Г. Володина студент, кафедра туризма и гостиничного дела, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Екатерина А. Соломахина студент, кафедра туризма и гостиничного дела, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 17.01.2018
ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 20.02.2018

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Lyudmila E.Glagoleva Dr. Sci. (Engin.), professor, Tourism and Hotel Management department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Irina V. Kuksova Cand. Sci. (Econ.), associate professor, Tourism and Hotel Management department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, iris1982@yandex.ru

Vera A. Valushkina student, Tourism and Hotel Management department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Ekaterina C Vereikina student, Tourism and Hotel Management department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Ekaterina G. Volodina student, Tourism and Hotel Management department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Ekaterina C Varakina student, Tourism and Hotel Management department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

CONTRIBUTION

All authors equally took part in writing the manuscript and are responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 1.17.2018
ACCEPTED 2.20.2018

Оригинальнаястатья/Original article

УДК 658.01

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-314-321

Исследование потребительского кредитования ВПАО АКБ «Металлинвестбанк» за 2014-2016 гг

Наталья Н. Кудрявцева [1] konnat@mail.ru
Юлия В. Пахомова [2] yulia198007@mail.ru
Юлия Н. Дуванова [3] dyvanova@mail.ru

[1] Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковскрго и Ю.А. Гагарина, ул. Старых Большевиков, 54а, г. Воронеж, Россия
[2] Воронежский государственный технический университет, ул. Московский проспект, 14, г. Воронеж, Россия
[3] Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, 394036, г. Воронеж, Россия

Реферат. Статья посвящена изучению особенностей потребительского кредитования в банке ПАО АКБ «Металлинвестбанк». В статье дается определение потребительского кредита в соответствии с правовой доктриной. Проводится анализ состава и структуры заемщиков, динамики и структуры кредитов, предоставленных физическим лицам. Предполагается методика разработки системы мероприятий внедрению эффективной стратегии развития предприятия. Управление финансовыми рисками предприятия представляет собой часть деятельности финансового менеджера. Каждое предприятие для обеспечения стабильной работы в будущем должно иметь четко определенные цели. Наиболее эффективной системой менеджмента является система стратегического менеджмента, которая требует от руководителей понимания сущности стратегии, использования приемов и методов стратегического менеджмента, разработки стратегических планов. Отсюда, стратегия должна изменяться и приспосабливаться к изменению условий как внешней, так и внутренней среды. Поэтому актуальной является проблема управления предприятием. Анализ указанных проблем показал отсутствие эффективного управления предприятиями с учетом рисковых ситуаций. В настоящее время не существует эффективных методик и моделей управления предприятием, представляющих собой отношения экономического субъекта, предполагающего взаимосвязь в предоставлении и потреблении товаров и услуг. Политика управления финансовыми рисками представляет собой часть общей финансовой стратегии предприятия, заключающейся в разработке системы мероприятии по нейтрализации возможных негативных финансовых последствий рисков, связанных с осуществлением различных аспектов финансовой деятельности. В рамках этой политики определен перечень финансовых рисков. Идентифицированы наиболее значимые финансовые риски и с помощью бальной шкалы произведено ранжирование рисков и определена кривая акцентов. Сделан вывод о состоянии проблемы финансовых рисков на предприятии: наиболее приоритетным риском является риск снижения финансовой устойчивости (или риск нарушения равновесия финансового развития), он имеет наибольшую оценку. Далее следуют риски неплатежеспособности (или риск несбалансированной ликвидности) предприятия и криминогенный риск. Наименее приоритетным является депозитный риск. На заключительном этапе предложены методы снижения финансовых рисков предприятия, включающие прогнозирование и мониторинг производственно-финансовой деятельности с установлением нормативных диапазонов, повышение платежеспособности через оптимизацию управления денежными активами. В качестве методов снижения криминогенного риска выделены методы переноса финансового риска, направленные на диверсификацию и страхование.

Ключевые слова: управление, методика, предприятие, стратегия, экономика

Research of consumer crediting of «Metallinvestbank» for 2014-2016

Natal'ya N. Kudryavtseva [1] konnat@mail.ru
Yuliya V. Pakhomova [2] yulia198007@mail.ru
Yuliya N. Duvanova [3] dyvanova@mail.ru

[1] Air Force, Military Training and Research Center of the Air Force, Air Force Academy named after Professor N. E. Zhukovskiy and Y. A. Gagarin, Starich Bolshevikov str., 54a, Vorone
[2] Voronezh state technical university, Moskovsky av., 14, Voronezh, Russia
[3] Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Summary. Article is devoted to studying of features of consumer crediting in PJSC JSB Metallinvestbank bank. In article definition of a consumer loan according to the legal doctrine is given. The analysis of structure and structure of borrowers, dynamics and structure of the loans granted to natural persons is carried out. The technique of development of the system of actions to introduction of the effective development strategy of the enterprise is supposed. Management of financial risks of the enterprise represents a part of activity of the financial manager. Each enterprise for ensuring stable work in the future, has to have accurately definite purposes. The most effective system of management is the system of strategic management which demands from heads of understanding of essence of strategy, use of receptions and methods of strategic management, development of strategic plans. From here, strategy has to change and adapt to change of conditions, both the external, and internal environment. Therefore, the business management problem is relevant. The analysis of the specified problems has shown lack of effective management of the enterprises taking into account risk situations. Now there are no effective techniques and models of business management representing the relations of the economic subject assuming interrelation in granting and consumption of goods and services. The policy of management of financial risks represents a part of the general financial strategy of the enterprise consisting in system development an action for neutralization of possible negative financial consequences of the risks connected with implementation of various aspects of financial activity. Within this policy the list of financial risks is defined. The conclusion is drawn on a condition of a problem of financial risks at the enterprise: the most priority risk is the risk of decrease in financial stability (or risk of violation of balance of financial development), it has the greatest assessment. Further risks of insolvency (or risk of unbalanced liquidity) the enterprises and criminogenic risk follow. The least priority is the deposit risk. At the final stage the methods of decrease in financial risks of the enterprise including forecasting and monitoring of production and financial activity with establishment of standard ranges, increase in solvency through optimization of management of monetary assets are offered. As methods of decrease in criminogenic risk the methods of transfer of financial risk directed to diversification and insurance are allocated.

Keywords: management, technique, enterprise, strategy, economy

Для цитирования
Кудрявцева Н.Н., Пахомова Ю.В., Дуванова Ю.Н. Исследование потребительского кредитования ВПАО АКБ «Металлинвестбанк» за 2014-2016 гг // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 1. С. 314–321. doi:10.20914/2310-1202-2018-1-314-321

For citation
Kudrjavceva N.N., Pahomova Ju.V., Duvanova Ju.N. Research of consumer crediting of «Metallinvestbank» for 2014-2016. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 1. pp. 314–321. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-1-314-321

Введение

В линейке предложений ПАО АКБ «Металлинвестбанк» одно из доминирующих мест занимает потребительское кредитование. Оно реализовано в продуктах:

- кредиты наличными;
- рефинансирование;
- автокредитование;
- жилищные кредиты;
- ипотечные кредиты;
- банковские карты.

Жилищное кредитование и ипотека – довольно схожие понятия. Принципиальными отличиями между этими двумя займами является оформление залога, а также обеспечение прав собственности на жилье. Ипотека предусматривает залог приобретаемой недвижимости. Тогда как при жилищном кредите можно заложить и другую недвижимость. Жилищный кредит может быть и вовсе беззалоговым.

Анализ потребительского кредитования

Кредитный портфель – это совокупность остатков задолженности по основному долгу по активным кредитным операциям на определенную дату, т. е. под портфелем кредитов можно понимать все ссуды, выданные клиентам. Анализируя динамику объемов кредитного портфеля, необходимо выявить причины его увеличения, для этого необходимо структурировать кредитный портфель по виду заемщика [1, 3].

Представим анализ динамики состава заемщиков ПАО АКБ «Металлинвестбанк»в таблице 1. Анализ состава заемщиков банка показал, что в целом он ориентирует свою деятельность на рынке корпоративного и розничного кредитования. Представим анализ динамики структуры заемщиков в таблице Таблица2 [1].

Таблица 1.

Структура заемщиков ПАО АКБ «Металлинвестбанк»

Table 1.

Structure of the borrowers of «Metallinvestbank»

Показатель Indicator	Структура, % Structure			Отклонения, % Deviation	
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2015 г.-2014 г.	2016 г.-2015 г.
Кредиты, предоставленные БанкуРоссии The loans granted to the Bank of Russia	9	8	0	-1	-8
Кредиты, предоставленные кредитным организациям The loans granted to credit institutions	11	22	13	11	-9
Кредиты, предоставленные юридическим лицам The loans granted to legal entities	55	43	55	-12	12
Кредиты, предоставленные физическим лицам The loans granted to natural persons	25	27	32	2	5
Итого Total	100	100	100	-	-

Таблица2.

Состав заемщиков ПАО АКБ «Металлинвестбанк»

Table 2.

The composition of borrowers of «Metallinvestbank»

Показатель Indicator	Значение, тыс. р. Value, one thousand rubles.			Отклонения (+,–) Deviation		Темп прироста, % Rate of a gain	
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2015– 2014 гг.	2016– 2015 гг.	2015 г. / 2014 г.	2016 / 2015
Кредиты, предоставленные Банку России The loans granted to the Bank of Russia	4800000	4000000	0	-800000	-4000000	-16,7	-100
Кредиты, предоставленные кредитным организациям The loans granted to credit institutions	6018507	11296930	4858141	5278423	-6438789	87,7	-57
Кредиты, предоставленные юридическим лицам The loans granted to legal entities	30125499	21242895	22051614	-8882604	808719	-29,5	3,8
Кредиты, предоставленные физическим лицам The loans granted to natural persons	13433535	13768172	12531518	334637	-1236654	2,5	-9
Итого Total	543775541	50307997	39441273	-493467544	-10866724	-90,7	-21,6

Так, за 2016 г. доля кредитов, предоставленных физическим лицам, составляет 12531518 тыс. р. или 32% от общей величины кредитного портфеля, за 2015 г. – 13768172 тыс. р. или 27%, за 2014 г. – 13433535 тыс. р. или 25% [2].

Анализируя структуру заемщиков, можно сделать вывод, что удельный вес кредитов, выданных юридическим лицам, составляет от 43% до 55%. Доля кредитов, предоставленных кредитным организациям составляет от 11% до 22% за анализируемые периоды. А кредиты, предоставленные Банку России от 0% до 9% [2].

Следует отметить, что кредиты, предоставленные физическим лицам в 2016 г. уменьшились на -1236654 тыс. р. или на9%, кредиты, предоставленные юридическим лицам в 2016 г. увеличились на 808719 тыс. р. или на 3,8%, при этом кредиты, предоставленные кредитным организациям снизились на -6438789 тыс. р. или на 57%. При этом общий объем ссудной задолженности ежегодно уменьшается так в 2015 году на 90,7%, а в 2016 году на 21,6% [4,5]

В таблице 3 приведена динамика кредитов, предоставленныхфизическим лицам [3].

Таблица 3.

Динамика кредитов, предоставленных физическим лицам
ПАО АКБ «Металлинвестбанк» за 2014–2016г

Table 3.

Dynamics of loans granted to individuals by «Metallinvestbank» for 2014-2016

Показатель Indicator	Значение показателя, тыс. р. Value of an indicator, one thousand rubles.			Отклонения (+,–) Deviation		Темп прироста, % Rate of a gain	
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2015 г. – 2014 г.	2016– 2015 г.	2015 г. /2014 г.	2016 / 2015 г.
Жилищные кредиты Housing credits	2653020	2623995	3584882	-29025	960887	-1,1	36,6
Ипотечные кредиты Mortgage loans	2406391	5737366	3570468	3330975	-2166898	138,4	-37,8
Иные потребительские кредиты Otherconsumer-loans	5330453	5381212	5365800	50759	-15412	1,0	-0,3
Автокредиты Car loans	24737	20879	5648	-3858	-15231	-15,6	-72,9
Прочие требования приравненные к ссудной задолженности The other requirements equated to loan debt	18934	4720	4720	-14214	0	-75,1	0
Итого | Total	13433535	13768172	12531518	334637	-1236654	2,5	-9,0

Динамика кредитов, предоставленных физическим лицам ПАО АКБ «Металлинвестбанк» за 2014–2016 гг., представлена на рисунке Рисунок .

По данным рисунка 1 можно сделать вывод, что кредиты физическим лицам в 2016 году уменьшились на - 1236654 тыс. р. или на 9% по сравнению с 2015 г.

В 2016 г. наблюдается рост жилищных кредитов на 960887 тыс. р. или на 36,6%, при этом снизились ипотечные кредиты на - 2166898 тыс. р. или на 37,8%, автокредиты на - 15231 тыс. р. или на 72,9%, иные потребительские кредиты на - 15412 тыс. р. или на 0,3%. Можно сделать вывод, что в структуре кредитов физических лиц преобладают иные потребительские кредиты.

Анализ выданных банком потребительских кредитов по степени срочности представлен в таблице 4

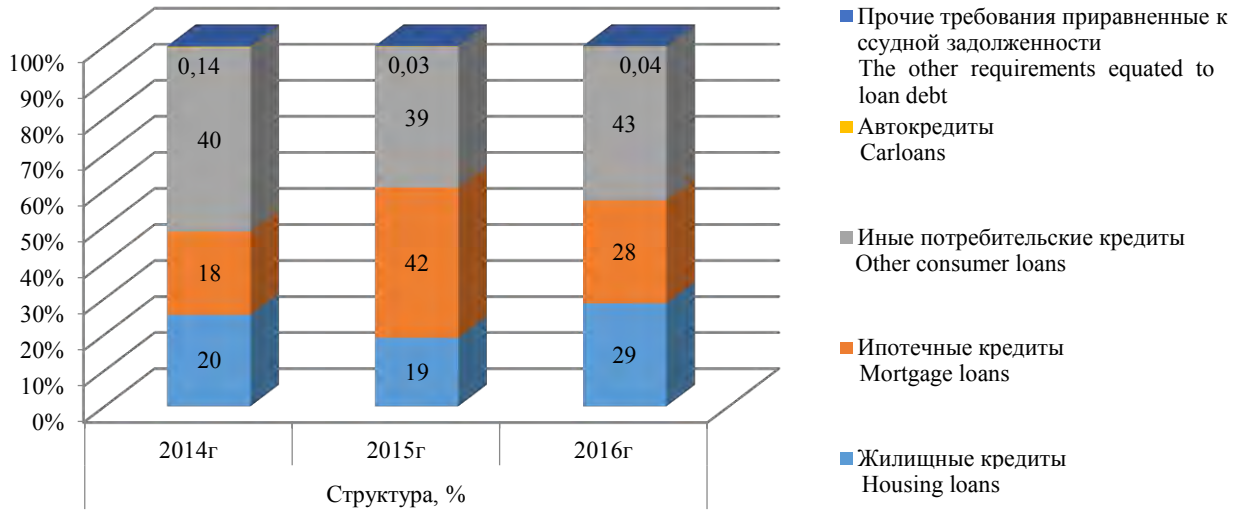


Рисунок 1. Структура кредитов, предоставленных физическим лицам ПАО АКБ «Металлинвестбанк» за 2014–2016 гг.
Figure 1. The structure of loans granted to individuals by «Metallinvestbank» for 2014-2016.

Таблица 4.

Динамика и структура портфеля потребительских кредитов по степени срочности ПАО АКБ «Металлинвестбанк» за 2014–2016 гг.

Table 4.

Dynamics and structure of the consumer loan portfolio by the degree of urgency of «Metallinvestbank» for 2014-2016

Сроки размещения Placement terms	Значение, тыс. р. Value, one thousand rubles.			Структура, % Structure		
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Задолженность по срокам погашения Debtonrepaymentperiods						
До 30 дней | Up to 30 days	13682	986	980	0,1	0,01	0,01
От 31 до 90 дней | From 31 to 90 days	6226	8119	11957	0,05	0,1	0,1
От 91 до 180 дней | From 91 to 180 days	15045	199563	42138	0,1	1,4	0,3
От 181 дней до 1 года | From 181 days to 1 year	99944	377316	165179	0,7	2,7	1,3
Свыше 1 года | Over 1 year	12786334	12324784	11599040	95,2	89,5	92,6
Просроченная задолженность Arrears	512304	857404	712224	3,8	6,2	5,7
Итого | Total	13433535	13768172	12531518	100	100	100

Таблица 5.

Динамика и структура портфеля потребительских кредитов по степени срочности ПАО АКБ «Металлинвестбанк» за 2014 г. – 2016 г.

Table 5.

Dynamics and structure of a portfolio of consumer loans on degree of urgency of «Metallinvestbank» for 2014 – 2016.

Группа кредита Group of the credit	Значение, млн р. Value, one million rubles.			Структура, % Structure		
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Краткосрочная Short-term	13682	986	980	0,1	0,01	0,01
Среднесрочная Medium-term	121215	584998	219274	0,9	4,5	1,9
Долгосрочная Long-term	12786334	12324784	11599040	99,0	95,5	98,1
Итого Total	12921231	12910768	11819294	100	100	100

Следует отметить, что в настоящее время, в структуре кредитного портфеля ПАО АКБ «Металлинвестбанк»происходят хаотичные изменения то в сторону снижения доли долгосрочных кредитных размещений в 2015 г., к которым относят средства, размещенные на срок от 1 года и выше, то в сторону увеличения в 2016 г. Объемы кредитов, размещенных на срок от одного года и выше уменьшились в 2015 г.с 12786334 тыс. р. до 12324784 тыс. р. И в 2016 году до величины11599040 тыс. р. При этом их доля в совокупном кредитном портфеле также уменьшилась в 2015 г.с 95,2% до 89,5% и увеличилась в 2016 г.до 92,6%. В результате, можно сказать, что исследуемый банк способен удовлетворить своих клиентов в долгосрочных ресурсах, что повышает его репутацию на рынке [6–8].

Просроченная задолженность по потребительским кредитам в 2015 г. увеличилась до уровня 857404 тыс. р.при этом доля просроченной задолженности составила 6,2% в общей структуре задолженности. И в 2016 году снизилась до уровня 712224 тыс. р. или 5,7%. При этом доля просроченной задолженности имеет очень низкое значение все три года.

Для более детального анализа потребительского кредитования необходимо составить комплексную аналитическую таблицу классификации структуры кредитного портфеля по степени срочности [9–11].

Разделим предоставляемые потребительские кредиты на краткосрочные, среднесрочные и долгосрочные. К краткосрочной задолженности относится кредит до востребования и овердрафт, к среднесрочной – от 31 дней до 90 дней, от 91 до дней до 180 дней, от 181 дня до 1 года, к долгосрочной – от 1 года и выше.

Результаты анализа показали, что наибольший удельный вес занимают долгосрочные кредиты в структуре кредитного портфеля. То есть кредиты сроком свыше одного года являются превалирующими, за 2016 г. они составили 11599040 тыс. р. (98,1%). Это объясняется тем, что к долгосрочным кредитам относятся жилищные и ипотечные кредиты, которые в ПАО АКБ «Металлинвестбанк» в совокупности занимают наибольший удельный вес в структуре кредитного портфеля. Для банка долгосрочное кредитование – это высокодоходная и высокорискованная деятельность, так как процентная ставка по таким кредитам выше. Эти кредиты, как правило, предполагают наличие страховок и залогового обеспечения. В этой связи снижение доли долгосрочные кредитов свидетельствует обуменьшении доходности банковских операций [12–14].

Среднесрочные кредитные размещения находятся на втором месте по степени срочности, которые за 2016 г. составили 219274 тыс. р. (1,9%), в 2015 г. – 584998 тыс. р.(4,5%), в 2014 г. – 121215 тыс. р. (0,9%). Краткосрочные потребительские кредиты в 2016 г. составили 980 тыс. р. (0,01%), в 2015 г. – 986 тыс. р. (0,01%), в 2014 г. – 13682 тыс. р.(0,1%), что связано с изменением привлекательности по ставке кредита на краткосрочную перспективу.

Для того чтобы обеспечить банку условия стабильной финансовой деятельности, надежности, снизить негативные изменения величины прибыли, связанной со списанием потерь по ссудам необходимо сформировать резервы. Кредитная организация формирует резерв для минимизации потерь отобесценивания ссуды [15–17].

В таблице Таблицаб представим анализ резервов на возможные потери по ссудам ПАО АКБ «Металлинвестбанк» за 2014–2016 гг. [3]

Таблица6.

Резерв на возможные потери по ссудам ПАО АКБ «Металлинвестбанк»

Table6.

Provision for possible losses on loans of «Metallinvestbank»

Показатель Indicator	Значение показателя, тыс. р. Value of an indicator, one thousand rubles.		
	Ссудная задолженность Loan debt	Резерв Reserve	Чистая ссудная задолженность Netloandebt
Кредиты, предоставленные физическим лицам в 2014 г. The loans granted to natural persons in 2014.	13433535	534076	12899459
Кредиты, предоставленные физическим лицам в 2015 г. The loans granted to natural persons in 2015.	13768172	1178754	12589418
Кредиты, предоставленные физическим лицам в 2016 г. The loans granted to natural persons in 2016.	12531518	849744	11681774

Таким образом,при задолженности в 2014 г. в размере 13433535 тыс. р. был сформирован резерв на возможные потери по ссудам в размере 534076 тыс. р. В 2015 г. при задолженности в размере 13768172 тыс. р. был сформирован резерв на возможные потери по ссудам в размере 1178754 тыс. р. В 2016 г. при задолженности в размере 12531518 тыс. р. был сформирован

резерв на возможные потери по ссудам в размере 849744 тыс. р. Наблюдается увеличение резерва на возможные потери по ссудам в 2015 году и незначительное снижение в 2016 году [18–20].

Последним этапом анализа потребительского кредитования является анализ риска кредитного портфеля ПАО АКБ «Металлинвестбанк».

Исследование потребительского кредитования проводится на основе оценки уровня риска кредитного портфеля с использованием коэффициентов [21–23]:

– коэффициента покрытия кредитного портфеля;

– коэффициента просроченных платежей по основному долгу.

Рассчитаем вышеперечисленные коэффициенты на основании данных ПАО АКБ «Металлинвестбанк» и занесем расчеты в таблицу 7 [3]

Таблица 7.

Расчет коэффициентов потребительских кредитов ПАО АКБ «Металлинвестбанк» за 2014–2016 гг.

Table7.

Calculation of the coefficients of consumer loans of «Metallinvestbank» for 2014–2016

Показатель Indicator	Методика расчета Calculation procedure	Значение показателя,тыс. р. Value of an indicator, one thousand rubles.			Изменение (+,–) Change	
		2014 г.	2015 г.	2016 г.	2015 г. / 2014 г.	2016 г. / 2015 г.
Резерв на возможные потери Reserve on possible losses	Р	534076	1178754	849744	644678	-329010
Кредитный портфель банка Loanportfolio bank	КП	13433535	13768172	12531518	334637	-1236654
Просроченный основной долг Unsettled principal debt	Под	512304	857404	712224	345100	-145180
Коэффициент покрытия кредитного портфеля | Coefficient of a covering of the loan portfolio	КП = Р /КП	0,04	0,09	0,07	0,05	-0,02
Коэффициент просроченных платежей Coefficient of back payments	Кпр = Под / КП	0,04	0,06	0,06	0,02	-0,01

Таким образом, можно сделать выводы:

– коэффициент покрытия кредитного портфеля ПАО АКБ «Металлинвестбанк» имеет циклическую динамику развития. Циклическая динамика отражает неравномерную форму развития.

– коэффициент за 2016 г. показывает, что 0,07 доли резерва приходится на один рубль кредитного портфеля. Данный коэффициент в 2016 г. по сравнению с 2015 г. снизился на 0,02, а в2015 г. увеличится на 0,05 по сравнению с 2014 г. Увеличение данного показателя является отрицательной стороной деятельности банка, т. к. свидетельствуетоб увеличении риска кредитного портфеля, т. е. риск невозврата или просрочки платежа по банковской ссуде.

– коэффициент просроченных платежей по основному долгу ПАО АКБ «Металлинвестбанк» имеет растущую динамику, что свидетельствует о неэффективной политике банка в части сопровождения кредитной сделки и является негативной характеристикой для банка. Данный коэффициент за 2016 г. показывает, что 0,06 доли просроченных платежей по основному долгу приходится на один рубль кредитного портфеля. Коэффициент просроченных платежей увеличился на 0,02 по сравнению с 2014 г.

Таким образом, ПАО АКБ «Металлинвестбанк» приоритетной задачей ставит контроль над уровнем и минимизацию кредитного риска в рамках потребительского кредитования.

Управление кредитным риском осуществляется на всех стадиях кредитного процесса: с момента подачи заявки до этапа взыскания долга. Основным инструментом регулирования кредитного риска является установление лимитов, оценка финансового состояния заемщиков с целью создания адекватных резервов на возможные потери по ссудам, оценка качества обеспечения.

В целях усиления контроля над кредитным риском в банке созданы отделы для анализа и подготовки информации в зависимости от вида кредитного продукта.

Заключение

Внедрение политики управления финансовыми рисками позволит предприятию ООО «Техоснастка» своевременно идентифицировать риски и разрабатывать мероприятия по их устранению.

Среди рассмотренных механизмов действия политики управления финансовыми рисками, мы выделили наиболее эффективные применительно к предприятию ООО «Техоснастка» с учетом специфики условий хозяйствования отечественных предприятий: лимитирование и диверсификация финансовых рисков. Оценка результативности применяемых механизмов оптимизации риска должна быть направлена на основе сравнения фактически сложившегося или прогнозируемого рискового положения предприятия с исходным.

ЛИТЕРАТУРА

1 Кудрявцева Н.Н., Кудрявцев В.А., Пахомова Ю.В. Оценка структуры розничного кредитного портфеля в ПАО «ВТБ24» и анализ ипотечного кредитования // Организационно-экономические и управленческие аспекты функционирования и развития социально-экономических систем в условиях инновационной экономики:сб. науч. тр. по материалам всероссийской науч.-практ. конф. 2017. С. 88–98

2 Кудрявцева Н.Н., Кудрявцев В.А. Исследование технологии и особенностей проведения ипотечных сделок в ПАО «ВТБ24» // Социально-экономическое обеспечение развития хозяйственных формирований. 2016. С. 67–71

3 Кудрявцева Н.Н., Кудрявцев В.А. Анализ программ ипотечного кредитования // Проблемы менеджмента, маркетинга и финансов: матер. междунар. науч.-практ. конф. 2015. С. 33–39

4 Кудрявцева Н.Н., Шафоростова И.В. Современные методы управления банковскими рисками в РФ // Проблемы менеджмента, маркетинга и финансов: матер. междунар. науч.-практ. конф. 2012. С. 171–176.

5 Сайт ПАО АКБ «Металлинвестбанк». URL: http://www.metallinvestbank.ru.

6 Чудинова Л.Н., Сироткина Н.В. Инвестиционное обеспечение устойчивого сбалансированного развития региона: проблемы, угрозы, целевые ориентиры // Регион: системы, экономика, управление. 2016. № 1. С. 24–31.

7 Фокина О.М., Звягин Д.И., Чудинова Л.Н. Совершенствование методов оценки инвестиционных проектов в ходе коммерциализации // Насосы. Турбины. Системы. Научно-технический журнал. 2013. № 4. С. 30–38.

8 Голубков Е.П. Стратегический менеджмент. 2015. 292 с.

9 Фатхутдинов Р.А. Управленческие решения. М.: Инфра-М, 2015. 352 с.

10 Пахомова Ю.В. Роль менеджмента в управлении предприятием сотовой связи // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2014. Т. 10. № 3–1. С. 114–119.

11 Herrmann A., Tomczak T., Befurt R. Determinants of radical product innovations // European Journal of Innovation Management. 2006. V. 9. №. 1. P. 20–43.

12 Brettel M. et al. Cross- functional integration of R&D, marketing, and manufacturing in radical and incremental product innovations and its effects on project effectiveness and efficiency // Journal of Product Innovation Management. 2011. V. 28. №. 2. P. 251–269.

13 Senor D. Start-up Nation. 2016. 198 p.

14 Resting S. A potential for understanding and the interference of power: discourse as an economic mechanism of coordination // Journal of Economic Issues. 1998. V. 32. №. 4. P. 1053–1078.

15 Korea's 'Clean Construction System' forenhancing transparency in public construction shared with Ukraine. URL: http://www.undp.org/content/seoul_policy_center/en/home/presscenter/articles/2016/06/23/koreas-clean-construction-system-for-enhancing-transparency-inpublic-construction-shared-with-ukraine-0.html

16 Brunswicker S., Vanhaverbeke W. Open innovation in small and medium- sized enterprises (SMEs): External knowledge sourcing strategies and internalorganizational facilitators //Journal of Small Business Management. 2015. V. 53. №. 4. P. 1241–1263.

17 Grošelj P., Stirn L.Z., Ayrilmis N., Kuzman M.K. Comparison of some aggregation techniques using group analytic hierarchy process // Expert Systems with Applications. 2015. V. 42. № 4. P. 2198–2204

18 B. Zhu, Zeshui Xu Analytic hierarchy processhesitant group decision making // European Journal of Operation Research. 2014. V. 239. № 3. P. 794–801

19 Ngoc N.B. The effect of capital structure and legal status on financial sustainability of mfis in developing countries // Review of Business and Economics Studies. 2016. № 2. P.12-18.

20 Poberezhets O.V. Multi-criteria system of evaluating the economic situation sectors enterprises // Економіка: реалії часу. Науковий журнал. 2015. № 4 (20). P. 52-58. URL: http://economics.opu.ua/files/archive/2015/n4.html

21 Polyakov K., Polyakova M. The role of financial factors interactions in the capital structure determination // Journal of corporate finance research. 2015. № 4 (36). P.17-23.

22 Bezborodova Y.E. The analysis of financial statements as approach to the assessment of financial stability of the enterprise» // The Russian Academic Journal. 2013. V. 24. № 2. P.10-16.

23 Faden C. Alignment of Operational Success Drivers on the Basis of Empirical Data. Berlin: OptimizingFirmPerformance: Springer, 2015. 189 p.

24 Купчинский А.В., Епифанова Т.В. Комплекс мер по включению малых бизнес-структур в инновационные кластеры // Вестник ВГУИТ. 2016. №3. С. 332-338. doi:10.20914/2310-1202-2016-3-332-338

REFERENCES

1 Kudryavtseva N.N., Kudryavtsev V.A., Pakhomova Yu.V. Evaluation of the structure of the retail loan portfolio in PJSC VTB24 and analysis of mortgage lending. Organiztsionno-ekonoicheskie I upravlencheskie aspekty [Organizational-economic and managerial aspects of the functioning and development of socio-economic systems in the conditions of the innovative economy: coll. sci. tr. on the basis of the All-Russian scientific-practical work. Conf.] 2017. pp. 88-98 (in Russian)

2 Kudryavtseva N.N., Kudryavtsev V.A, Investigation of technology and peculiarities of mortgage transactions in PJSC "VTB24". *Sotsial'no-ekonomicheskoe razvitie* [Socio-economic support for the development of economic units] 2016. pp. 67-71 (in Russian)

3 Kudryavtseva N.N., Kudryavtsev V.A. Analysis of mortgage lending programs. Problemy menedzhmenta, marketinga I finansov [Problems of Management, Marketing and Finance: Mater. Intern. scientific-practical. Conf] 2015. pp. 33-39 (in Russian)

4 Kudryavtseva NN, Shaforostova I.V. Modern methods of banking risk management in the Russian Federation. Problemy menedzhmenta, marketinga I finansov [Problems of Management, Marketing and Finance: Mater. Intern. scientific-practical. Conf] 2012. pp. 171-176.

5 Sait PAO AKB "Metallinvestbank" [The site of PJSC JSCB Metallinvestbank] URL: http://www.metallinvestbank.ru (in Russian)

6 Chudinova L.N. Investment support of the sustainable balanced development of the region: problems, threats, target reference points. *Region: sistemy, ekonomika, upravlenie* [Region: systems, economy, control] 2016. no. 1. pp. 24–31. (in Russian)

7 Fokina O.M. Enhancement of valuation methods of investment projects during commercialization. *Nasosy. Turbiny. Sistemy* [Pumps. Turbines. Systems. Scientific and technical log] 2013. no. 4. pp. 30–38. (in Russian)

8 Golubkov E.P. Strategicheskii menedzhment [Strategic management] 2015. 292 p. (in Russian)

9 Fatkhutdinov R.A. Upravlencheskie resheniya [Administrative decisions] Moscow, Infra-M, 2015. 352 p. (in Russian)

10 Pakhomova Yu. V. A management role in business management of cellular communication. *Vestnik VGTU* [Messenger of the Voronezh state technical university] 2014. vol. 10. no. 3–1. pp. 114–119. (in Russian)

11 Herrmann A., Tomczak T., Befurt R. Determinants of radical product innovations. European Journal of Innovation Management. 2006. vol. 9. no. 1. pp. 20–43.

12 Brettel M. et al. Cross-functional integration of R&D, marketing, and manufacturing in radical and incremental product innovations and its effects on project effectiveness and efficiency. Journal of Product Innovation Management. 2011. vol. 28. no. 2. pp. 251–269.

13 Senor D. Start-up Nation. 2016. 198 p.

14 Resting S. A potential for understanding and the interference of power: discourse as an economic mechanism of coordination. Journal of Economic Issues. 1998. vol. 32. no. 4. pp. 1053–1078.

15 Korea's 'Clean Construction System' forenhancing transparency in public construction shared with Ukraine. Available at: http://www.undp.org/content/seoul_policy_center/en/home/presscenter/articles/2016/06/23/koreas-clean-construction-system-for-enhancing-transparency-inpublic-construction-shared-with-ukraine-0.html

16 Brunswicker S., Vanhaverbeke W. Open innovation in small and medium-sized enterprises (SMEs): External knowledge sourcing strategies and internalorganizational facilitators. Journal of Small Business Management. 2015. vol. 53. no. 4. pp. 1241–1263.

17 Grošelj P., Stirn L.Z., Ayrilmis N., Kuzman M.K. Comparison of some aggregation techniques using group analytic hierarchy process. Expert Systems with Applications. 2015. vol. 42. no. 4. pp. 2198–2204

18 Zhu B., Zeshui Xu Analytic hierarchy process-hesitant group decision making. European Journal of Operation Research. 2014. vol. 239. no. 3. pp. 794–801

19 Ngoc N.B. The effect of capital structure and legal status on financial sustainability of mfis in developing countries. Review of Business and Economics Studies. 2016. no. 2. pp.12-18.

20 Poberezhets O.V. Multi-criteria system of evaluating the economic situation sectors enterprises. Economy: realtime. Science journal. 2015. no. 4 (20). pp. 52-58. Available at: http://economics.opu.ua/files/archive/2015/n4.html

21 Polyakov K., Polyakova M. The role of financial factors interactions in the capital structure determination. Journal of corporate finance research. 2015. no. 4 (36). pp.17-23.

22 Bezborodova Y.E. The analysis of financial statements as approach to the assessment of financial stability of the enterprise». The Russian Academic Journal. 2013. vol. 24. no. 2. pp.10-16.

23 Faden C. Alignment of Operational Success Drivers on the Basis of Empirical Data. Berlin: OptimizingFirmPerformance: Springer, 2015. 189 p.

24 Kupchinsky A.V., Epifanova T.V. The complex of measures on inclusion of small businesses in innovation clusters. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies]. 2016;(3):332-338. doi:10.20914/2310-1202-2016-3-332-338 (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Наталья Н. Кудрявцева к.геогр.н., доцент, кафедра управления материально-техническим обеспечением ВВС, Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковскрго и Ю.А. Гагарина, ул. Старых Большевиков, 54а, г. Воронеж, Россия,konnat@mail.ru

Юлия В. Пахомова к.э.н., доцент, кафедра инженерной экономики, Воронежский государственный технический университет, Московский пр-т, 14, г. Воронеж, Россия,yulia198007@mail.ru

Юлия Н. Дуванова к.э.н., доцент, кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, Россия,dyvanova@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Кудрявцева Н.Н. выполнила обзор литературных источников по исследуемой проблеме, выполнила расчёты и несёт ответственность за плагиат, Пахомова Ю.В. корректировала рукопись до печати, Дуванова Ю.Н. провела консультацию в ходе исследования

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 16.01.2018

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 19.02.2018

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Natal'ya N. Kudryavtseva Cand. Sci. (Geo.), associate professor, logistics management department, Air Force Academy named after Professor N. Zhukovskiy and Yu. Gagarin, Old Bolsheviks str., 54a, Voronezh, Russia,konnat@mail.ru

Yuliya V. Pakhomova Cand. Sci. (Econ.), associate professor, Engineering Economics department, Voronezh state technical university, Moskovsky av., 14, Voronezh, Russia,yulia198007@mail.ru

Yuliya N. Duvanova Cand. Sci. (Econ.), associate professor, Economic Security and the Financial Monitoring department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia,dyvanova@mail.ru

CONTRIBUTION

Kudryavtseva N.N. has executed the review of references on the studied problem, has executed calculations and bears responsibility for plagiarism, PakhomovYu.V. corrected the manuscript to the press, DuvanovaYu.N. has held consultation during the research

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 1.16.2018

ACCEPTED 2.19.2018

Оригинальная статья/Original article

УДК 360

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-322-330

Риски коммерческих банков при кредитовании инновационных проектов: анализ, оценка и учет

Татьяна А. Федорова [1] tatiana75@mail.ru
Марина А. Олейник [2] 34949mani@mail.ru

[1] Коми республиканская академия государственной службы и управления, Коммунистическая ул., д. 11., Сыктывкар, 167982, Россия

[2] АО АКБ «НОВИКОМБАНК», Полянка Большая ул., д. 50/1, стр. 1, г. Москва, 119180, Россия

Реферат. Одной из основных проблем при кредитовании инновационных проектов коммерческими банками является оценка риска. Для этого риски проекта классифицируются в соответствии с признаком "источник возникновения риска".Согласно полученным данным учитываются: риски инновационного проекта, риски компании-реализатора. Далее формируют общую группу риск-факторов банковского кредитования инновационных проектов. В целях проведения количественной оценки выявленных рисков банковского кредитования инновационных проектов используется метод экспертной оценки, в котором устанавливаются эмпирические шкалы уровня риска. Так же учитываются требования ЦБ РФ и предложенный метод оценки риска кредитования инновационного проекта, для чего вводится корректировка рассчитываемого минимального резерва на возможные потери по ссуде с учетом стадии реализации инновационного проекта. Полученные результаты позволяют использовать две схемы кредитования на цели реализации инновационных проектов. Первая - без отсрочки платежа по уплате процентов, когда кредит предоставляется на цели реализации инновационного проекта компании с хорошим или средним финансовым положением и обслуживанием долга, положительной кредитной историей и наличием опыта реализации инновационных проектов. Вторая - с отсрочкой платежа по уплате процентов, когда кредит предоставляется новой компании, созданной специально для реализации инновационного проекта, или компании, у которой недостаточно средств для уплаты процентов, и реализация инновационного проекта позволит значительно улучшить ее финансовое положение. Практическое использование предложенного метода позволяет проводить адекватную оценку кредитной сделки с повышенным риском и развивать сегмент банковской деятельности, связанный с кредитованием инновационных проектов.

Ключевые слова: риск, кредит, инновационный проект, коммерческие банки, классификация рисков, банковская система

Risks of commercial banks in credit innovation projects: analysis, assessment and accounting

Tat'yana A. Fedorova [1] tatiana75@mail.ru
Marina A. Oleinik [2] 34949mani@mail.ru

[1] Komi Republican Academy of state service and management, Kommunisticheskaya str., 11, Syktyvkar, Komi Republic, 167982, Russia

[2] JSCB "NOVIKOMBANK", Polyanka Bolshaya str., 50/1, Moscow, 119180, Russia

Summary.One of the main problems when crediting innovative projects by commercial banks is risk assessment. For this purpose project risks are classified according to a sign "a source of emergence of risk". According to the obtained data are considered: risks of the innovative project, risks of the company implementer. Further, create the general group risk factors of bank lending of innovative projects. For carrying out quantitative assessment of the revealed risks of bank lending of innovative projects the method of expert evaluation in which empirical scales of risk level are established is used. Also take into account the requirements of the CBR and the proposed method of risk assessment to Fund this innovative project, which introduces a correction of the calculated minimum reserve for possible losses on the loan taking into account the stage of implementation of innovative project. The received results allow to use two schemes of crediting for the purposes of implementation of innovative projects. The first - without payment deferral on interest payment when the loan is granted on the purpose of implementation of the innovative project of the company with a good or average financial position and debt servicing, positive credit history and experience of implementation of innovative projects. The second - with a payment deferral on interest payment when the loan is granted to the new company created especially for implementation of the innovative project, or the company which has not enough means for interest payment and implementation of the innovative project will allow to improve its financial position considerably. Practical use of the offered method allows to carry out adequate assessment of a credit deal with the increased risk and to develop the segment of banking activity connected with crediting of innovative projects.

Keywords:risk, credit, innovative project, commercial banks, classification of risks, banking system

Введение

Достаточно новым и малоразвитым сегментом деятельности коммерческих банков является кредитование инновационных проектов. Данное направление банковской деятельности считается высокорисковым, в силу неопределенности получения положительных результатов в ходе реализации инновационных проектов.

О вкладе банковского сектора в развитие инновационной деятельности судить достаточно сложно в силу отсутствия официальной

Для цитирования

Олейник М.А., Федорова Т.А. Риски коммерческих банков при кредитовании инновационных проектов: анализ, оценка и учет // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 1. С. 322–330. doi:10.20914/2310-1202-2018-1-322-330

For citation

Oleinik M.A., Fedorova T.A. Risks of commercial banks in credit innovation projects: analysis, assessment and accounting. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 1. pp. 322–330. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-1-322-330

статистики о реальных объемах кредитов, выданных на цели реализации инновационных проектов. Коммерческие банки, специализирующиеся на кредитовании инноваций, такие как Сбербанк, Россельхозбанк, Альфа-банк, Промсвязьбанк, ВТБ, Новикомбанк и другие, не раскрывают данной информации и не разглашают условия предоставления такого рода кредитов, однако, позиционируют себя как банки, оказывающие финансовую поддержку реальному сектору экономики в целях развития высокотехнологичных производств и повышения конкурентоспособности отечественных товаров.

Закрытие внешних рынков капитала и увеличение спроса на отечественный банковский капитал со стороны реального сектора экономики предопределяет необходимость вовлечения банковского сектора в процесс финансирования развития инновационной деятельности в России.

Несмотря на то, что последние несколько лет наблюдается тенденция к сокращению количества кредитных организаций, объем выданных кредитов продолжает расти. За 2015 год число кредитных организаций сократилось на 101 и составило 733, а активы банковского сектора выросли на 6,9% и составили 83 трлн руб., в тоже время корпоративный кредитный портфель составил 33,3 трлн руб., его доля в активах банковского сектора – 40,1%, что на 2,1% превышает данный показатель за 2014 год [3]. Поскольку в структуре корпоративного кредитного портфеля преобладают кредиты, выданные на срок свыше 3 лет, потенциал к развитию долгосрочного и высокорискового кредитования у отечественных коммерческих банков имеется. Таким образом, подтверждается актуальность развития сегмента банковской деятельности, связанного с кредитованием инновационных проектов, а, следовательно, необходимость пересмотра действующих методов оценки кредитных рисков коммерческими банками при выдаче кредитов на реализацию инновационных проектов, что позволит наиболее эффективно использовать данный потенциал.

Эффективное управление рисками при осуществлении активных операций – залог финансовой устойчивости банка, особенно в условиях макроэкономической нестабильности, ужесточения требований Центрального банка РФ к оценке и управлению рисками, присущими банковской деятельности, и ростом проблемных активов (просроченной задолженности по ссудам). В этой связи обоснована необходимость выявления, оценки и учета банковских рисков, связанных с выдачей кредитов на цели реализации инновационных проектов.

Эффективная система управления рисками коммерческого банка должны включать в себя идентификацию рисков, разработку методики их оценки и учета, и регулярный мониторинг.

В научной литературе встречается множество определений понятия «риск», отличных друг от друга особенностями той отрасли, где они применяются. В общем, под риском понимается вероятность наступления неблагоприятных событий, способных принести убыток или нанести ущерб.Под банковским риском понимается вероятность наступления неблагоприятных событий, способных принести банку убыток в процессе осуществления им своей деятельности, и зависящий от характера проводимых им операций.

При оценке рисков используются качественные и количественные методы. Качественный метод оценки рисков заключается в выявлении возможных рисков и описании причин (факторов) их возникновения, оказывающих значительное влияние на появление данных рисков, и степень их воздействия на успешность реализации проекта. Количественный метод – в численном выражении степени влияния на проект каждого выявленного риска, и в целом определении риска проекта.

В этой связи первостепенным является проведение качественного анализа возможных рисков, а следующим этапом – их количественная оценка.

Основная часть

На основе анализа процессов кредитования коммерческими банками инновационных проектов выявлено, что необходимо учитывать риски, присущие самому инновационному проекту, риски компании, реализующей данный проект, и кредитные риски коммерческого банка.

Кредитные риски коммерческого банка обусловлены успешностью реализации инновационного проекта и кредитоспособностью компании, реализующей его, то есть они связаны с вероятностью возникновения убытков банка в результате неисполнения заемщиками своих обязательств по уплате процентов и основного долга согласно условиям кредитного договора.

Разработана классификация рисков в соответствии с признаком«источник возникновения риска» с позиции банка-кредитора, что в последствие позволяет сформировать общую группу риск-факторов банковского кредитования инновационных проектов. Данная классификация представлена в таблице 1.

Таблица 1.

Классификация риск-факторов по признаку«источник возникновения риска», их содержание и коэффициенты весомости.

Table 1.

Classification risk factors by sign “source of emergence of risk”, their contents and coefficients of ponderability.

Показатель риска Hazard rate	Содержание Contents	Уровень риска (R_j) Risk level(R_j)	k_j
Риск – факторы инновационного проекта Risk - factors of the innovative project			
1.1. Риск получения недостоверной информации о результатах научно-исследовательских разработок / наличие патента 1.1. Risk of receiving unreliable information about results research and development / availability of the patent	Подготовка заявки в Роспатент The preparation of an application to Rospatent	высокий high	**0,2**
	Подана заявка на получение патента в Роспатент Rospatent filed an application for a patent	средний middle	
	Положительное заключение экспертизы, патент получен The positive judgment, the patent is taken out	низкий low	
1.2. Риск, связанный с неопределенностью оригинальности идеи создания нового продукта 1.2. The risk connected with uncertainty of originality of the idea of creation of a new product	Имеется аналог, более дешевый There is an analog more cheaper	высокий high	**0,1**
	Имеется аналог, более дорогой There is an analog more expensive	средний middle	
	Аналоги отсутствуют Analogs are absent	низкий low	
1.3. Риск, связанный с востребованностью нового продукта на рынке аналогичных товаров 1.3. The risk connected with a demand of a new product in the market of similar goods	Узконаправленный товар (продукт) Narrowly targeted goods (product)	высокий high	**0,1**
	Товар ограниченного потребления Goods of limited consumption	средний middle	
	Товар широкого потребления Mass sale system	низкий low	
1.4. Риск неполучения ожидаемых результатов, связанный с наличием опыта разработки 1.4. The risk of non-receipt of the expected results connected with experience of development	Без опыта разработки Without experience of development	высокий high	**0,1**
	Меньшая часть разработок не была реализована Smaller part of developments was not implemented	средний middle	
	Опытные разработчики, успешно реализованы все проекты Experienced developers, are successfully implemented all projects	низкий low	
1.5. Риск неполноты и неточности данных проектной документации и маркетингового исследования 1.5. Risk of incompleteness and inaccuracy of data of the project documentation and marketing research	Заключение независимого эксперта, 60% необходимых для анализа документов предоставлено, предоставлено краткое маркетинговое исследование The opinion of an independent expert, 60% of documents, necessary for the analysis, is provided, provided a short marketing research	высокий high	**0,1**

	Заключение независимого эксперта, 80% необходимых для анализа документов предоставлено, предоставлено краткое маркетинговое исследование The opinion of an independent expert, 80% of documents, necessary for the analysis, is provided, provided a short marketing research	средний middle	
	Заключение независимого эксперта, 100% необходимых для анализа документов предоставлено, предоставлено развернутое и обширное маркетинговое исследование The opinion of an independent expert, 100% of documents, necessary for the analysis, is provided, provided the developed and extensive marketing research	низкий low	
1.6. Риск юридической (правовой) незащищенности 1.6. Risk of legal (legal) vulnerability	Отсутствие опыта защиты прав интеллектуальной собственности Lack of experience of protection of intellectual property rights	высокий high	**0,1**
	Небольшой опыт защиты прав интеллектуальной собственности Brief experience of protection of intellectual property rights	средний middle	
	Большой опыт защиты прав интеллектуальной собственности Wide experience of protection of intellectual property rights	низкий low	
1.7. Этап (фаза) реализации инновационного проекта 1.7. Stage (phase) of implementation of the innovative project	НИОКР NIOKR (scientific research)	высокий high	**0,2**
	Внедрение Implementation	средний middle	
	Производство Production	низкий low	
1.8. Ценовой риск, связанный с ростом затрат на научно-исследовательские работы, а также ростом издержек в связи с изменением цен на ресурсы и материалы 1.8. The price risk connected with growth of costs for research works, and also growth of costs in connection with the change in price for resources and materials	Все контракты заключены в иностранной валюте, исполнители – нерезиденты All contracts are signed in foreign currency, contractors are nonresidents	высокий high	**0,1**
	Смешанная контрактная база The mixed contractual basis	средний middle	
	Все контракты заключены с фиксированной ценой в валюте РФ ll contracts are signed with the fixed price in currency of the RF	низкий low	
Риск – факторы компании, реализующей инновационный проект Risk - factors of the company implementing the innovative project			
2.1. Риск неполноты и неточности данных о финансово-хозяйственной деятельности компании 2.1. Risk of incompleteness and inaccuracy of data on financial and economic activity of the company	60%необходимых для анализа документов предоставлено 60% of documents, necessary for the analysis, are provided	высокий high	**0,1**
	80%необходимых для анализа документов предоставлено 80% of documents, necessary for the analysis, are provided	средний middle	
	100%необходимых для анализа документов предоставлено 100% of documents, necessary for the analysis, are provided	низкий low	
2.2. Риск, связанный с надежностью производственно-технологического процесса производства нового товара 2.2. The risk connected with reliability of production engineering procedure of production of new goods	Не налажен процесс производства и сбыта продукции The production process and sales of products is not adjusted	высокий high	**0,2**
	Требуется модернизация процесса производства и сбыта Modernization of a production process and sale is required	средний middle	
	Налажен процесс производства и сбыта, автоматизация производственного процесса	низкий low	

Для связи с редакцией: post@vestnik-vsuet.ru

	The production process is adjusted and it is sold, production process automation		
2.3. Риск недостаточной квалификации кадров 2.3. Risk of insufficient qualification of personnel	Отсутствуют высоко квалифицированные специалисты, для реализации проекта будут приглашены сторонние специалисты There are no competent specialists, for project implementation third-party specialists will be invited	высокий high	**0,2**
	Имеются высоко квалифицированные специалисты, требуется повышение квалификации There are competent specialists, advanced training is required	средний middle	
	Имеются высоко квалифицированные специалисты с опытом реализации инновационных проектов There are competent specialists with experience of implementation of innovative projects	низкий low	
2.4. Риск неплатежеспособности компаний – партнеров, контрагентов, выражающийся в неисполнении своих обязательств в срок и в полном объеме 2.4. The risk of insolvency of the partner companies, partners which is expressed in non-execution of the obligations in time and in full	Компании – контрагенты, с которыми ранее не заключались контракты, средние позиции на рынке The companies - partners with whom contracts, average positions in the market were not signed earlier	высокий high	**0,2**
	Компании – контрагенты, с которыми ранее не заключались контракты, с хорошей репутацией The companies - partners with whom contracts, with good reputation were not signed earlier	средний middle	
	Компании – контрагенты с многолетним опытом сотрудничества и хорошей репутацией The companies - partners with long experience of cooperation and good reputation	низкий low	
2.5. Риск, связанный с нестабильностью экономики 2.5. The risk connected with instability of economy	Компания работает с иностранными поставщиками и заказчиками (на международном рынке) The company works with foreign suppliers and customers (in international market)	высокий high	**0,1**
	Компания работает в основном с иностранными и отечественными поставщиками и заказчиками (на международном и отечественном рынке) The company works generally with foreign and domestic suppliers and customers (in the international and domestic market)	средний middle	
	Компания работает с отечественными поставщиками и заказчиками (государство в лице Министерства обороны, Минпромторгом, предприятиями ОПК РФ и т. п.) The company works with domestic suppliers and customers (the state on behalf of the Ministry of Defence, Minpromtorg, defense industry enterprises of the RF, etc.)	низкий low	
2.6. Наличие (заключение) договора на проведение НИР 2.6. Availability (conclusion) of the agreement on carrying out NIR	Договор не заключен The agreement is not signed	высокий high	**0,2**

Источник: составлено автором

Source: the author makes it

Приведенная в таблице 1 классификация риск-факторов по признаку«источник возникновения риска» может быть дополнена с учетом отраслевой специфики и особенностей инновационных проектов и компаний, их реализующих, на усмотрение банка.

Для количественной оценки рисков банковского кредитования инновационных проектов предлагается использовать метод экспертной оценки, основанный на субъективном анализе рисков, позволяющем определить его уровень.

Уровень риска определяется исходя из его расчетного значения, на основе эмпирической шкалы уровня риска, приведенной в таблице 2.

Расчёт величины риска банковского кредитования инновационного проекта включает в себя оценку рисков инновационного проекта и оценку рисков компании, реализующей инновационный проект, и рассчитывается по формуле:

$$R = 0{,}6R_1 + 0{,}4\ R_2, \quad (1)$$

где R – совокупный риск банковского кредитования инновационного проекта, R_1 – риски инновационного проекта, характеризующие вероятность негативного влияния риск-факторов на успешную реализацию инновационного проекта, R_2 – риски компании, реализующей инновационный проект, характеризующие вероятность негативного влияния риск-факторов на ее финансовые и профессиональные возможности, позволяющие эффективно реализовать проект.

Таблица 2.

Эмпирическая шкала уровня риска

Table 2.

Empirical scale of risk level

Величина риска Risk size	Уровень риска / градация риска Risk level / gradation of risk	Характеристика Characteristic
0,0–0,3	низкий low	Вероятность наступления отрицательных последствий достаточно мала (незначительна), отсутствуют факторы, негативно влияющие на реализацию инновационного проекта The probability of approach of negative effects is rather small (is insignificant), there are no factors which are negatively influencing implementation of the innovative project
0,4–0,6	средний middle	Вероятность наступления отрицательных последствий незначительна, проявляются факторы, негативно влияющие на реализацию инновационного проекта The probability of approach of negative effects is insignificant, the factors which are negatively influencing implementation of the innovative project are shown
0,7–1,0	высокий high	Вероятность наступления отрицательных последствий значительно высока, проявляются факторы, негативно влияющие на реализацию инновационного проекта The probability of approach of negative effects is considerably high, the factors which are negatively influencing implementation of the innovative project are shown

Источник: составлено автором

Source: the author makes it

Величина риска инновационного проекта, характеризующая вероятность негативного влияния риск-факторов на успешную реализацию инновационного проекта, определяется по формуле:

$$R_1 = \sum_j R'_{1j} \times k_{1j}, \quad j = \{1 \ldots n\} \quad (2)$$

где R_1 – риски инновационного проекта, доли единицы; R'_{1j} – риск-факторы инновационного проекта, оказывающие влияние на успешную реализацию инновационного проекта, доли единицы; k_{1j} – коэффициент весомости каждого риск-фактора, доли единицы.

Величина риска компании, реализующей инновационный проект, характеризующая вероятность негативного влияния риск-факторов на ее финансовые и профессиональные возможности, позволяющие эффективно реализовать проект, определяется по формуле:

$$R_2 = \sum_j R'_{2j} \times k_{2j}, \quad j = \{1 \ldots n\} \quad (3)$$

где R_2 – риски компании, реализующей инновационный проект, доли единицы; R'_{2j} – риск-факторы компании, реализующей инновационный проект, оказывающие влияние на успешную реализацию инновационного проекта, доли единицы;

k_{2j} – коэффициент весомости каждого риск-фактора, доли единицы.

На основе таблицы 1 определяется уровень риска как высокий, средний или низкий по каждому показателю R'_j и его весомость k_j. Затем на основе таблицы 2 каждому значению R'_j присваивается численная величина. Каждый банк в зависимости от особенностей кредитуемых инновационных проектов может корректировать значения R'_jи k_j.

Показатель R является базовым для определения величины риска и принятия решения о выдаче кредита.

Таким образом, при оценке приемлемости риска банковского кредитования инновационного проекта мы считаем, что оптимальным является значение риска – не превышающее 0,25, допустимое значение – на уровне не более 0,5, и недопустимое – более 0,75 согласно таблице 2.

Выбор и использование того или иного метода количественной оценки риска банковского кредитования инновационного проекта происходит на усмотрение банка. Главное условие – это получение качественного анализа, на основе которого будет принято решение о возможности кредитования рассматриваемого инновационного проекта.

После принятия решения о выдаче кредита на цели реализации инновационного проекта коммерческий банк рассчитывает и формирует резерв на возможные потери по ссуде согласно Положению ЦБ РФ 254-П от 26 марта 2004 года «Положение о порядке формирования кредитными организациями резервов на возможные потери по ссудам, по ссудной и приравненной к ней задолженности». Учитывая требования ЦБ РФ и предложенные рекомендаций по учету риска кредитования инновационного проекта, механизм оценки и учета рисков коммерческого банка, занимающегося кредитованием инновационных проектов, будет состоять из следующих этапов:

1. Оценка финансового положения заемщика;
2. Оценка качества обслуживания долга по ссуде;
3. Определение категории качества ссуды;
4. Определение расчетного резерва;
5. Определение минимального резерва путем его корректировки с учетом обеспечения, предоставленного по ссуде;
6. Корректировка минимального резерва с учетом стадии реализации инновационного проекта;
7. Мониторинг и реклассификация ссуд;
8. Корректировка размера минимального резерва по ссуде.

На основании квартальной и годовой отчетности банком проводится оценка финансового положения заемщика и обслуживания долга, оформляется профессиональное суждение, на основании которого ссуда классифицируется в одну из категорий качества и определяется размер расчетного резерва.

Многие из вышеназванных этапов нами были реализованы в процессе расчета совокупного риска банковского кредитования инновационных проектов (R).

Оценка качества обслуживания долга по ссуде проводится на основе кредитной истории компании, реализующей инновационный проект, и уплаты ей комиссии за выдачу кредита.

При долгосрочном кредитовании (от 1 года до 3 лет)особенно важным является этап мониторинга, на котором пересматривается оценка платежеспособности компании, реализующей инновационный проект, по результатам квартальной бухгалтерской отчетности, и анализируется эффективность реализации инновационного проекта.

С целью страхования рисков банковского кредитования инновационных проектов целесообразно ввести корректировку рассчитываемого минимального резерва с учетом стадии реализации инновационного проекта согласно таблице 3.

Таблица 3.

Определение величины коэффициента корректировки резерва в зависимости от стадии реализации инновационного проекта

Table 3.

Determination of size of coefficient of correction of a reserve depending on a stage of implementation of the innovative project

Стадия реализации проекта Project implementation phase	Группа риска проекта Risk group of the project	Коэффициент корректировки резерва (k_r) Coefficient of correction of a reserve(k_r)
III Стадия – эффективное использование III Stage - effectiveuse	1	1,0
II Стадия – внедрениеи освоение II Stage - implementation and development	2	1,5
I Стадия – НИОКР I Stage - Research and Development	3	2,0

Источник: составлено автором

Первая стадия реализации инновационного проекта является наиболее рисковой, так как именно здесь происходит проведение научно-исследовательских работ, анализ полученных результатов, их сертификация и патентование, также проводится маркетинговое исследование. На второй стадии реализации инновационного проекта происходит внедрение полученных результатов в производство. На третьей стадии осуществляется продвижение нового продукта на рынок потребителей и расширение производства. Поэтому третья стадия является наименее рисковой.

В итоге реальный размер резерва с учетом корректировки в зависимости от стадии реализации инновационного проекта рассчитывается по следующей формуле:

$$P_r = P \times k_r, \quad (4)$$

где P_r – реальный размер резерва; P – минимальный размер резерва; k_r – коэффициент корректировки резерва.

Таким образом, в расчете резерва на возможные потери по ссуде учитывается риск кредитования инновационных проектов в зависимости от стадии его реализации.

Уточнение и корректировка размера резерва по ссуде происходят в случае изменения суммы основного долга, то есть при погашении части ссудной задолженности заемщиком, при изменении уровня кредитного риска и качества обеспечения ссуды, при изменении стадии реализации инновационного проекта. Уточнение уровня кредитного риска осуществляется по итогам предоставления квартальной и годовой отчетности.

Таким образом, мониторинг завершает процесс системного анализа состояния объекта кредитования и существенно повышает эффективность процесса управления рисками коммерческого банка при выдаче кредита на цели реализации инновационного проекта.

Принимаемые банком риски, как правило, закладываются в расчет стоимости заемного капитала. Расчет эффективной процентной ставки при выдаче кредита на цели реализации инновационного проекта будет зависеть как от уровня кредитного риска, так и от особенностей кредитной сделки.

Принятие банком решения о выдаче кредита на цели реализации инновационного проекта также зависит и от уровня риска, и от величины резерва, который в последствие выдачи ему необходимо будет сформировать.

Предлагается использовать две схемы кредитования на цели реализации инновационных проектов:

- без отсрочки платежа по уплате процентов, когда кредит предоставляется на цели реализации инновационного проекта компании с хорошим или средним финансовым положением и обслуживанием долга, положительной кредитной историей и наличием опыта реализации инновационных проектов;
- с отсрочкой платежа по уплате процентов, когда кредит предоставляется новой компании, созданной специально для реализации инновационного проекта, или компании, у которой недостаточно средств для уплаты процентов, и реализация инновационного проекта позволит значительно улучшить ее финансовое положение.

Выбор той или иной схемы кредитования зависит от кредитной политики банка и возможности банка принять на себя риск кредитования инновационного проекта, а также от структуры кредитной сделки и возможности снижения уровня долговой нагрузки на компанию на начальном этапе реализации инновационного проекта за счет отсрочки платежа.

Заключение

Рассмотренная методика выявления, оценки и анализа рисков позволяет ввести корректировку рассчитываемого минимального резерва на возможные потери по ссуде инновационного проекта, согласно стадии его реализации. Для этого оцениваемый проект рассматривается согласно предложенной классификации по «источнику возникновения риска». Анализ данной классификации позволяет сформировать группы риск-факторов для осуществления процедуры кредитования рассматриваемого инновационного проекта.

Выявленные риски оцениваются количественно методом экспертной оценки с использованием эмпирической шкалы.

Полученные результаты позволяют банку установить приемлемую схему кредитования:

- без отсрочки платежа по уплате процентов;
- с предоставлением отсрочки платежа по уплате процентов.

Схема кредитования определяется соответственно уровню платежеспособности заемщика и оцениваемым перспективам инновационного проекта.

ЛИТЕРАТУРА

1 Положение ЦБ РФ 254-П от 26 марта 2004 года «Положение о порядке формирования кредитными организациями резервов на возможные потери по ссудам, по ссудной и приравненной к ней задолженности». URL: http://www.consultant.ru/

2 Положение ЦБ РФ 283-П от 20 марта 2006 года «Положение о порядке формирования кредитными организациями резервов на возможные потери». URL: http://www.consultant.ru/

3 Отчет о развитии банковского сектора и банковского надзора в 2015 году. URL: http://www.cbr.ru

4 AliBekhet H., FathiKamelEletter Sh. Credit risk assessment model for Jordanian commercial banks: Neural scoring approach // Review of Development Finance. 2014. V.4. № 1. P. 20-28. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1879933714000050

5 Baim S. The Future of Fracture Risk Assessment in the Management of Osteoporosis // Journal of Clinical Densitometry. 2017. V. 20. № 3. P. 451-457. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1094695017301087

6 Pompella M., Dicanio A. Ratings based Inference and Credit Risk: Detecting likely-to-fail Banks with the PC-Mahalanobis Method // Economic Modelling. 2017. V. 67. P. 34-44. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S026499931630270X

7 Buchner A., Mohamed A., Schwienbacher A. Diversification, risk, and returns in venture capital // Journal of Business Venturing. 2017. V. 32. № 5. P. 519-535. URL: https://www.sciencedirect.com/search?qs= Innovative+risks+of+a+venture+capital+and+management+of+them&origin=article&zone=qSearch

8 Федорова Е.А. Финансовая устойчивость кредитных организаций в современных условиях. // Известия ТулГУ. Экономические и юридические науки. 2010. № 1. Ч. 1. С. 111–116.

9 Федорова Т.А., Зайцев О.А. Расчет компенсации за упущенную выгоду при венчурном кредитовании. // Финансы и кредит. 2008. № 9. С. 17–21.

10 Teker D., Teker S., Teraman O. Venture Capital Markets: A Cross Country Analysis. URL: https://doi.org/10.1016/S2212-5671(16)30192-7.

11 Соколинская Ю.М. Логико-вероятностный подход к определению риск-устойчивой стратегии региона и предприятий // Вестник ВГУИТ. 2017/ №79(3). С. 304-310. doi:10.20914/2310-1202-2017-3-304-310

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Татьяна А. Федорова д.э.н., доцент, ректор, Коми республиканская академия государственной службы и управления, Коммунистическая ул., 11, г. Сыктывкар, Республика Коми, 167982, Россия,tatiana75@mail.ru

Марина А. Олейник главный экономист, отдел сопровождения кредитных операций, АО АКБ «НОВИКОМБАНК», Полянка Большая ул., 50/1, г. Москва, 119180, Россия, 34949mani@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Татьяна А. Федорова консультация в ходе исследования

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

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 26.12.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 19.02.2018

REFERENCES

1 Polozhenie o poryadke formifovaniya kreditnymi organizatsiyami rezervov [The position of the Central Bank of Russia 254-P dated 26 March 2004 "regulations on procedure of formation by credit organizations of reserves for possible losses on loans, loan and similar debt"] Available at: http://www.consultant.ru (in Russian)

2 Polozhenie o poryadke formifovaniya kreditnymi organizatsiyami rezervov [The position of the Central Bank of the Russian Federation 283-P dated 20 March 2006 "regulations on the procedure of formation by credit organizations of reserves on possible losses"] Available at: http://www.consultant.ru/ (in Russian)

3 Otchet o razvitii bankovskogo sektora I bankovskogo nadzora [Report on the development of the banking sector and banking supervision in 2015] Available at: http://www.cbr.ru (in Russian)

4 AliBekhet H., FathiKamelEletter Sh. Credit risk assessment model for Jordanian commercial banks: Neural scoring approach. Review of Development Finance. 2014. vol.4. no. 1. pp. 20-28. Available at: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1879933714000050

5 Baim S. The Future of Fracture Risk Assessment in the Management of Osteoporosis. Journal of Clinical Densitometry. 2017. vol. 20. no 3. pp. 451-457. Available at: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/ S1094695017301087 (in Russian)

6 Pompella M., Dicanio A. Ratings based Inference and Credit Risk: Detecting likely-to-fail Banks with the PC-Mahalanobis Method. Economic Modelling. 2017. vol. 67. pp. 34-44. Available at: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S026499931630270X

7 Buchner A., Mohamed A., Schwienbacher A. Diversification, risk, and returns in venture capital. Journal of Business Venturing. 2017. vol. 32. no. 5. pp. 519-535. Available at: https://www.sciencedirect.com/search?qs= Innovative+risks+of+a+venture+capital+and+management+of+them&origin=article&zone=qSearch

8 Fedorova E.A. Financial stability of the credit organizations in modern conditions. *Izvestiya TulGU* [Proceedings of TulSU. Economic and legal Sciences] 2010. vol. 1, part 1. pp. 111–116.

9 Fedorova T.A., Zaitsev O.A. Calculation of compensation for lost profits in the venture lending. *Finansy I kredit* [Finance and credit] 2008. no. 9: pp. 17–21. (in Russian)

10 Teker D., Teker S., Teraman O. Venture Capital Markets: A Cross Country Analysis. Available at: https://doi.org/10.1016/S2212-5671(16)30192-7.

11 Sokolinskaya Yu.M. Logic-probable approach to the determination of the risk-sustainable strategy of the region and enterprises. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies]. 2017. no. 79(3). pp. 304-310. (in Russian) doi:10.20914/2310-1202-2017-3-304-310

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Tat'yana A. Fedorova Dr. Sci. (Econ.), rector, Komi Republican Academy of state service and management, Kommunisticheskaya str., 11, Syktyvkar, Komi Republic, 167982, Russia,tatiana75@mail.ru

Marina A. Oleinik chief economist, department of maintenance of credit operations, JSC JSB "NOVIKOMBANK", Polyanka Bolshaya str., 50/1, Moscow, 119180, Russia, 34949mani@mail.ru

CONTRIBUTION

Tat'yana A. Fedorova consultation during the study

Marina A. Oleinik 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 12.26.2017

ACCEPTED 2.19.2018

Оригинальная статья/Original article

УДК 658.155.4

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-331-334

Формирование и основы анализа инвестиционного портфеля предприятия

Ильмир И. Хасаншин 1 Ilmir.khasanshin@yandex.ru
Антон А. Саватнеев 1 savatneev-anton@mail.ru
Тимур Р. Нарбаев 1 narbaev.timur@ya.ru

1 Университет Управления «ТИСБИ», ул. Муштари 13, г. Казань, 420012, Россия

Реферат. В данной статье рассматривается несколько методов проектирования и анализа проекта. Ведь именно они являются ключевыми в создании нового ит-портфеля предприятия, по стандартам формирования и управления проектами, что особенно важно при инвестиционном анализе. Рассматривая данные этапы, мы затрагиваем темы от начала какого-либо предприятия до его формирования, как работающего бизнеса. Ведь каждое предприятия начинает свою жизнь с выбора методов, останавливаясь на одном, он выбирает план и ставит задачи. Привлечение инвестиций будет одним из главных пунктов в данной задаче. Ведь на сегодняшний день инвестиции служат причиной для следствия процессов экономики и разных явлений в процессах экономики. Такой взгляд будет интересен специалистам в области информационных технологий и экономических наук. Обосновывается идея о том, что анализ подобных результатов дают хорошую оценку, чтобы в дальнейшем выявить слабые стороны, выстроить бизнес процессы и решения с точки зрения формирования нового портфеля предприятия и инструменты, позволяющие определять выгодность модуля или проекта в целом в денежном и техническом эквиваленте. Статья помогает раскрыть тему и основную проблему, которая интересна и актуальна на сегодняшний день, какой метод привлечения инвесторов и реализации/формирование ит-портфеля проекта выбрать, какие новаторские системы по портфельному управлению необходимо использовать и чем они отличаются от традиционных и как правильно их связать с архитектурой предприятия. Ключевыми этапами инвестиционного анализабудут: увеличение прибыли, скапливание ресурсов, правильное формирование портфеля и диверсификация.

Ключевые слова: инвестиционный анализ, жизненный цикл, портфель предприятия, инвестиции

Formation and bases of the analysis of the investment portfolio of the enterprise

Il'mir I. Hasanshin 1 Ilmir.khasanshin@yandex.ru
Anton A. Savatneev 1 savatneev-anton@mail.ru
Timur R. Narbaev 1 narbaev.timur@ya.ru

1 University of Management TISBI, Mushtari str., 13, Kazan, 420012, Russia

Summary.This article discusses several methods for project design and analysis. After all, they are the key ones in creating a new IT portfolio of the enterprise, according to the standards for the formation and management of projects, which is especially important in investment analysis. Considering these stages, we touch topics from the beginning of an enterprise to its formation, as a working business. After all, every enterprise begins its life with a choice of methods, stopping at one, it chooses a plan and sets tasks. Attraction of investments will be one of the main points in this task. For today, investments are the cause for the consequences of economic processes and various phenomena in the economy. This view will be of interest to specialists in the field of information technology and economic sciences. The idea is substantiated that the analysis of such results gives a good assessment in order to further identify weaknesses, build business processes and solutions from the point of view of forming a new portfolio of the enterprise and tools that allow determining the profitability of the module or the project as a whole in terms of money and technical equivalents. The article helps to reveal the topic and the main problem that is interesting and relevant for today, what method of attracting investors and implementing / shaping the IT portfolio of the project, choose which innovative portfolio management systems should be used and how they differ from traditional ones and how to properly link them with architecture of the enterprise. The key stages of investment analysis will be: increase in profits, accumulation of resources, proper portfolio formation and diversification.

Keywords:investment analysis, life cycle, enterprise portfolio, investments

Введение

Оценка стоимости предприятия представляет собой расчет и обоснование стоимости предприятия и является целенаправленным упорядоченным процессом для определениястоимости предприятия в денежном эквиваленте, в условиях влияния на нее внешних и внутренних факторов [2–6].

Такая оценка является важным инструментом в менеджменте, поскольку позволяет оценить эффективность управленческой методики, а также выступает в качестве критерия финансовой устойчивости [7–10].

Для реализации любой управленческой методики необходимы:

- определение области применения методики;

Для цитирования
Хасаншин И.И., Саватнеев А.А., Нарбаев Т.Р. Формирование и основы анализа инвестиционного портфеля предприятия // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 1. С. 331–334. doi:10.20914/2310-1202-2018-1-331-334

For citation
Hasanshin I.I., Savatneev A.A., Narbaev T.R. Formation and bases of the analysis of the investment portfolio of the enterprise. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 1. pp. 331–334. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-1-331-334

- соответствующая оргструктура;
- система планирования, учета и контроля;
- мотивация сотрудников;
- изменение корпоративной культуры.

Управление проектами существует практически в любой службе ИТ или любой организации, которые квалифицируются в этой области. Но портфель проектов – это не совокупность проектов, а механизм позволяющий их интегрировать в систему управления ИТ-службой.

В настоящее время тема формирования портфеля для реальных проектов проработана слабо, хотя существуют множество решений в этой области.

Существует PMI стандарт по формированию и управлению портфелями проекта.

Портфельное формирование и управление включает в себя:

- Информация о проектах и их экономические показатели, так же определяется выгода интеграции проекта
- Распределение оценок по индикаторам (или критериям), определение рейтинга проекта (например, критерий «чистая прибыль проекта»)
- Приоритеты. Попарное сравнение проектов, у кого критерии важнее или индикаторов больше, приоритет ставится выше
- Балансирование портфеля, делаются «пузырьковые» диаграммы на основе данных, которые есть в проекте, ищут и просматривают «кластеры», «пустые места». Ищут все что поможет дать качественную информацию по портфелю. Обычно на этом этапе понимают, что в портфель можно добавить еще проекты или находят недостающие.
- Уточнение проектов по времени и ресурсам, после просмотров их рейтингов. Самые приоритетные поднимаются выше, на них даются ключевые ресурсы. Возможно некоторые проекты вообще не войдут в портфель.
- Авторизация самого портфеля
- Мониторинг портфеля и его изменения

Также существуют различные инструменты по формированию и управлению проектами, такие как общие нити проекта, где ищутся общие компоненты (могут бытьи программные компоненты), общая связь с базой данных или конкретный связывающий модуль. Инструмент, как дробление проекта, где каждый проект разбивается на модули. Каждый модуль дает какую-то выгоду проекту, лучше всего, если это проявляется в денежном эквиваленте. Инструмент, как тестирование на сценариях проекта [11].

Выписываются несколько сценариев (например, расширение или увеличение производительности) и просматривают, как себя поведет каждый сценарий (рисунок 1).

Много из этих инструментов используется в MicrosoftProjectServer 2010, где позиционируют себя как сбалансированные инструменты с привязкой к стратегическим целям.

Сейчас уже сложно представить создание нового модуля или проекта, без моделирования бизнес-процессов, где используются такие средства как ARIS. «При моделировании в среде ARIS для описания проблем в области организации процессов используются полу концептуальные методы. Они позволяют взглянуть на ситуацию с позиции управления бизнесом. В концепции ARIS уровень и полнота описания бизнеса имеют приоритет перед вопросами реализации» [1]

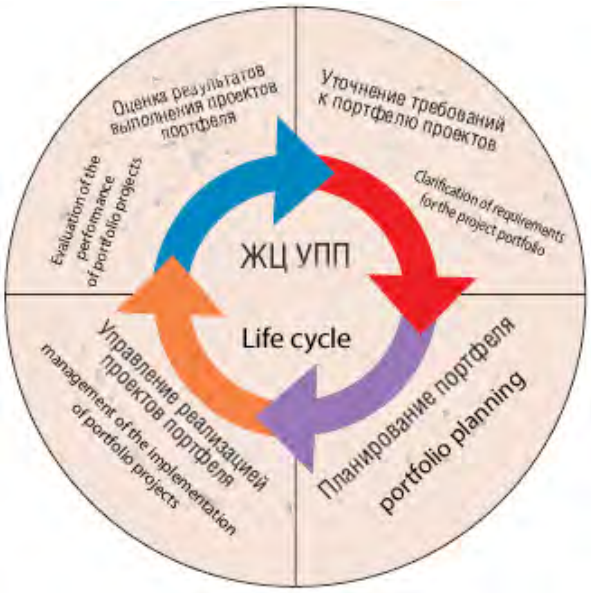


Рисунок 1. Жизненный цикл

Figure1. Lifecycle

Отличие от традиционных систем портфельного управления, указанных выше («Microsoft ProjectServer»), есть более новаторские продукты, такие как planning IP или PrimaveraProSight, они все предлагают интеграцию задач по формированию и управлениюпортфелем предприятия, и проектов задачи которых является связанных с архитектурой предприятия. С одной стороны,такие методы могут привести к неэффективному использованию архитектуры предприятия, если конечно игнорировать ключевые моменты, но с другой нет увязки портфеля программ и проектов с конкретной целевой архитектурой. И при использовании в лучшем случае приведет к несогласованию стратегий развития ИТ предприятия, в худшем к бесполезной трате ресурсов.

Таким образом, необходимо уделять внимание всем элементам жизненного цикла предприятия и формированию самого портфеля.

Инвестиции – это размещение капитала с целью получения прибыли. В современной экономике инвестиции являются неотъемлемой частью. Инвестиционный анализ, следовательно, – это исследование рынка и анализ предприятия, с помощью которого можно узнать, сколько нужно внести в проект, чтобы получить прибыль. Очевидно, что развитие экономики невозможно без инвестиций, при этом каждый инвестор желает, чтобы инвестиции использовались оптимальным образом, принося наибольший экономический эффект. Поэтому можно сказать, что абсолютно любой проект требует этапа анализа и оценки данного вида инвестирования. Нельзя пользоваться только одной методикой инвестиционного анализа предприятия, все зависит от проекта.

При инвестиции проекта все инвесторы выбирают разные методы анализа. Если инвестор имеет большую прибыль, то он может пользоваться своей методикой, для оценки эффективности проекта. Лучшими методиками оценки и инвестиционного анализа остаются всегда те, которые были изобретены в 30-е годы.

Инвестиционный анализ предприятия, обеспечивает динамичное развитие компании и позволяют решать следующие задачи:

- Увеличение деятельности компании за собственные средства;
- Скапливание финансов и материальных ресурсов;
- Диверсификация за счет освоения новых областей бизнеса.

В каждой организации во время работы и плодотворного функционирования системы нужны средства, на которые будут куплены и обновлены основные фонды, оборудование, транспорт, мебели и т. д. Денежные вложения в приобретения данных товаров называют инвестициями.

Когда мы создаем новое предприятие главные вопросы: где взять инвестиции и как при этом привлечь инвестора? Для того, чтобы начать дело нужны деньги. Действующая компания вкладывается в покупку. Приведем для примера транспортную компанию по перевозке пассажиров. Для расширения потока пассажиров, требуется купить автобусы, потому что прибыль от пассажиров возрастет с помощью продажи дополнительных билетов. Здесь обоснованием инвестиций является уменьшение производственных расходов. Инвестиции даже могут затрагивать такие области, как маркетинг с целью увеличить поток клиентов.

Главными этапами инвестирования являются:

- распределение денежных средств в конкретную инвестиционную деятельность;
- превращение вложенных средств в прирост капитальной стоимости, то есть стоимость изменения товара между его приобретением и продажей;
- прирост компании в форме прибыли, формируется уже, когда выявлены главные цели и задачи предприятия, с помощью которых эту прибыль можно достичь.

К функциям инвестиционного анализа можно отнести:

1. Разработка плана для получения информации по предприятию, с помощью которой можно будет составить координацию по задачам для выполнения инвестиционных проектов.
2. Улучшение процессов принятия решений для подобных случаев, как ожидания очереди выполнения и выбора технологий для инвестиций.
3. Выявление потребности для целевого использования ресурсов в предприятии.
4. Возвращение суммы вложенных средств.
5. Рентабельность от инвестиций, должна быть не ниже желаемого уровня, чтобы привлечь инвестора.
6. Для инвестора, важна окупаемость вложенных средств с учетом конкретного времени.

Взгляд на реальную модель инвестиционного анализа является главным ключом к достижению результатов.

Существуют риски, которые возникают из-за не верного анализа инвестиций, которые в свою очередь рушат запланированные цели и ожидаемые результаты от проекта. Большое количество проектов не были заинтересованы инвесторами по главной причине, инвестиционный анализа предприятия был выполнен не верно.

Заключение

Подводя итоги можно сказать, что инвестиционный анализ помогает повысить эффективность управления инвестициями.

Стартовые и финальные стадии анализа инвестиций закрываются, создавая новую цепочку, которая состоит из доходов, ресурсов и конечного эффекта. Накопления финансов организации повторяющийся, замкнутый процесс. Для учета, анализа и повышения эффективности инвестиций необходима их научно обоснованная классификация как на макроуровне, так и на микроуровне.

ЛИТЕРАТУРА

1 Федорова О.В. Применение CASE-технологий RationalRose и ARIS в моделировании бизнес-процессов // Вестник ТИСБИ, 2013. № 2. С. 178–185.

2 Олейник, А.И., Сизов, А.В. ИТ-инфраструктура.М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2012. 134 с.

3 Польшаков И.В. Портфель проектно-ориентированной IT-организации // Управління проектами та розвитоквиробництва: Зб. наук. пр. Луганск: Изд-во СНУ им. В.Даля, 2016. № 1(57). С. 33–38.

4 Блау С.Л. Инвестиционный анализ: Учебник для бакалавров. М.: ИТК Дашков и К, 2016. 256 с.

5 Борисова О.В., Малых Н.И., Овешникова Л.В. Инвестиции. Инвестиционный анализ. Люберцы: Юрайт, 2016. 218 с.

6 Кэхилл М. Инвестиционный анализ и оценка бизнеса. М.: ДиС, 2012. 432 с.

7 Imam S., Barker R., Clubb C. European Accounting Review, 2008.

8 Elton Edwin J., Stern L.N. Modern portfolio theory and investment analysis // School of Business, New York University.

9 Frank K. Reilly, Keith C. Brown. Investment analysis and portfolio management // Australia South-Western Cengage Learning. 2009

10 Frank K. Reilly, Edward A Dyl. Inflation and Portfolio Management: A Test of an Operational Investment Policy During Periods of Inflation // Faculty working papers.

11 Шкарупета Е.В., Красникова А.В., Шишкин И.А., Дударева О.В. Верификация методики оценки инвестиционной привлекательности проекта внедрения IT на высокотехнологичном наукоемком предприятии // Вестник ВГУИТ. 2016. №2. С. 384-388. doi:10.20914/2310-1202-2016-2-384-388

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Ильмир И. Хасаншин студент, кафедра предпринимательства, Университет управления «ТИСБИ», ул. Муштари, 13, г. Казань, 420012, Россия, Ilmir.khasanshin@yandex.ru

Антон А. Саватнеев студент, кафедра предпринимательства, Университет управления «ТИСБИ», ул. Муштари, 13, г. Казань, 420012, Россия, savatneev-anton@mail.ru

Тимур Р. Нарбаев студент, кафедра предпринимательства, Университет управления «ТИСБИ», ул. Муштари, 13, г. Казань, 420012, Россия, narbaev.timur@ya.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 15.01.2018

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 14.02.2018

REFERENCES

1 Fedorova O.V. Application of CASE Rational Rose and ARIS technologies in the modeling of business processes. Vestnik TISBI [Proceedings of TISBI] 2013. no. 2. pp. 178-185 (in Russian)

2 Oleinik A.I., Sizov A.V. IT-infrastruktura [IT infrastructure] Moscow, VShE, 2012. 134 p. (in Russian)

3 Polshakov I.V. Portfolio of the project-oriented IT-organization. *Upravlínnyaproyektami ta rozvitokvirobnitstva* [Management projects that vibrobitvtva] 2016. no. 1 (57). pp. 33-38. (in Russian)

4 Blau S.L. Investitsioyi analiz [Investment Analysis] Moscow, ITK Dashkov and K, 2016. 256 p. (in Russian).

5 Borisova, O.V. Investitsii [Investments. Investment Analysis] Lyubertsy, Yurayt, 2016. 218 p.(in Russian).

6 Cahill M. Investitsionnyi analiz [Investment Analysis and Business Valuation] Moscow, DiS, 2012. 432 p. (in Russian).

7 Imam S, Barker R, Clubb C. European Accounting Review, 2008.

8 Elton Edwin J., Stern L.N. Modern portfolio theory and investment analysis. School of Business, New York University.

9 Frank K. Reilly, Keith C. Brown. Investment analysis and portfolio management. Australia South-Western Cengage Learning. 2009

10 Frank K. Reilly, Edward A Dyl. Inflation and Portfolio Management: A Test of an Operational Investment Policy During Periods of Inflation. Faculty working papers

11 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 VGUIT* [Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies] 2016. no. 2. pp. 384-388. (in Russian) doi:10.20914/2310-1202-2016-2-384-388

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Il'mir I. Hasanshin student, entrepreneurship department, University of Management "TISBI", Mushtari str., 13, Kazan, 420012, Russia, Ilmir.khasanshin@yandex.ru

Anton A. Savatneev student, entrepreneurship department, University of Management "TISBI", Mushtari str., 13, Kazan, 420012, Russia, savatneev-anton@mail.ru

Timur R. Narbaev student, entrepreneurship department, University of Management "TISBI", Mushtari str., 13, Kazan, 420012, Russia, narbaev.timur@ya.ru

CONTRIBUTION

All authors equally participated in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 1.15.2018

ACCEPTED 2.14.2018

Оригинальная статья/Original article

УДК 338.246.2

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-335-340

Концептуальный подход к развитию процесса активного импортозамещения

Юрий А. Саликов [1] saural@rambler.ru
Михаил И. Исаенко [1] misaenko90@yandex.ru

[1] Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Реферат. Современная общественно-экономическая глобализация предполагает расширение кооперации и интеграции всех уровней и видов общественного производства. Однако в силу сложившейся внешнеполитической и внешнеэкономической ситуации процесс импортозамещение приобрёл особую значимость., т.к. при этом существует опасность повышения рисков в сферах национальной и экономической безопасности, открытости новых технологий, потребительской (продовольственной и товарной) зависимости, то есть повышения риска потери устойчивости развития социально-экономической системы. Очевидно, что основные стратегические задачи в рамках социально-экономических систем разные для каждого иерархического уровня. Для макроэкономического уровня эти задачи связаны не только с формированием системы приоритетов и стимулов для переориентации национального воспроизводственного комплекса на производство импортозамещающей продукции, но и с разработкой институциональной основы инициации и запуска процессов импортозамещения. Импортозамещение представляет собой активный процесс замены импортных товаров на отечественные аналоги. Важно отметить, что для РФ импортозамещение носит вынужденный характер, т.к. началом к политике замещение иностранного товара на товар, произведенный внутри страны, против России был введен ряд торгово-экономических санкций, наложенных странами Европы и США. Кроме того, необходимо подчеркнуть, что процесс импортозамещения в отечественной экономике должен априори иметь реалистичные и объективно обозначенные границы, т.к. задача по обеспечению излишнего (как предел – стопроцентного) замещения сама по себе не только не достижима в принципе, но и, требуя неоправданных усилий и материальных затрат, способна нанести существенный ущерб национальной экономике. Импортозамещение идет в следующих сегментах экономики: сельское хозяйство, информационные технологии, машиностроение. По результатам выполненного исследования проведён сравнительный анализ теорий прямых инвестиций. Выстроена схема построения производства на основе активного импортозамещения. Таким образом, необходимо отметить важность анализа теорий прямых иностранных инвестиций и внедрения инструментов импортозамещения для отраслей народного хозяйства.

Ключевые слова: активное импортозамещение, кривые Акамацу, теории ПИИ, экономическая безопасность

Conceptual approach to the development of an active process of import substitution

Yurii A. Salikov [1] saural@rambler.ru
Mikhail I. Isaenko [1] misaenko90@yandex.ru

[1] Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Summary. In the current political and economic situation, the process of import substitution is of particular importance. Modern processes of social globalization involve the expansion of cooperation and integration of all levels and types of social production. However, there is a risk of increasing risks in the areas of economic and defense security, openness of new technologies, consumer (food and commodity) dependence, that is, increasing the risk of loss of stability of the socio-economic system. It is obvious that the main strategic objectives for socio-economic systems are different for each hierarchical level. At the macroeconomic level, these tasks are related not only to the formation of a system of priorities and incentives for the reorientation of the national reproductive complex to the production of import-substituting products, but also to the development of an institutional framework for initiating and launching import-substitution processes.). Import substitution is an active process of replacing imported goods with domestic analogues. It is important to note that for the Russian Federation import substitution is forced, because the beginning of the policy of substitution of foreign goods for goods produced domestically against Russia was introduced a number of trade and economic sanctions imposed by the countries of Europe and the United States. In addition, it should be emphasized that the process of import substitution in the domestic economy should a priori have realistic and objectively marked borders, as the the task of ensuring that excessive (as a limit – one hundred percent) of replacement itself is not only achievable in principle, but requiring undue effort and material costs, can cause considerable damage to the national economy. The analysis of the theories of foreign direct investment. The scheme of construction of production on the basis of active import substitution was built. Thus, it is necessary to note the importance of the theory of FDI and the introduction of import substitution instruments for the sectors of the economy. Import substitution takes place in the following segments of the economy: agriculture, information technology, mechanical engineering.

Keywords: active import substitution, curves Akamatsu, the theory of FDI, economic security

Для цитирования
Саликов Ю.А., Исаенко М.И. Концептуальный подход к развитию процесса активного импортозамещения // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 1. С. 335–340. doi:10.20914/2310-1202-2018-1-335-340

For citation
Salikov Yu.A., Isaenko M.I. Conceptual approach to the development of an active process of import substitution. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 1. pp. 335–340. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-1-335-340

Введение

Обеспечение экономической и, в частности, продовольственной безопасности является на сегодняшний день одной из важнейших народнохозяйственных задач. Глобализация социально-экономических процессов в современном мире предполагает их открытость и прозрачность, расширение и активизацию международных связей, интеграцию ресурсных баз и др., что в совокупности, как правило, идёт в разрез с необходимостью обеспечения национальной и экономической безопасности страны, а также безопасности в рамках определённых отраслей промышленности и крупных международных компаний.

Тенденция происходящих негативных изменений в международной политической и экономической сфере, связанных с нестабильностью политических процессов, усилением санкционного давления со стороны Евросоюза и США, активным использованием способов недобросовестной международной конкуренции и др., указывает на необходимость быстрого и обоснованного принятия кардинальных стратегических мер по защите отечественной экономической системы от резких внешних угроз.

К числу таких мер, безусловно, относится импортозамещение. Важно отметить, что для РФ импортозамещение сегодня носит, с одной стороны, объективно востребованный (с точки зрения обеспечения экономической и в частности продовольственной безопасности) а, с другой, – во многом вынужденный характер (с учётом негативной внешнеполитической и внешнеэкономической ситуации), хотя определённые задачи были поставлены на государственном уровне (в частности, в 2015 г. Президентом РФ на межрегиональном российско-белорусском форуме в Сочи) ещё несколько лет назад.

Таким образом, рассмотрение существующих научно-методических подходов в проблеме импортозамещения, определение особенностей данного процесса и формирование обоснованных практических рекомендаций по его развитию и интенсификации является весьма актуальной и сложной научной задачей. Предметом данного исследования является изучение и анализ имеющихся моделей внедрения импортозамещения, прямых иностранных инвестиция, а также классификация процесса импортозамещения.

Основная часть

В соответствии с традиционными представлениями импортозамещение представляет особый вариант экономической политики, предполагающей последовательную замену имеющихся на национальном рынке импортируемых промышленных товаров на товары отечественного производства. Результат данной политики, как правило, предполагает повышение уровня экономической безопасности, деловой активности и конкурентоспособности национальной промышленности, а также увеличение занятости и выпуска инновационных видов промышленной продукции. Данный процесс может носить упреждающий или же реактивный характер. В первом случае товары импортозамещения выпускаются с тем расчётом, чтобы ограничить допуск конкурирующих зарубежных поставщиков на внутренний рынок. Во втором же происходит вытеснение иностранцев с соответствующих сегментов [1].

Вместе с тем, процесс импортозамещения может оказывать (о чём, например, свидетельствует опыт некоторых южноамериканских стран), негативное воздействие на экономическое развитие. В частности, этот процесс может привести к снижению открытости рынка, утрате преимуществ международной кооперации и специализации (разделения труда), снижения предпринимательских рисков и инициатив, а также активизации чрезмерного протекционизма в отношении производителей промышленных товаров и их стремления к монополизму. В целом для реализации процесса импортозамещения могут быть использован следующие методы: стимулирование производства на территории страны; тарифные меры; нетарифные меры.

Международную торговлю принято рассматривать как двигатель интернационализации и интеграции мировых экономик. Товарная экспансия на зарубежные рынки сопровождается открытием там новых производств. Интеграция и глобализация экономических процессов ведёт к постоянному усилению позиций транснациональных корпораций (ТНК), которые активно перемещают свои интересы и ресурсы на растущие зарубежные рынки, используя при этом в качестве основного инструмента влияния, давления и регулирования различные формы промышленного инвестирования.

В этих условиях усилилось внимание к данным тенденциям со стороны западных учёных, работы которых направлены на изучение и объяснение сущность и причины прямых иностранных инвестиций (ПИИ), их непосредственное воздействия как на страну-реципиент, так и на страну-донор. Классической научной работой в этом направлении стала так называемая парадигма «летящих гусей», которая была разработана в конце 30-х годов японским ученым К. Акамацу как обобщенная теория экономического развития. По представлению автора существуют три фазы развития отрасли:

1) поступление продукции в страну через импорт;

2) открытие национальных производств;

3) экспорт производимой продукции, которая ранее импортировалась.

Данная парадигма была построена на основе наблюдения за текстильной промышленностью Японии. К. Акамацу открыл, что последовательное появление импорта (М), местного производства (Р) и экспорта (Х) графически напоминают формирование стаи диких гусей (рисунок 1). Модель экономического развития по К. Акамацу представляет собой разновидность модели «догоняющего» развития стран, ранее не выпускающих тот или иной товар широкомасштабно и конкурентоспособно. Концепция Акамацу подходит для анализа развивающихся стран [3, 4]. Таким образом, парадигма прямых иностранных инвестиции (ПИИ) позволяет развивающимся странам и странам с переходной экономикой догонят и перегонят развитые страны. Важно отметить, что основным поставщиком ПИИ являются транснациональные корпорации (ТНК). Прямые иностранные инвестиции позволяют ускорить процесс экономического развития.

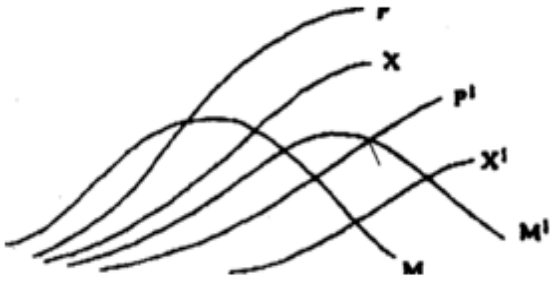


Рисунок 1. Графическая иллюстрация парадигмы К. Акамацу

Figure 1. The graphic display of the K. Akamatsu theory

Впоследствии специалистами различных стран были предприняты многочисленные попытки к развитию научного и методического обоснования проблемы экономического развития национальных экономик на основе прямых иностранных инвестиции [4–10]. Сравнительная характеристика наиболее известных в этой области теорий представлена в таблице 1. Важным положением теорий прямых иностранных инвестиций является вывод об особой роли, которую в развивающихся странах играют ТНК при размещении производств с целью экономического развития.

Таблица 1.

Сравнительная характеристика теории прямых иностранных инвестиций

Table 1.

Comparative characteristic of the theory of foreign direct investment

Название теории The name of the theory	Автор теории The author of the theory	Количество этапов Number of stages	Отличительная особенность Distinctive feature
Теория «летящих гусей» The theory of "flying geese»	Акамацу К. Akamatsu K.	3 стадии 3 stages	Трехфазность развития национальных отраслей Three-phase development of national industries
Теория догоняющего цикла The theory of catch-up cycle	Коджима К. и Озава Т. Kojima K. and Ozawa T.	3 стадии 3 stages	Динамичность в отношении «развитых» и «развивающихся» стран Dynamism in relation to the "developed" and "developing" countries
Теория жизненного цикла продукта The theory of the product life cycle	Вернон Р., 1966 г. Vernon, R., 1966.	4 стадии 4 stages	Прохождение каждого нового продукта определенных стадий Passing of each new product of certain stages
Теория монополистических преимуществ The theory of monopolistic advantages	С. Хаймер (1960 г.), Ч. Киндлебергер (1969 г.) C. Heimer (1960), CH. Kindleberger (1969)		Монополистические преимущества компании Monopolistic advantages of the company
Теория олигополистической защиты The theory of oligopolistic protection	Никкербоккер Ф., 1973 г. Knickerbocker, F., 1973.		Конкурентная гонка за лидером Competitive race for the leader
Теория интернализации The theory of internalization	Р. Баккли, Д. Кассон, 1976 г. R. Buckley, D. Casson, 1976		Основное конкурентное преимущество ТНК – целостная интернальная (внутренняя) структура The main competitive advantage of TNCs-a holistic internal (internal) structure
Эклектическая теория OLI-преимуществ The eclectic theory OLI-advantages	Дж. Даннинг, 1981 г. John. Dunning, 1981.	3 группы факторов 3 groups of factors	Объединены отдельные «наилучшие» элементы, взятые из различных предшествующих теорий, для всестороннего объяснения ПИИ Some "best" elements taken from various previous theories are combined to provide a comprehensive explanation of FDI
Теория пути инвестиционного развития нации The theory of investment development path of a nation	Дж. Даннинг, Р. Нарулла, 1994 г. John. Dunning, R. Narula, 1994	5 фаз 5 phases	Развиваются положения теорий жизненного цикла продукта, догоняющего цикла и олигополистической защиты The provisions of theories of product life cycle, catching-up cycle and oligopolistic protection are developed

В настоящее время в отношении России продолжается начатая с 2014 г. активная целенаправленная политика тотальной изоляции от мировых торговых, научных и других (в т. ч. спортивных) связей и процессов при помощи всевозможных ограничений и санкций. При этом сам санкционный подход исключает возможности соответствующих инвестиций и размещений производств на территории РФ и обуславливает необходимость рассмотрения наиболее полного самообеспечения всеми требуемыми ресурсами. Если мы обратимся к истории, то в СССР был накоплен опыт существенный опыт самообеспечения, когда страна обладала всеми необходимыми ресурсами от сырья и квалифицированной рабочей силы, до заводов и готовой продукции. С рыночными преобразованиями 90-х годов XX века и хлынувшими дешевыми товарами из-за границы был нанесен урон производству и экономики страны в целом. При этом даже на идеологическом уровне провозглашался тезис о ненужности (и даже вреде) как самообеспечения, так и накопленного соответствующего опыта.

В то же время зарубежные фирмы в рамках рыночной экономики накопили опыт конкурентного противодействия, начиная от агрессивной рекламы и кончая комплексом недружественных (зачастую и незаконных) противодействий как по отношению к потребителям, так и по отношению поставщикам, теперь предприняты попытки их трансформации и переноса на уровень межстрановых отношений. Он уже опробован многократно в отношении латиноамериканских стран, как правило, с положительным для ТНК результатами.

Исходя из имеющихся данных, можно отметить, что РФ обладает всеми необходимыми факторами производства. Негативными факторами являются отставание в технологическом плане от ведущих экономик мира и снижение качества производимой продукции [1]. Для производства готовой продукции (изделие) необходимо современное оборудование и сырье. В зависимости от стадии производства сырье может быть уже в готовом виде, а также необходимо оборудование для производства сырья. РФ обладает практически всеми видами сырьевых ресурсов, однако производство оборудования (и в целом вся отрасль машиностроения) в основном находится на низком уровне. На наш взгляд, для активного старта процессов импортозамещения необходимо, прежде всего, сделать акцент на закупке высокотехнологического оборудования для промышленности (рисунок 2) при параллельной постановке на производство различных видов технологического оборудования на программной основе.

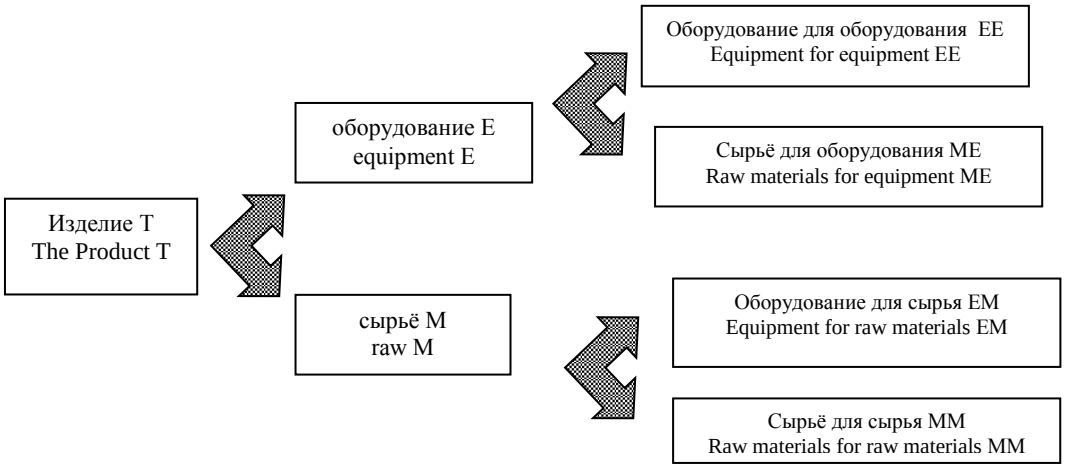


Рисунок 2. Направления импортозамещения при производстве изделия
Figure 2. Directions of import substitution in the production of the product

Следовательно, выбирая политику активного импортозамещения, необходимо не только учитывать положительные и отрицательные аспекты международного опыта, но и иметь чёткие представления как об ожидаемых стратегических ориентирах, так и о последствиях осуществления такой политики. При этом во избежание негативных проявлений следует, на наш взгляд, рассматривать импортозамещение не как автономный стратегический процесс, а как важную составляющую национальной стратегии, направленной, главным образом, на кардинальное повышение конкурентоспособности промышленных секторов экономики не на национальном, а на мировом рынке.

Построение активного импортозамещения необходимо начинать в РФ с размещения заводов по производству оборудования, сборочных производств, производства отечественных комплектующих для изготовления готовой продукции. Данный

подход позволяет создать дополнительные рабочие места, а рациональное размещение таких производств, (например, на Дальнем Востоке) позволит сократит доставку комплектующих из стран-партнёров (Китай, Южная Корея, Гонконг) [2]. Многие ТНК продолжают сегодня вести торговые отношения с Россией и их интерес следует использовать как ресурс в решении задач импортозамещения для реализации процесса активного импортозамещения.

Примером построения данной модели может послужить фактически любой регион РФ. Размещение «отверточного производства» позволит собирать определенные виды изделия, которые не производятся на территории страны, а комплектующие производят из других стран, т. е. в стране В происходит сборка, а в стране А выпуск деталей (рисунок 3). Отвёрточное производство в целом носит некоторый негативный характер по сравнению с полным циклом производства, но он может быть преодолён, если в дальнейшем производство комплектующих начнёт осуществляться также в стране Б.

Подключив научно-исследовательские институты и конструкторские бюро, можно разработать аналоги деталей, которые не нужно закупать у страны А. В результате после создания полно циклового производства, изделия, произведенные в стране Б, начнут заполнят отечественный рынок, а затем начнут выходить на новые рынки, т. е. экспортироваться в другие страны, тем самым увеличивая экспортный потенциал (что полностью соответствует научно-методическим положениям парадигмы К. Акамацу).

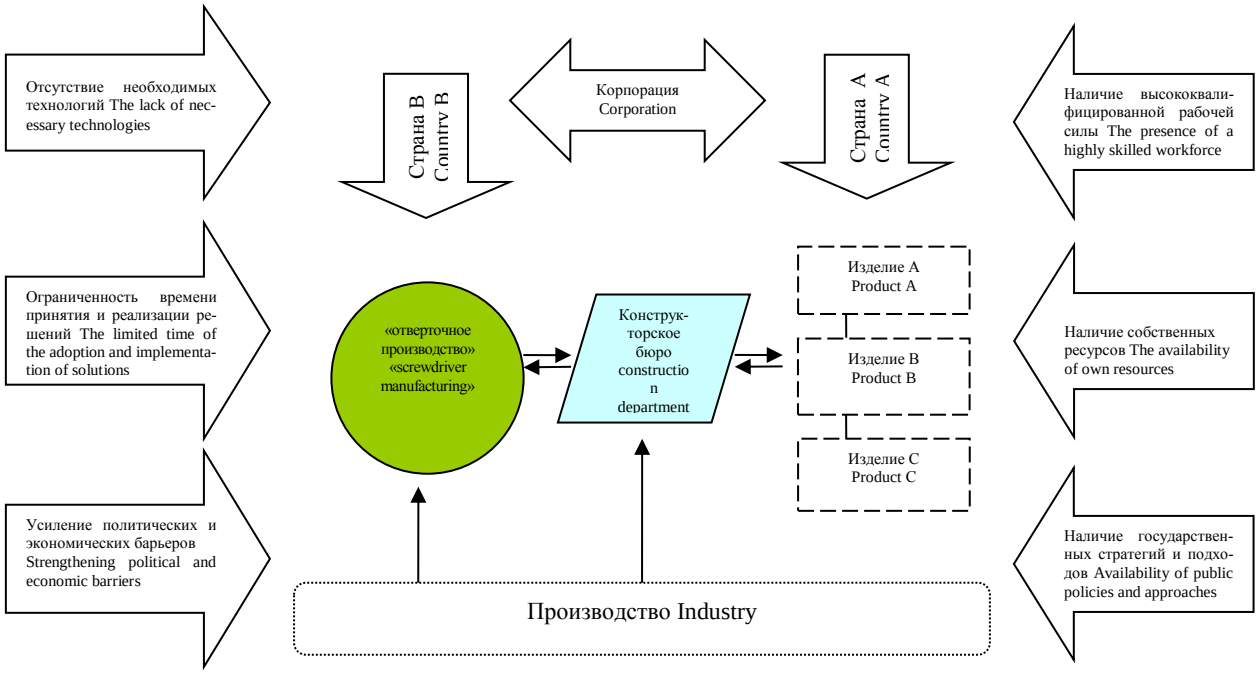


Рисунок 3. Построение производства на основе активного импортозамещения

Figure 3. Construction of production on the basis of active import substitution

Сдерживающим барьером в реализации концепции активного импортозамещения становится дефицит необходимых технологий. Решение данной проблемы возможно, на наш взгляд, по двум направлениям:

1) «импортозамещение самих технологий», т. е. разработка собственными силами прорывных технологий и их прикладное использование на основе стратегических программ и проектов;

2) приобретение лицензионных прав на критические технологии с последующим их планомерным совершенствованием.

Важнейшим преимуществом отечественного производства является наличие собственных ресурсов и высокая квалификация рабочей силы. Кроме того, работают программы по переселению соотечественников в РФ, существуют широкие возможности по использованию хэтхандинга. Сегодня объектом внимания хедхантеров часто становятся главные бухгалтеры, юристы, руководители предприятий и специалисты узких профилей. Следует расширить спектр интересов и на квалифицированных специалистов инженерного профиля.

Заключение

Таким образом, обобщая результаты выполненного исследования, необходимо подчеркнуть, что процесс импортозамещения в отечественной экономике должен априори иметь реалистичные и объективно обозначенные границы, т. к. задача по обеспечению излишнего (как предел – стопроцентного) замещения сама по себе не

только не достижима в принципе, но и, требуя неоправданных усилий и материальных затрат, способна нанести существенный ущерб национальной экономике.

Реализация концепции активного импортозамещения имеет весьма важное значение для государственной социально-экономической системы. Широкомасштабный процесс импортозамещения позволит малому и среднему бизнесу получить от государства субсидии и налоговые льготы, а также увеличить свою долю на внутренних и внешних рынках. Банковский сектор получит возможность роста за счет роста числа заемщиков, само государство – увеличение роста ВВП и повышение уровня экономической безопасности путём снижения зависимости от импортных товаров.

ЛИТЕРАТУРА

1 Serebryakova N.A., Dorokhova N.V., Isaenko M.I. Formation of the System of Clustering as a Means of Perspective Development of Innovational Infrastructure of Region //Integration and Clustering for Sustainable Economic Growth. – Springer, Cham, 2017. P. 133–142.

2 Саликов Ю.А., Исаенко М.И. Первоочередные задачи процесса импортозамещения промышленной продукции // Экономика. Инновации. Управление качеством. 2014. № 4 (9). С. 82.

3 Саликов Ю.А., Барзенкова А.С., Исаенко М.И. Формирование системы кластеризации и мониторинга в АПК в целях обеспечения продовольственной безопасности региона // Экономика. Инновации. Управление качеством. 2013. № 4 (5). С. 25–29.

4 Rose A., Krausmann E. An economic framework for the development of a resilience index for business recovery //International Journal of Disaster Risk Reduction. 2013. V. 5. P. 73–83.

5 Lado A.A., Vozikis G.S. Transfer of technology to promote entrepreneurship in developing countries: An integration and proposed framework //Entrepreneurship Theory and Practice. 1997. V. 21. №. 2. P. 55–72.

6 Березинская О., Ведев А. Производственная зависимость российской промышленности от импорта и механизм стратегического импортозамещения // Вопросы экономики. 2015. Т. 1. С. 103–115.

7 Плотников В.А., Вертакова Ю.В. Импортозамещение: теоретические основы и перспективы реализации в России // Экономика и управление. 2014. №. 11. С. 38–47.

8 Кузьмина Е.В., Мельникова Е.В., Мельников А.С., Мерзликина Г.С. и др. Стратегический потенциал импортозамещения в промышленности РФ. Волгоград: ВолгГТУ, 2015. 160 с.

9 Lin J.Y. New structural economics: a framework for rethinking development //The World Bank Research Observer. 2011. V. 26. №. 2. P. 193–221.

10 Kimura F., Ando M. Two-dimensional fragmentation in East Asia: Conceptual framework and empirics //International Review of Economics & Finance. 2005. V. 14. №. 3. P. 317–348.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Юрий А. Саликов д.э.н., профессор, кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, saural@rambler.ru

Михаил И. Исаенко ст. преподаватель, кафедра торгового дела и товароведения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, misaenko90@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Юрий А. Саликов консультация в ходе исследования

Михаил И. Исаенко написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 22.01.2018
ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 19.02.2018

REFERENCES

1 Serebryakova N.A., Dorokhova N.V., Isaenko M.I. Formation of the System of Clustering as a Means of Perspective Development of Innovational Infrastructure of Region. Integration and Clustering for Sustainable Economic Growth. Springer, Cham, 2017. P. 133–142.

2 Salikov Yu.A. Priorities of the process of import substitution of industrial products. *EIU* [Economics. Innovations. Quality management] 2014. no. 4 (9). pp. 82. (in Russian)

3 Salikov Yu.A., Borzenkova A.S., Isaenko M.I. Formation of system clustering and monitoring in agriculture to ensure food security in the region. *EIU* [Economics. Innovations. Quality management] 2013. no. 4 (5). pp. 25–29. (in Russian)

4 Rose A., Krausmann E. An economic framework for the development of a resilience index for business recovery. International Journal of Disaster Risk Reduction. 2013. vol. 5. pp. 73–83.

5 Lado A.A., Vozikis G.S. Transfer of technology to promote entrepreneurship in developing countries: An integration and proposed framework. Entrepreneurship Theory and Practice. 1997. vol. 21. no. 2. pp. 55–72

6 Berezinskaya O., Vedev A. Industrial dependence of Russian industry on imports and the mechanism of strategic import substitution. *Voprosy ekonomiki* [Issues of Economics] 2015. vol. 1. pp. 103-115. (in Russian)

7 Plotnikov V.A., Vertakova Yu.V. Import substitution: theoretical bases and prospects of implementation in Russia. *Ekonomika i upravlenie* [Economics and management] 2014. no. 11. pp. 38-47. (in Russian)

8 Kuzmina E.V., Melnikova E.V., Melnikov A.S., Merzlikina G.S. Strategicheskii potentsial importozameshcheniya [Strategic potential of import substitution in the industry of the Russian Federation] Volgograd, VolgGTU, 2015. 160 p. (in Russian)

9 Lin J.Y. New structural economics: a framework for rethinking development. The World Bank Research Observer. 2011. vol. 26. no. 2. pp. 193–221.

10 Kimura F., Ando M. Two-dimensional fragmentation in East Asia: Conceptual framework and empirics. International Review of Economics & Finance. 2005. vol. 14. no. 3. pp. 317–348.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Yurii A. Salikov Dr. Sci. (Econ.), professor, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, saural@rambler.ru

Mikhail I. Isaenko senior lecturer, business and commodity science department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, misaenko90@yandex.ru

CONTRIBUTION

Yurii A. Salikov consultation during the study

Mikhail I. Isaenko 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 1.22.2018
ACCEPTED 2.19.2018

Оригинальная статья/Original article

УДК 338.2

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-341-347

Мероприятия по обеспечению экономической безопасности системы государственного регулирования социально-экономического развития на примере Воронежской области и АО концерн «Созвездие»

Юлия М. Соколинская [1] misterias@mail.ru

[1] Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Реферат. Рост конкурентоспособности и социально–экономическое развитие России и ее регионов невозможны без обеспечения экономической безопасности предприятий всех отраслей экономики и форм собственности, что особенно актуально в условиях экономических санкций и негативных воздействий мировых экономических кризисов. Программа социально-экономического развития – это своеобразная стратегия региона, ориентированная на безопасность и оптимизацию пространственной структуры и отношений между центром и регионами с целью обеспечения экономической безопасности, роста за счет максимально эффективного использования имеющихся внутренних и внешних факторов. Институциональное влияние государства в целях повышения экономической безопасности регионов и предприятий происходит паллиативно, когда осуществляется поддержка бизнеса региона в прямой (субсидии), а чаще опосредованной форме (соблюдение законов и правил РФ и региона) на принципах институционального и рыночного синергизма. Адаптация предприятий региона к рынку происходит сложно, когда конкретные социально-организационные, экономические, технико-технологические, научные, информационные мероприятия в их взаимосвязи функционируют в поле законов РФ. Поиск путей повышения экономической безопасности РФ, регионов и предприятий происходит в контексте глобальной интеграции посредством совершенствования механизма государственного регулирования. Важной задачей современного этапа экономической безопасности страны и регионов является построение такой системы ее институциональной организации, которая была бы способна сбалансированно соединять рычаги государственного управления с возможностями частных предприятий, обеспечивала бы качественный уровень предоставления бизнесу защиту от терроризма, хищничества, финансовых рисков, правовой конкуренции и т. д.

Ключевые слова: экономическая безопасность, социально-экономическое развитие, экономические показатели, государственное регулирование, экономические показатели регионов страны, предприятия

Measures to ensure economic safety of the system of state regulation of social and economic development by the example of the Voronezh region and AO concern "Constellation"

Yuliya M. Sokolinskaya [1] misterias@mail.ru

[1] Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Summary.Growth of competitiveness and socio-economic development of Russia and its regions are impossible without ensuring economic security of enterprises of all sectors of the economy and forms of ownership, which is especially important in the face of economic sanctions and the negative impact of global economic crises. The program of social and economic development is a unique strategy of the region, focused on security and optimization of the spatial structure and relations between the center and the regions in order to ensure economic security, growth through the most effective use of existing internal and external factors. The institutional influence of the state in order to improve the economic security of regions and enterprises occurs palliatively when the business of the region is supported in direct (subsidies), and more often indirectly (compliance with the laws and regulations of the Russian Federation and the region) on the principles of institutional and market synergies. Adaptation of enterprises in the region to the market is difficult, when specific socio-organizational, economic, technical and technological, scientific, information activities in their interrelations function in the field of Russian laws. The search for ways to improve the economic security of the Russian Federation, regions and enterprises takes place in the context of global integration through the improvement of the mechanism of state regulation. An important task of the current stage of economic security of the country and regions is the construction of a system of its institutional organization that would be able to balance the levers of government with the opportunities of private enterprises, provide a quality level of providing the business with protection from terrorism, predation, financial risks, legal competition and.

Keywords:economic security, socio-economic development, economic indicators, government regulation, economic indicators of the country's regions, enterprises

Введение

На возникновение и развитие кризисных ситуаций, угрожающих экономической безопасности, могут влиять различные факторы дестабилизации. Основной стратегической целью обеспечения экономической безопасности является устойчивое и максимально эффективное функционирование предприятия в настоящее время и обеспечение высокого потенциала его развития в будущем. Устойчивое развитие объединяет в себе два подхода – экономический подход и социальный. Поэтому уместно использовать соответствующую классификацию рисков и угроз.

Исследователи, как правило, в своих работах концентрируются на отдельных позициях оценки рисков и угроз. Классификация рисков и угроз экономической безопасности, анализ их влияния на состояние экономической безопасности, содержащиеся в различных трудах, представлены на рисунке Рисунок1.

Для цитирования

Соколинская Ю.М. Мероприятия по обеспечению экономической безопасности системы государственного регулирования социально-экономического развития на примере Воронежской области и АО концерн «Созвездие» // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 79. № 1. С. 341–347. doi:10.20914/2310-1202-2018-1-341-347

For citation

Sokolinskaya Yu.M. Measures to ensure economic safety of the system of state regulation of social and economic development by the example of the Voronezh region and AO concern "Constellation". *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 79. no. 1. pp. 341–347. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-1-341-347

При этом любые риски и угрозы имеют внутрисистемное происхождение или могут генерироваться внешней средой.

Будем рассматривать систему экономической безопасности как систему определённой структуры (рисунок 2).



Рисунок1. Классификация рисков и угроз

Figure1. Classification of risks and threats

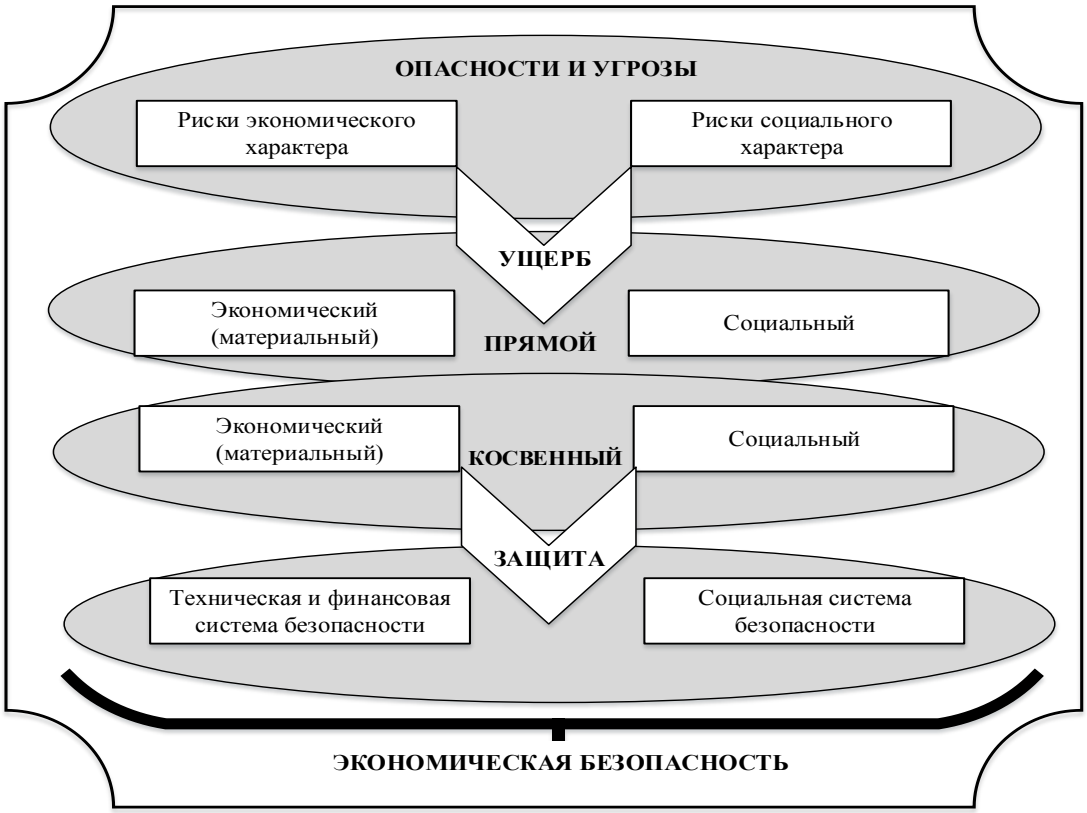


Рисунок 2. Структура системы экономической безопасности

Figure 2. The structure of the economic security system

Наступление рисковых событий любого характера влечет за собой два вида ущербов – прямой экономический и социальный ущерб, и косвенный ущерб, который может быть гораздо более значимый.

Прямой ущерб определяет суммарные потери и убытки во всех структурах национальной (региональной) экономики, на которые воздействуют неблагоприятные события.

Косвенный ущерб, структура которого не отличается от прямого, учитывает убытки, понесенные за пределами сферы прямого воздействия рискового события. К косвенному экономическому ущербу можно отнести:

– ущерб, возникший при изменении объема и структуры выпуска продукции;

– изменение критерия эффективности в производстве;

– преждевременный износ основных производственных мощностей и фондов;

– ущерб, связанный с необходимостью реструктуризации систем управления и др.

Косвенный социальный ущерб может возникнуть за счет:

– низкой квалификации, оттока трудовых ресурсов;

– увеличения затрат, связанных с перераспределением трудовых ресурсов;

– возникновения изменений в условиях и характере труда;

– недостаточные социальные льготы и гарантии;

– изменение в структуре потребления;

– обеспечение коммунальными услугами и услугами здравоохранения.

С учетом квалификации наносимого ущерба, обеспечение экономической безопасности относится к основополагающим принципам безопасности социально-экономической системы любой структуры. Экономическая безопасность как политико-экономическая категория должна учитывать все угрозы и риск-события, направляемые против государства, региона, отрасли и т. д. и соответственно обеспечивать адекватную реакцию на них. Но она, в свою очередь, может генерировать новые проблемы.

Как правило, для возможности сравнения степени опасности различных объектов управления, обеспечения принятия соответствующих адекватных решений, реализации системы мероприятий, формирующих репутацию экономически безопасного региона, используется количественная оценка риска [1]. Существующие методы диагностирования и оценки экономических рисков основана на детальном анализе внутренней и внешней среды функционирования системы. Их основная цель – формирование максимально полных и объективных данных о потенциальных экономических рисках и порождающих их факторах и их идентификации. В научных исследованиях применяются в основном следующие подходы к количественной оценке и диагностике риска:

– статистические вероятностные методы оценки риска;

– логико-вероятностные методы анализа надежности, риска и безопасности.

Наиболее часто в исследованиях применяются статистические вероятностные методы оценки, диагностики и анализа уровня риска. Это обусловлено тем, что подобная оценка уровня экономических рисков зависит, во-первых, от вероятности наступления события, связанного с каждым отдельным предварительно идентифицированным риском, а, во-вторых, от величины максимальных финансовых потерь, которые включают прямые убытки, упущенную выгоду, потенциальные претензии со стороны партнеров и т. д.

Отсутствие унифицированного механизма управления, обусловленного угрозами системного характера, набавленных на экономику в целом, привело к обострению ситуации прежде всего в базовых отраслях (инфраструктурные отрасли, здравоохранение, образование, правоохранительная система). Это в свою очередь является деструктором основы развития и обеспечения национальной безопасности регионов и страны в целом, способствует снижению жизненного уровня и качества жизни населения. Способы и методы управления риском и безопасностью требуют использование анализа, охватывающего все виды возможных угроз (инженерные, экономические, социальные факторы и т. д.) и должны учитывать не только существующие, но и отдаленные последствия принимаемых решений.

В качестве попытки разработки унифицированного механизма можно рассматривать концепцию $И^3$-технологий в экономике, выдвинутой Е.Д. Соложенцевым [2] Данная технология, опирающаяся на логико-вероятностные модели риска и базы знаний, согласно Е.Д. Соложенцеву, является:

– «информационной, т. к. используются базы данных и производится автоматическая обработка данных;

– интеллектуальной, т. к. используются базы знаний в виде системы логических уравнений, что позволяет получать новые знания для управления по критериям риска и эффективности;

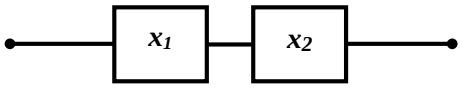
– инновационной, т. к. используются новые логико-вероятностные методы и модели. Таким образом, $И^3$-технологии анализа риска ориентированы, опираются именно на логико-вероятностное исчисление».

Под логико-вероятностным методом будем понимать метод обоснования степени надежности экономических систем разных уровней, при котором структура системы описывается методами математической логики, а количественная оценка ее риск-устойчивости проводится с помощью основных положений теории вероятностей. Основоположником логико-вероятностных методов моделирования надежности и безопасности является И.А. Рябинин [3]. Однако существуют и другие методологические подходы к оценке риска [4].

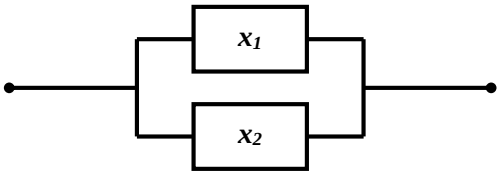
В процессе применения логико-вероятностного метода анализ риск-устойчивости экономической системы начинается с изучения ее состава, принципа работы, связей между элементами и особенностей функционирования. Все множество состояний системы можно разделить на две категории – устойчивых к рискам и неустойчивых[5-10].

Условия, при которых возникают завершающие события, сводят в логическую схему – логическое дерево. Логическое дерево – это граф, в котором «дуги» представляют собой типы возможных системных рисков, а вершины – логические операции, связывающие исходные факторы и результирующие последствия при управлении рисками. Логической дерево начинается с единственного события, которое называется вершинным событием. Далее, на следующем уровне располагаются промежуточное события, появление которого может привести к появлению очередного вершинного события (согласно логической операции, которая связывает эти уровни). Аналогичным образом построение дерева продолжается на последующих уровнях. Наиболее употребительными логическими операциями являются «И» и «ИЛИ».

Операции «И» ($x_1 \wedge x_2$) соответствует схема с последовательным соединением вершин событий.



Операции «ИЛИ» ($x_1 \vee x_2$) соответствует схема с параллельным соединением вершин событий.



На основании описанных событий построим логическое дерево реализации возможного наступления рисковой ситуации (рисунок 3). Целью построения дерева является получение комплексной вероятности наступление рискового события или его отсутствие.

Таблица 1.

Вершины событий и значение вероятностей наступления рискового события

Table 1.

The peaks of events and the significance of the probability of occurrence of a risk event

Номер вершины, *i*	Тип риска	Вероятность по экспертным оценкам на уровне Воронежской области	Вероятность по экспертным оценкам на уровне «АО «Концерн «Созвездие»
1	2	3	4
1	Износ основных средств | Accumulated depreciation	0,595	0,48
2	Отсутствие нужной квалификации у персонала, недостаточная его численность (риски рынка труда) | The absence of the necessary qualifications of the staff, in sufficient numbers (risks of the labour market)	0,703	0,423
3	Отсутствие ритмичного графика поставок материалов, комплектующих, энергоносителей, нарушение договоров транспортной обеспеченности, обеспечения технологическим инвентарем и т. д. | Lack of a rhythmic schedule of supplies of materials, components, energycarriers, violation of transport security contracts, provision of technological equipment, etc.	0,802	0,371
4	Повышения уровня цен на основные виды материальных ресурсов | Increases in the price of basic material resources	0,498	0,875
5	Ценовая политика поставки энергоносителей (электроэнергия, вода, пар, газ и прочие) | Pricing policy forenergy supplies (electricity, water, steam, gas, etc)	0,923	0,923

Продолжение табл. 1

6	Валютный контроль | Currency control	0,703	0,826
7	Ограничение (арест, конфискация) на использование активов | Restriction (arrest, confiscation) to use assets	0,001	0,001
8	Добросовестность партнеров по проектам | Integrity of project partners	0,201	0,345
9	Разработка инновационной продукции / услуг и ее производство | Development and production of innovative products / services	0,495	0,632
10	Ценовая политика | Pricepolicy	0,501	0,337
11	Срыв плановых показателей по доходам | The break down of the planned revenue figures	0,501	0,267
12	Проблемы в формулировках налогового законодательства | Problems in the wording of the tax legislation	0,995	0,432
13	Неблагоприятные изменения налогового законодательства | Adverse changes in tax legislation	0,595	0,595
14	Изменение государственной политики (реформы естественных монополий, экспроприация, национализация) | Changes in state policy (reforms of natural monopolies, expropriation, nationalization)	0,396	0,396

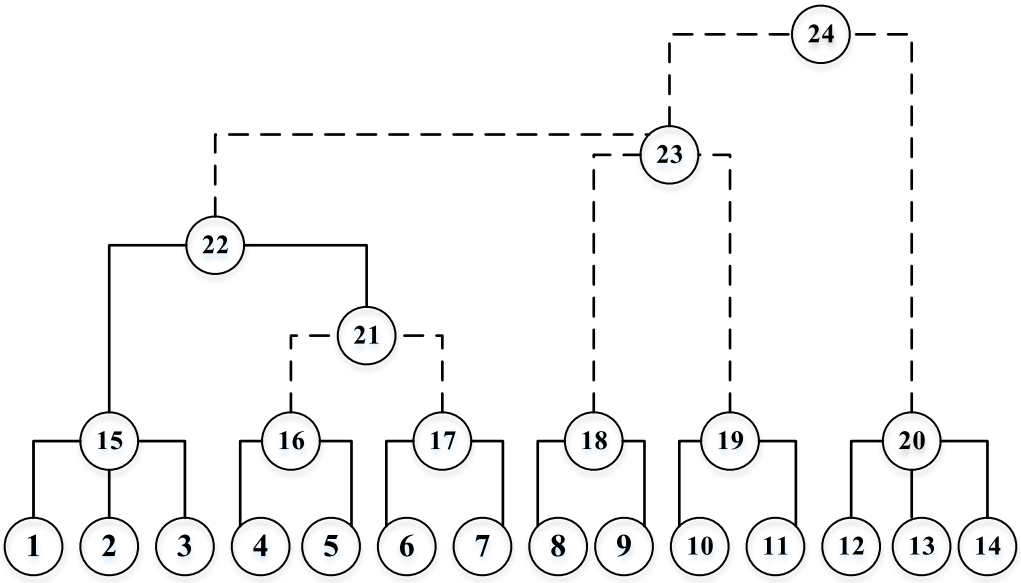


Рисунок 3. Логическое дерево реализации рискового события

Figure 3. The logical tree for implementing a risky event

При построении дерева надежности были использованы следующие обозначения: ——— – дуга, отражающая использование операции «И», — — — — — - дуга, отражающая использование операции «ИЛИ», номера вершин 1–14 – типы рисков, номера вершин 15–23 – агрегированные риски, вершина 24 – комплексная оценка риска.

В теории вероятностей два случайных события называются независимыми, если наступление одного из них не изменяет вероятность наступления другого. Применительно к рассматриваемому подходу построения комплексной оценки риска, каждое рисковое событие может наступить само по себе, не оказывая влияние не другое событие, т. е. не меняя вероятности его наступления. Если экономическая система подвергается атакам *n* последовательных рисковых событий, то при вероятности $p_i(t)$ их наступлений, вероятность уязвимости

$$p(t) = p_1(t) \times p_2(t) \times \ldots \times p_n(t) = \prod_{i=1}^{n} p_i(t). \quad (1)$$

Если рисковые события наступают параллельно, то и вероятность избежать риска равна

$$q_i(t) = 1 - p_i(t), \qquad (2)$$

а вероятность надежности системы

$$q(t) = q_1(t) \times q_2(t) \times \ldots \times q_n(t) = \prod_{i=1}^{n} q_i(t). \qquad (3)$$

Тогда, с учетом (2) и (3) вероятность уязвимости можно представить, как

$$p(t) = 1 - \prod_{i=1}^{n} \left[1 - p_i(t)\right]. \qquad (4)$$

Основные положения тории вероятностей и логический подход к построению дерева надежности дают возможность построить логический полином (3.5), являющийся, по сути, комплексной оценкой вероятности наступление рискового события.

$$R = (x_1 \wedge x_2 \wedge x_3) \wedge (x_4 \wedge x_5 \vee x_6 \wedge x_7) \vee (x_8 \wedge x_9) \ldots \\ \ldots (x_{10} \wedge x_{11}) \vee (x_{12} \wedge x_{13} \wedge x_{14}) \qquad (5)$$

Преобразовав выражение (5) и перейдя к вероятностям независимых событий, получим:

$$R = (x_1 \wedge x_2 \wedge x_3) \wedge (x_4 \wedge x_5 \vee x_6 \wedge x_7) \vee (x_8 \wedge x_9) \vee (x_{10} \wedge x_{11}) \vee (x_{12} \wedge x_{13} \wedge x_{14}) =$$
$$= (x_1 \wedge x_2 \wedge x_3 \wedge x_4 \wedge x_5) \vee (x_1 \wedge x_2 \wedge x_3 \wedge x_6 \wedge x_7) \vee (x_8 \wedge x_9) \vee (x_{10} \wedge x_{11}) \vee (x_{12} \wedge x_{13} \wedge x_{14}) =$$
$$= \overline{(x_1 \wedge x_2 \wedge x_3 \wedge x_4 \wedge x_5)} \wedge \overline{(x_1 \wedge x_2 \wedge x_3 \wedge x_6 \wedge x_7)} \wedge \overline{(x_8 \wedge x_9)} \wedge \overline{(x_{10} \wedge x_{11})} \wedge \overline{(x_{12} \wedge x_{13} \wedge x_{14})} =$$
$$= (1 - p_1 p_2 p_3 p_4 p_5)(1 - p_1 p_2 p_3 p_6 p_7)(1 - p_8 p_9)(1 - p_{10} p_{11})(1 - p_{12} p_{13} p_{14}).$$

Перейдя к числовым характеристикам, получим вероятность уязвимости Воронежской области равную R = 0,44, АО «Концерн «Созвездие» – R = 0,6.

При оценке вероятности уязвимости возможно использовать шкалу (таблица 2)

Таблица 2.

Уровни шкалы при оценке факторов риска

Table 2.

Levels of the scale in assessing risk factors

Уровни шкалы	Угрозы	Ущерб	Уязвимости
Очень низкий (от 0 до 0,2)	Событие практически никогда не происходит	Незначительные потери материальных средств и ресурсов, которые быстро восполняются, или незначительное влияние на репутацию	Риском можно пренебречь
Низкий (от 0,2 до 0,4)	Событие случается редко	Более заметные потери материальных активов, более существенное влияние на репутацию или ущемление интересов	Незначительная уязвимость, которую легко устранить. Уровень риска позволяет работать, но имеются предпосылки к нарушению нормальной работы
Средний (от 0,4 до 0,6)	Событие вполне возможно при определённом стечении обстоятельств	Достаточные потери материальных активов или ресурсов или достаточный урон репутации н интересам	Умеренная уязвимость. Уровень риска не позволяет стабильно работать, имеется настоятельная необходимость в корректирующих действиях, изменяющих режим работы в сторону уменьшения риска
Высокий (от 0,6 до 0,8)	Скорее всего, событие произойдёт при организации атаки	Значительный урон репутации и интересам, что может представлять угрозу для продолжения деятельности	Серьёзная уязвимость, ликвидация которой возможна, но связана со значительными затратами. Бизнес-процессы находятся в неустойчивом состоянии.
Очень высокий (от 0,8 до 1)	Событие, вероятнее всего, произойдёт при организации атаки	Разрушительные последствия и невозможность ведения деятельности	Уровень риска очень большой и является недопустимым для организации, что требует прекращения эксплуатации системы и принятия радикальных мер.

Заключение

Выбор стратегии реагирования на рисковую ситуацию опирается на полученные результаты комплексной оценки риска, дополнительный анализ технологического и экономического потенциала Воронежской области и промышленного предприятия, на прогнозируемые показатели внешней среды, действующую законодательно-нормативную базу хозяйствования (налоги, инфляция, увеличение числа конкурентов), маркетинговые и другие исследования. Организация системы управления рисками на основе их комплексной оценки, позволяет отслеживать и своевременно сигнализировать о нежелательных событиях в хозяйственной деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

1 Куклин А.А., Никулина Н.Л., Быстрай Г.П., Найденов А.С. и др. Диагностика угроз и рисков экономической безопасности региона // Проблемы анализа риска. 2013. Т. 10. № 2. С. 80–91.

2 Соложенцев Е.Д. О создании научных центров "И3-технологии в экономике" // Моделирование и анализ безопасности и риска в сложных системах: Тр. Межд. науч. школы МА БР-2010. г. Санкт-Петербург, 6-10 июля, 2010 г. СПб: ГУАП. СПб., 2010. С.27-34

3 Рябинин И.А. Надѐжность и безопасность структурно-сложных систем. СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2007. 276 с.

4 Яковлев С.Ю., Фридман А.Я. Методологические проблемы анализа риска в сложных системах // Информационные технологии в региональном развитии. 2008. № VIII. С. 69-72

5 Овчинникова Т.И., Коломыцева О.Ю., Колесникова Е.Ю. Устойчивое развитие на основе инноваций (на примере ОАО «Концерн «Созвездие») // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2016. № 1 (67). С. 237-242.

6 Коломыцева О.Ю., Колесникова Е.Ю. Содержательные аспекты категории «социально-экономический рост предприятия» //ФЭС: Финансы. Экономика. 2008. № 8. С. 36.

7 Мистров Л.Е., Дерканосова А.А Методы информационного воздействия при синтезе стратегий управления конкурентоустойчивостью социально-экономических организаций // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2013. № 4 (58). С. 282-288.

8 Ostrom E. Beyond markets and states: polycentric governance of complex economic systems //American economic review. 2010. V. 100. №. 3. P. 641-72.

9 Marmot M. et al. Closing the gap in a generation: health equity through action on the social determinants of health //The lancet. 2008. V. 372. №. 9650. P. 1661-1669.

10 O'Rourke D. Outsourcing regulation: Analyzing nongovernmental systems of labor standards and monitoring // Policy Studies Journal. 2003. V. 31. №. 1. P. 1-29.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Юлия М. Соколинская ст. преподаватель, кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, misterias@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Юлия М. Соколинская Полностью подготовила рукопись и несет ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 16.01.2018

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 06.02.2018

REFERENCES

1 Kuklin A. A., Nikulina N. L., Bystray G. P., Naidenov A. S. et al. Diagnosis of threats and risks to the economic security of the region. *Problemy analiza riska* [Problems of risk analysis] 2013. vol. 10. no. 2. pp. 80-91. (in Russian)

2 Ssolozhentsev E. D. On the establishment of scientific centers "I3-technologies in Economics". Modelirovanie I analiz bezopasnosti I riska [Modeling and analysis of safety and risk in complex systems. Tr. Intl. science. schools MA BR-2010] Saint-Petersburg, GUAP SPb., 2010. pp. 27-34 (in Russian)

3 Ryabinin I. A. Nadezhnost' I bezopasnost' strukturno-slozhnykh sistem [Safety and Security of structurally complex systems] Saint-apetersbburg, Izd-vo S.-Peterb. un-ta, 2007. 276 p. (in Russian)

4 Yakovlev S. Yu., Friedman A. Ya. Methodological problems of risk analysis in complex systems. *Informatsionye tekhnologii* [Information technologies in regional development] 2008. no. VIII. pp. 69-72 (in Russian)

5 Ovchinnikova T. I., Kolomytsev, O. Yu., Kolesnikova E. Y. Sustainable development based on innovation (on the example of JSC "Concern "Sozvezdie"). *Vestnik VGUIT* [Proceedings of the Voronezh state University of engineering technologies] 2016. no. 1 (67). pp. 237-242. (in Russian)

6 Kolomytseva O. Yu., Kolesnikova E. Yu. Substantive aspects of the category "socio-economic growth of the enterprise". *FES* [Finance. Economy. Strategy] 2008. no. 8. pp. 36. (in Russian)

7 Mistrov L. E., Derkanosova A.A. Methods of informational influence in the synthesis of control strategies for the stability of socio-economic organizations *Vestnik VGUIT* [Proceedings of the Voronezh state University of engineering technologies]. 2013. no. 4 (58). pp. 282-288. (in Russian)

8 Ostrom E. Beyond markets and states: polycentric governance of complex economic systems. American economic review. 2010. vol. 100. no. 3. pp. 641-72.

9 Marmot M. et al. Closing the gap in a generation: health equity through action on the social determinants of health. The lancet. 2008. vol. 372. no. 9650. pp. 1661-1669.

10 O'Rourke D. Outsourcing regulation: Analyzing nongovernmental systems of labor standards and monitoring. Policy Studies Journal. 2003. vol. 31. no. 1. pp. 1-29

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Yuliya M. Sokolinskaya senior lecturer, Economic security and financial monitoring department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, misterias@mail.ru

CONTRIBUTION

Yuliya M. Sokolinskaya Completely prepared the manuscript and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The author declare no conflict of interest.

RECEIVED 1.16.2018

ACCEPTED 2.6.2018

Обзорная статья/Review article

УДК 336.025

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-348-356

Государственное налоговое регулирование в нефтегазовом комплексе

Елена И. Черкасова [1] cherkasova.kstu@yandex.ru
Лейсан И. Муллахметова [2] limullakhmetova93@gmail.com
Екатерина В. Хворова [1] evh0504@gmail.com

1 Казанский национальный исследовательский технологический университет, ул. К. Маркса, 68, г. Казань, 420015, Россия
2 ООО «ЛУКОЙЛ-Нижегороднинефтепроект», ул. М.Горького, 147а, г.Нижний Новгород, 603006, Россия

Реферат. В настоящее время в России налоговое законодательство в нефтегазовом комплексе в основном имеет фискальную направленность. Действующая система налогообложения в нефтяной отрасли имеет самую большую в мире налоговую нагрузку, за последнее десятилетие величина нефтегазовых доходов не снижалась меньше 43–51% всех доходов бюджета, оставаясь основным его доходным источником. Менялись в основном соотношения поступлений в виде экспортной таможенной пошлины и налога на добычу полезных ископаемых. Государственная политика в области ресурсных платежей оказывает воздействие на всю отрасль, влияя на структуру поставок нефти и нефтепродуктов на внутренний и внешний рынки, реализацию программ модернизации и развития по приоритетным направлениям. Изменение структуры национального производства, увеличение вклада сельского хозяйства, сферы информационных технологий и других отраслей в совокупный национальный продукт должны найти отражение в пересмотре налоговой нагрузки на отрасли, связанные с добычей и переработкой полезных ископаемых. Необходимо постепенно снижать фискальную направленность налогового регулирования в нефтегазовом секторе с одновременным увеличением роли инструментов, стимулирующих модернизацию и обновление оборудования, внедрение новых процессов и технологий, максимальное использование углубляющих переработку процессов, а также разработку месторождений с тяжелыми условиями добычи. В ближайшее время планируется введение новых изменений в налогообложении нефтедобычи и переработки – это введение льгот по добыче нефти на новых месторождениях и месторождениях с трудными условиями добычи или низким качеством нефти, а также введение налога на дополнительный доход.

Ключевые слова: налоговая политика, налоги, ресурсные платежи, налоговая льгота, инновационная направленность

The state tax regulation in the oil and gas industry

Elena I. Cherkasova [1] cherkasova.kstu@yandex.ru
Leisan I. Mullakhmetova [2] limullakhmetova93@gmail.com
Ekaterina V. Khvorova [1] evh0504@gmail.com

1 Kazan National Research Technological University, K. Marx Str., 68, Kazan, 420015, Russia
2 ООО "LUKOIL-Nizhegorodniinefteproekt", Maxim Gorky str., 147a, Nizhny Novgorod, 603006, Russia

Summary.Russian tax laws in petrochemical complex generally has a fiscal orientation now. The current system of taxation in the oil industry has the biggest tax burden in the world, amount of oil and gas revenues was more then 43-51% of all budget revenues over past decades, remaining its main source. Generally, there were changes in the ratios of incomes in the forms of export customs duty and tax on the extraction of minerals. State policy in the field of resource payments affects the entire industry, influencing the structure of oil and oil supplies on internal and external markets and realization of the programs for modernization and development in priority areas. Changes of structure of national production, increasing the contribution of agriculture, IT sphere and other branches to aggregate national product should be reflected in the revision of the tax burden on the industries, associated with the extraction and processing of minerals. It is necessary to reduce the fiscal direction of tax regulation in petrochemical sector with a simultaneous increasing the role of tools that stimulate modernization and updating of equipment, implementation of new processes and technologies, the maximum use of process-deepening processes as well as the development of deposits with severe production conditions. In the near future, it is planned to introduce new changes in taxation in field of oil production and refining - introduction of benefits for oil production in new fields or fields with difficult production conditions or poor quality of oil and introduction of a tax on additional income..

Keywords:tax politics, tallage, resource payments, tax benefit, innovation orientation

Введение

Нефтегазовый комплекс России играет важную роль в мировой энергетической безопасности, обеспечивая 13,9% мирового производства нефти и 17,5% добычи газа. Причем объемы добычи углеводородного сырья постоянно растут, начиная с2008года. Так, в 2016 году в России было добыто 547,5 млн т. нефти и газового конденсата, что на 2,5% больше показателя 2015 г. Ежесуточный объем добычи нефти в России в 2016 году составил 10,29 млн баррелей, что меньше только показателя Саудовской Аравии (10,46 млн баррелей). ОПЕК прогнозирует объем добычи нефти в России в 2018 году в объеме 11,18 млн баррелей в сутки.

На первый взгляд российская нефтяная отрасль демонстрирует завидную устойчивость в условиях обрушения мировых цен на нефть и действия западных финансовых и технологических санкций. Однако эта устойчивость носит

Для цитирования
Черкасова Е.И., Муллахметова Л.И., Хворова Е.В. Государственное налоговое регулирование в нефтегазовом комплексе //Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 1. С. 348–356. doi:10.20914/2310-1202-2018-1-348-356

For citation
Cherkasova E.I., Mullahmetova L.I., Hvorova E.V. The state tax regulation in the oil and gas industry. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 1. pp. 348–356. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-1-348-356

временный характер и обусловлена совокупным действием ряда факторов, связанных с отраслевой спецификой и особенностями государственного регулирования. Так, например, за 2016 год средняя цена на нефть возросла на 4%, а цена отечественной нефти повысилась практически на19% [1].

Немаловажным фактором, оказывающим воздействие на всю отрасль, является государственная политика в области ресурсных платежей, а также налоговая система в целом. Государственное регулирование через систему налогообложения позволяет влиять на структуру поставок нефти и нефтепродуктов на внутренний и внешний рынки, активизирует приоритетные направления развития, связанные с нефтегазовым комплексом. Такое регулирование охватывает как нефтедобычу так и нефтепереработку.

Добыча

В настоящее время основной объем российской нефти добывается на действующем фонде месторождений, средняя себестоимость добычи на которых не превышает 20долларов за баррель [2]. По «Классификации запасов и прогнозных ресурсов нефти и горючих газов», установленного приказом № 298МПР РФ от 1ноября 2005 года, ключевые месторождения нефти на сегодняшний день–уникальные и крупные месторождения, находящиеся на суше (по величине извлекаемых запасов– более 300 млн т. и более 30 млн т. нефти соответственно). Несмотря на то, что одно из открытых за последнее время крупных месторождений нефти– Великое, Астраханская область (с оцениваемыми запасами в 300 млн т. нефти и 90млрд $м^3$ газа) находится на суше, ему очень далеко до запасов таких крупнейших месторождений России как Самотлорское (2,7 млрд. т.), Ромашкинское (2,3 млрд. т.), Приобское(1,7 млрд. т.), Лянторское(2 млрд. т.), Федоровское (1,5 млрд. т.), Мамонтовское(1 млрд. т.) и др. [3].

Проведенный экспертами Фонда «Институт энергетики и финансов» и компании«Vygon Consulting» анализ показывает, что для поддержания достигнутого в последние годы уровня добычи даже в средне-, и тем более, в долгосрочной перспективе необходима активная разработка трудноизвлекаемых запасов нефти и нефтяных ресурсов Арктического шельфа. Уже давно разрабатываемые месторождения на территории Татарстана, Башкортостана, Республики Коми и других регионов характеризуются постоянным увеличением доли запасов трудноизвлекаемых и еще более труднопереработываемых нефтей [4]. Следовательно, для сохранения текущего уровня добычи разработка таких высоковязких нефтей в ближайшей перспективе станет неизбежной необходимостью.

В 2015 году растущая добыча была обеспечена в основном за счет масштабных инвестиций, сделанных в отрасль в 2011–2014 гг. Кроме того, устойчивое положение отрасли поддерживалось действующей налоговой системой, которая стимулирует добычу на новых месторождениях(Восточная Сибирь, Дальний Восток) и месторождениях повышенной сложности (добыча вязкой и высоковязкой нефти, добыча нефти на шельфах и пр.) через льготы по НДПИ и таможенной пошлине. Поэтому, можно предположить, что в среднесрочной перспективе география и характер российской нефтедобычи должен измениться и основной прирост добычи будет обеспечиваться мелкими месторождениями нефти, с объемами начальных извлекаемых запасов менее 15 млн т. нефти. Для этого потребуются принципиально иные подходы к их освоению, кардинально отличающиеся от традиционной практики работы с месторождениями-гигантами [3, 5].

Для нефтедобывающих компаний существенное значение имеют установленные правила взимания НДПИ и таможенные пошлины при вывозе нефти. В 2013 гг. от уплаты экспортной пошлины были полностью освобождены шельфовые проекты на срок до 10–30лет в зависимости от категории сложности [2]. В связи с этим объем добычи нефти на континентальном шельфе совокупно вырос и в2016 году составил 22,3 млн т., обеспечив рост на17,4% по сравнению с показателем предыдущего года.

В соответствии с указанными тенденциями в последние годы было реализовано существенное количество законодательных инициатив, направленных на введение специальных налоговых льгот. В 2013 г. принят закон, регламентирующий дифференциацию ставок НДПИ для трудноизвлекаемой нефти в зависимости от показателя проницаемости коллектора, степени выработанности месторождения, размера нефтенасыщенного пласта. Введены понижающие коэффициенты для низкопористых и немощных коллекторов, а также нулевая ставка для нефтематеринских горных пород, аналогичных сланцевой нефти. Предоставлены большие налоговые льготы при освоении шельфовых месторождений (ставка НДПИ понижается с42% до5–30% в зависимости от категории сложности объекта до 2022–2042 гг.) [2].

Льготы по налогу на добычу полезных ископаемых в настоящее время предоставляются для следующих групп месторождений [5, 6]:

— находящихся в новых, труднодоступных и инфраструктурно слаборазвитых регионах;

— с трудноизвлекаемыми запасами;

— с особыми физико-химическими свойствами нефти.

Таким образом, ключевым внутренним вызовом развития российской нефтяной отрасли является ожидаемое качественное изменение структуры нефтедобычи в пользу значительно более дорогих проектов, развивать которые в условиях текущей конъюнктуры мировых цен на нефть и дефицита источников инвестиций будет очень сложно [7, 8].

В конце 2016 года добывающие компании России осуществляли добычу близко к рекордным уровням, при этом ряд введенных встрой новых месторождений возместил сокращение добычи на старых месторождениях, были значительно увеличены объемы бурения в течение 2016 года в целях противодействия падению нефтеотдачи. Стремительные темпы роста должны, тем не менее, сократиться, так как Россия приняла решение внести вклад в усилия ОПЕК по управлению избыточными поставками на рынок за счет сокращения добычи в течение 2017 года на 300 тысяч баррелей в день по сравнению с уровнем ноября-декабря 2016 года. Соглашение, предусматривающее сокращение странами ОПЕК добычи нефти на 1,2 млн б/с– до 32,5 млн б/с, а странами не-ОПЕК– на 558 тыс.б/с начало действовать с 1января 2017 года [9]. Россия намерена заморозить добычу (не наращивать добычу на 200–300тысяч баррелей в день вплоть до марта 2018 года). В стране постепенно сокращается добыча, и МЭА снизило прогноз по добыче сырой нефти и газового конденсата в России в2017 году до10,947 млн баррелей в сутки (тогда как в октябре 2016 года уровень добычи составлял 11,247 млн баррелей в сутки) [2].

Таким образом, в ближайшее время объемы добычи будут постепенно снижаться, и это сокращение, скорее всего, будет относиться к зрелым месторождениям (которые подвергаются более высокому налогообложению), а не к новым, засчет снижения объемов бурения.

Переработка

Из всего объема добытой нефти значительная ее часть экспортируется. Так, в 2016 г. экспорт нефти из России увеличился и составил 254,8 млн т. Доля нефти в российском экспорте в2016 г. снизилась на 0,3% и составила 25,8%, в экспорте топливно-энергетических товаров– 44,4% (41,4% в 2015 г.) [5].

На сегодняшний день в России функционируют около 35крупных НПЗ с объемами переработки более 1 млн т. в год и значительное количество малых НПЗ (МНПЗ). По общей мощности российская нефтеперерабатывающая промышленность занимает третье место в мире, уступая США и Китаю [9]. Суммарные установленные мощности российских нефтеперерабатывающих предприятий превышают 300 млн т., тогда как объем переработки находится в диапазоне 286–290 млн т. Следует отметить, что за период с 2000 по 2014 гг. объем первичной нефтепереработки вырос на 65%, при этом доля экспорта в поставках нефтепродуктов увеличилась с38% в 2000 г. до 61% в 2014 г.(рисунок 1) [5].В 2016 году первичная переработка нефти составила 284,5 млн т, что меньше показателя 2015 года на 1,3%.

Рост объемов переработки в указанный период, в основном, обеспечивался засчет роста первичной переработки нефти практически без направления продуктов первичной переработки на углубляющие и облагораживающие процессы. Ситуация начала меняться в 2015 г., когда объемы первичной нефтепереработки впервые за последние годы продемонстрировали снижение, однако это снижение может являться последствием как результата начала структурной трансформации отрасли, так и простого наращивания экспорта сырой нефти в ущербе переработке внутри страны.

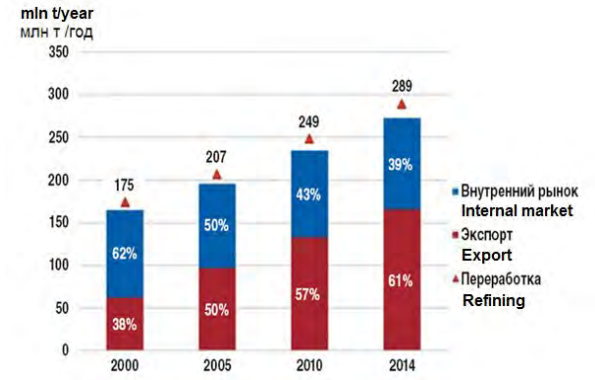


Рисунок 1. Переработка нефти в России, направление не фтепродуктов на внутренний рынок иэкспортв2000–2014 гг.

Figure1.Oil refining, the direction of oil products to the domestic market and exports to Russia in 2000–2014.

В России имеется избыток перерабатывающих мощностей, который по оценкам Министерства энергетики РФ составляет примерно в 40 млн т. При этом отмечается также проблема не только самого избытка перерабатывающих мощностей, но и их структура. До сих пор основной статьей экспорта российских нефтепродуктов являются мазут, газойль, прямогонный бензин.

Процессы вторичной переработки нефти подразделяются на углубляющие и улучшающие качество получаемых нефтепродуктов [10, 11]. В современной нефтепереработке основными углубляющими процессами являются: каталитический крекинг, гидрокрекинг, висбрекинг и коксование. В течение последних десяти лет в России существенным образом возросли мощности процессов, улучшающих качество

получаемых продуктов. Максимальное увеличение наблюдается для процессов изомеризации, алкилирования и гидроочистки бензина, каталитического крекинга и каталитического риформинга. Установки, углубляющие переработку нефти, представлены в меньшем количестве [12]. Особое внимание следует обратить на значительное увеличение мощности процесса гидрокрекинга [13].

До сих пор российская нефтепереработка характеризуется низким уровнем использования вторичных процессов. Так, суммарная загрузка вторичных процессов в2015 г. составила 57% от первичной переработки, в то время как в странах Западной Европы этот показатель превышает 100%, а в США– 165%. Это приводит к тому, что глубина нефтепереработки практически не растет, несмотря на увеличение объемных показателей переработки нефти. Но в конце декабря 2015 г. первичная переработка нефти в России в 2015 г. сократилась на 2,4%, составив 282 млн т. А в январе-феврале 2016 г. объем переработки нефти сократился ещё на 3,5% по сравнению с январем-февралем 2015 г. При этом глубина ее выросла с 71,9% до 76,2% [5].

В период 2011–2016 гг. одним из главных трендов развития отечественного нефтегазового сектора являлось проведение масштабной модернизации нефтеперерабатывающих производств. Практически все крупные российские НПЗ заключили 4-х сторонние соглашения, в которых были прописаны обязательства по модернизации с целью улучшения качества производимой продукции. В 2015 году произведена реконструкция многих действующих установок вторичной переработки и построено 11новых, в 2016 году введено еще 13установок вторичной переработки. В 2017 году запланирована модернизация еще12–18. К 2020 году планируется завершить модернизацию 120 установок из имеющихся 125. Наибольшая мощность по вновь вводимым установкам принадлежит установкам гидрокрекинга. Введены также установки замедленного коксования, каталитического риформинга и каталитического крекинга. Можно отметить, что основным направлением инвестирования в этот период была модернизация производств для обеспечения перехода страны полностью на использование моторного топлива 5-го экологического класса [14]. Ив2016 году запланированный результат получен–отечественные НПЗ, прошедшие модернизацию, способны удовлетворять внутренний спрос на бензин и дизельное топливо высокого класса качества. Масштабному объему инвестиций в модернизацию нефтепереработки способствовали меры государственной поддержки. Так, например, по некоторым видам закупленного за рубежом оборудования был обнулен НДС, что привело к уменьшению требуемых инвестиций примерно на 15%.

Повышение эффективности производства нефтепродуктов сегодня остается ключевой задачей модернизации в области нефтепереработки на ближайшие несколько лет. Кроме того, необходимо завершить очередной этап модернизации и выходить на мировой уровень по ключевым показателям эффективности и технологичности, в том числе по глубине переработки нефти и отбору светлых нефтепродуктов. Именно к этому отечественную нефтепереработку подталкивает конкуренция с зарубежными производителями моторного топлива и внутрироссийская экономическая ситуация и потребительский рынок. Ведь большинство россиян–автовладельцев приобретают зарубежные авто с двигателем, чувствительным к качеству топлива.

Согласно подсчетам банка UBS, в период с 2015по2017 год мировой спрос на нефтепродукты вырастет на1,4 млн барр./сут, а прирост новых перерабатывающих мощностей составит лишь1,2 млн барр./сут. При этом прирост ожидается только за счет стран Ближнего Востока, Южной и Юго-Восточной Азии. Расчеты UBS также прогнозирует то, что в ближайшие 2 года рентабельность нефтепереработки будет оставаться высокой–около 5долларов за баррель (против 3,3 доллара за баррель в 2010–2014 годах) [15].

Дальнейшее развитие отрасли будет во многом зависеть не только от темпов модернизации, но и от параметров фискальной политики государства. Налогообложение в этой сфере остается наиболее подвижным по сравнению с другими отраслями. И это касается не только вопросов акцизного налогообложения, но и специфических для отрасли налогов, в частности НДПИ. При этом государство постоянно балансирует между двумя разнонаправленными необходимостями. С одной стороны именно нефтегазовые (сырьевые) ресурсы определяют экономику страны и изъятие налогов именно с них формирует бюджет и финансовые возможности всего государства. А это обуславливает наивысший уровень налоговых платежей по сравнению с прочими отраслями. В настоящее время налоговая нагрузка в нефтегазовой отрасли на 8–10% превышает среднероссийскую и приближается к так называемой «налоговой ловушке», когда уровень изъятий превышает 40–45%. С другой стороны для нормального функционирования отрасли в долгосрочной перспективе необходимо ее постоянное развитие и стимулирование инвестиций в строительство и модернизацию. Как правило стимулирующая функция налогов выражается в предоставлении

налоговых льгот и послаблений. Принимая во внимание текущие проблемы нефтедобычи, связанные с истощением запасов, ухудшением качества добываемой нефти и ростом затрат как на добычу так и на переработку, государство должно разработать комплекс мер стимулирующей налоговой политики, направленной на изменение качественных параметров нефтегазового сектора– эффективности и продуктивности [16].

По прогнозам МЭА российские нефтегазовые компании сокращают объемы переработки нефти в2017 году на 2,5%– до270 млн т., что связано с увеличением глубины переработки [17]. В 2017 году Россия планирует увеличить производство бензина до 39,8 млн т., дизельного топлива– до более70 млн т. А выпуск мазута должен продолжать сокращаться и его производство уменьшится еще на 2 млн т. или даже больше [18]. Именно с целью снижения производства и невыгодности экспорта мазута и темных нефтепродуктов, который был одной из важных статей экспорта для отечественной нефтепереработки российским правительством был предпринят «налоговый маневр».

Налоговый маневр

Предпосылкой кардинального изменения политики налогообложения в нефтегазовом секторе послужило резкое падение цен на нефть и совокупность других факторов. Так, еще в 1998–2002 годах установление дифференцированных пошлин на экспорт нефти и нефтепродуктов послужило стимулом инвестирования в нефтепереработку и российские НПЗ стали планировать и осуществлять программы модернизации. Кроме того, этому способствовало существенные изменения в структуре внутреннего спроса, в первую очередь по топливным нефтепродуктам. Однако, с введением экспортной пошлины на нефтепродукты привязанной к уровню пошлины на нефть, для мазута изначально была установлена самая низкая пошлина в размере 50% от стоимости нефти, тогда как по светлым нефтепродуктам она составляла 80–120%. В связи с чем, мазут стал выгодным экспортным товаром, и, зачастую, нефтеперерабатывающие предприятия увеличивали объем его производства в ущерб выходу светлых нефтепродуктов. Впоследствии экспорт мазута оставался выгодным для отечественной нефтепереработки, несмотря на изменение соотношения экспортной пошлины на нефть и нефтепродукты. К основным причинам увеличения экспорта российского мазута в тот период можно отнести неизменно высокий спрос на него со стороны европейских нефтепереработчиков рост объемов первичной переработки в России и значительное превышение экспортной цены мазута его цену на внутреннем рынке (на 15–30%)[19].

К 2003 году с целью увеличения наполнения бюджета, сокращения экспорта нефти и максимальной загрузки имеющихся в стране нефтеперерабатывающих мощностей экспортные пошлины были пересмотрены и увеличены до 90% от величины экспортной пошлины нефти. После этого более выгодным стал экспорт дизельного топлива, которое европейскими НПЗ использовалось как сырье для последующей переработки. При этом возросли требования к качеству дизельного топлива, так как, например, для его транспортировки по нефтепродуктопроводам необходима глубокая очистка от вредных примесей. Следствием этого стало увеличение, причем массовое, инвестиций в установки гидроочистки сырья и дизельного топлива. В то же время изменение структуры внутреннего спроса привело к необходимости увеличения октанового числа бензина, и впоследствии к инвестированию в небольшие установки по производству присадок. Эти обстоятельства способствовали наращиванию производства более качественного дизельного топлива и бензинов, но при этом не наблюдалось увеличение глубины переработки отечественных заводов. Государственное регулирование предполагало получение в результате эффекта в виде снижения экспорта темных и увеличения вывоза светлых нефтепродуктов. Однако отечественные производители вследствие особенностей налоговой системы не имели достаточных стимулов для инвестиций в рост глубины переработки. Так, например, в противовес регулирующим мероприятиям в конце 2004 года был установлен необоснованно низкий уровень экспортной пошлины на мазут по сравнению с размером пошлины на экспорт светлых нефтепродуктов.

При росте цен на нефть стала расти и регулирующая роль экспортных пошлин, в основном направлении индексации в соответствии с трендом ценового изменения. Так, в момент пика цен в середине 2008 года пошлина на нефть превышала пошлину на мазут на 309 долларов за тонну [20]. Итогом таких правительственных мер стал низкий показатель рентабельности продаж мазута на внутреннем рынке и невыгодность экспорта сырой нефти ввиду ее высокой экспортной пошлины. Одновременно на внутреннем рынке произошло компенсирующее увеличение цен на нефтепродукты, без адекватного улучшения их качества. В этот период основную прибыль нефтегазовые компании получали за счет продаж на внутреннем рынке. Следует отметить, что действующая на тот момент система ставок акцизов и экспортных пошлин не принимала во внимание качество нефтепродуктов, а была привязана исключительно к колебаниям мировых цен.

До 2011 года экспортная пошлина на темные нефтепродукты составляла 40% от уровня пошлины на нефть, а на светлые– 72% [21, 22]. В этом случае налоговая политика носила по большей части фискальную направленность, обеспечивая наибольшую часть доходов бюджета. Функция же регулирования поведения налогоплательщиков с целью стимулирования развития и модернизации производства в направлении повышения глубины переработки, уменьшения выхода неликвидных темных нефтепродуктов и развития производства топлив с высокими экологическими и эксплуатационными характеристиками практически не реализовывалась. Такая политика не способствовала росту капиталовложений в отрасль и массовому строительству новых и реконструкции действующих установок. В то же время в Европейских странах предпринимался ряд мер по постепенному переходу на топливо более высокого экологического класса и соответствующие мероприятия по стимулированию местного производства высококачественного бензина и дизельного топлива.

В связи с этим в 2011 году в России был разработан и предпринят очередной «налоговый маневр», предполагающий снижение коэффициента для расчета таможенной пошлины на нефть с 65% до 60% и выравнивание пошлин на светлые и темные нефтепродукты на уровне 66%. До выхода постановления, запускающего систему «60–66» и выгодного для нефтедобычи, была установлена пошлина на бензин в размере 90% от уровня пошлины на нефть.

Кардинальные изменения претерпел не только Налоговый кодекс, но и таможенное законодательство. Изменения в таможенном законодательстве в 2009–2013 гг. происходили в двух направлениях. Стимулирующая составляющая реализовывалась в виде предоставления определенных льгот. В результате льготы по экспортной пошлине получили недавно введённые в эксплуатацию месторождения (с целью повышения коммерческой эффективности их разработки). Второе направление связано с применением мер ограничительного характера. Для повышения глубины переработки нефти на территории РФ и сокращения экспорта тёмных нефтепродуктов введена повышенная пошлина на мазут. Объемы производства постоянно росли, снижался экспорт сырья, увеличивался экспорт готовой продукции. По данным министерства энергетики объемы переработки нефти в стране выросли с 235,9 млн т в год в 2009 году до 288,9 млн т в год в 2014 году. За тот же период экспорт нефти сократился с 248,3 млн т в год до 221,3 млн т в год. И это на фоне постоянного роста темпов добычи [16]. Объемы переработки увеличивали как вертикально-интегрированные компании, так и независимые производители. Объемы экспорта дизельного топлива также росли. Только в 2014 году рост составил 17% по сравнению с предыдущим, достигнув 45,5 млн т.

В 2014–2016 гг. одновременно были проведены незначительные корректировки ставок НДПИ и экспортных пошлин. Важнейшим достижением для стимулирования процессов модернизации стала ставка экспортной пошлины на темные нефтепродукты, которая должна была применяться с 2015 года [23]. Для компенсации выпадающих доходов бюджета в связи со снижением вывозных таможенных пошлин почти в 1,5 раза с 1 января 2015 года была увеличена базовая ставка НДПИ с 530 до 766 рублей за тонну добытой нефти.

Необходимо отметить, что величина нефтегазовых доходов, зачисляемых в федеральный бюджет постоянно растет, начиная с 2009 года. По некоторым оценкам объем нефтегазовых доходов страны в абсолютном выражении с 2005 по 2013 год вырос с 2,1до6,5 трлн рублей [24]. Именно нефтегазовые доходы, включающие экспортную пошлину и налог на добычу полезных ископаемых, на протяжении последнего десятилетия являлись основным источником доходов федерального бюджета. В 2011–2014 годах доля нефтегазовых поступлений в доходах бюджета составляла 50–51%. Только в2015 году их вклад в бюджет сократился до43%. И это только таможенная пошлина с НДПИ. Если же принять во внимание всю совокупность налогов, уплачиваемых предприятиями нефтегазового сектора (налог на добавленную стоимость, налог на прибыль организаций, акцизы и др.), а также учитывая их размер и вклад в экономику, доля поступлений от нефтегазового комплекса в консолидированный бюджет достигает примерно 66%. Так, например, в 2014 году поступления от нефтегазового сектора в бюджет составили около 8,6 трлн рублей, из которых 4,3 трлн рублей составили экспортные пошлины (50%) и 2,8 трлн рублей–НДПИ (32%), а прочие налоги (НДС, НПО, акцизы, страховые взносы и пр.) пополнили бюджет примерно на 1,5 трлн рублей (18%) [24].

Очевидно, что такие существенные изменения параметров платежей предприятий нефтегазового сектора непосредственно связаны с проводимым«налоговым маневром», который предполагал уменьшение экспортной пошлины на нефть и нефтепродукты в 1,7 раза в течение трех лет и соответствующее увеличение налога на добычу полезных ископаемых (НДПИ), а также перенос выравнивания пошлин на нефть и темные нефтепродукты [2]. В рамках налогового манёвра предполагалось также изменение акцизов на нефтепродукты, что снижает поступления

в региональные бюджеты и дорожные фонды. Но вопреки параметрам налогового маневра, акцизы на топливо повысились опережающими темпами. Экспортные пошлины, несмотря на снижение коэффициентов по отношению к сырой нефти, росли в абсолютном выражении из-за повышения нефтяных котировок [25]. Повышение ставки НДПИ коснулось и проектов, которым ранее были предоставлены налоговые льготы. Несмотря на продолжение их действия, в целом, произошло повышение налоговой нагрузки на данные проекты.

В 2017 году настало время завершить налоговый маневр, экспортная пошлина на нефть и нефтепродукты должны быть снижены, на нефть до 30%, а НДПИ и пошлина на мазут повышены (на мазут–до 100%).

Заключение

Налоговый манёвр должен был помочь Правительству РФ решить следующие основные задачи. Во-первых, способствовать гармонизации отечественного налогового законодательства с налоговыми законами стран-партнеров по внешнеэкономической деятельности (ЕАЭС, ВТО). Это необходимо было в том числе для предотвращения возможного реэкспорта российской нефти через страны-члены ЕАЭС, имеющих более низкую экспортную пошлину, и таким образом, избежать потерь для федерального бюджета. Во-вторых, по расчетам Министерства финансов РФ, налоговый маневр обеспечил бы дополнительные поступления в федеральный бюджет в2016 году в размере 247, а в 2017 году–250 млрд рублей [26–29]. А рост поступлений в федеральный бюджет, говорит об усилении вновь фискальной функции налоговой системы.

Действующая в России система налогообложения в нефтяной отрасли неэффективна с точки зрения стимулирования инвестиционного развития и она же имеет самую большую в мире налоговую нагрузку. Это с вязано в первую очередь с тем, что нефтегазовым сектором уплачивается НДПИ при добыче сырой нефти, газового конденсата и природного газа исходя из объемов добычи и назначения продукции. Ставка колеблется в пределах от 0,5% до 18%, но ее планируют повысить. Кроме того, продукты добычи облагаются еще и акцизом, который в рамках налогового манёвра должен был снизиться, но вопреки этому не однократно принималось решение об его увеличении. Можно предположить, что с учетом того, что пошлина снизится, финансовая нагрузка перенесется от зарубежного покупателя на внутренний рынок, повысив стоимость нефти внутри страны. Помимо этого, Минфин рассматривает проект повышения НДС до22%(сейчас 18%), правда повышение коснется не только нефтегазового сектора. По расчетам ведомства, повышение НДС принесет бюджету дополнительные доходы в размере 1,2 трлн руб., что в конечном счете отразится на российских потребителях.

Система налоговых изъятий, которая наполняет бюджет, устроена таким образом, что может негативно проявиться на проектах, нацеленных на внутренний рынок. Поэтому с 2018 г. Министерство финансов РФ планирует ввести новый порядок налогообложения в нефтяном секторе и перейти с налога на добычу полезных ископаемых(НДПИ) на налог на добавленный доход (НДД). По последней версии Минфина, согласованной с Минэнерго, с нефтяников будет взиматься50% доходов от продажи нефти за вычетом расходов на добычу и транспортировку, но не более 9520 руб. с тонны. При этом остаются НДПИ и экспортная пошлина: при цене 50 долларов за баррель на старом месторождении они вместе составят 17,5 доллара за тонну (35% цены), а на новом – 7долларов в первые пять лет(14% цены) с увеличением до обычной ставки к восьмому году. Сейчас при цене нефти в50долларов за баррель НДПИ и экспортная пошлина составляют 57% цены, а на новых проектах – 13,2% [26].

Новая система предполагает снижение суммарной величины налогов, зависящих от валовых показателей (НДПИ на нефть и таможенная пошлина на нефть), и, введением налогообложения дополнительного дохода от добычи, что должно обеспечить более высокую гибкость налогообложения за счет зависимости величины налогов от экономического результата разработки запасов.

В настоящее время также обсуждается идея регулирования глубины переработки и интенсификации модернизации отечественных НПЗ с помощью так называемого обратного (возвратного, отрицательного) акциза. Он должен послужить косвенным регулятором для повышения технического уровня нефтепереработки, объема поставок светлых нефтепродуктов на внутренний рынок и поддержать заводы, расположенные далеко от границ РФ. Данное новшество определяет минимальный уровень отбора светлых фракций (не менее65%, а по некоторым предложениям – не менее 80%), наличие вторичных процессов и поддержку выпуска целевых светлых нефтепродуктов. Если же НПЗ достигает и превосходит данный уровень, то с каждой тонны перерабатываемой нефти будет возвращать(получать обратный акциз) в определенном размере (от 500 до 1000 рублей в первый год с постепенным обнулением к десятому году). При этом планируется одновременный рост ставок НДПИ [28].

ЛИТЕРАТУРА

1 Salmina S V, Sboeva I M, Selivanovskaya J I, Khafizova A R et al. Development of taxation system for oil production companies in Russia // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2018. № 107. P. 012072 URL: https://doi.org/10.1088/1755–1315/107/1/012072

2 Эдер Л.В., Филимонова И.В., Проворная И.В. Налоговый манёвр или разворот? // Нефть-России. 2015. № 1–2.

3 Крупнейшие месторождения нефти в России и в мире // Вести. Экономика. URL: http://www.vestifinance.ru/articles/41880

4 Kontorovichab A.E., Ederab L.V., Filimonovaab I.V., Mishenina M.V. et al. Oil industry of major historical centers of the Volga-Ural petroleum province: past, current state, and longrun prospects // Russian Geology and Geophysics. 2016. V. 57. № 12. P. 1653–1667. URL: https://doi.org/10.1016/j.rgg.2016.10.011Get rights and content

5 Громов А.И. Перспективы развития российской нефтяной отрасли в условиях турбулентности на мировом нефтяном рынке // Бурение и нефть. 2016. № 2. С. 6

6 Письмо Минфина РФ от 1 октября 2012 г. № 01–02–01/03–2457. Сайт информационно-правового портала ГАРАНТ.РУ: URL: http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70136628/#ixzz4eVyjpxT2

7 Fjaertoft D., Lunden L.P. Russian petroleum tax policy – Continuous maneuvering in rocky waters //Energy Policy. 2015. V. 87. P. 553–561. URL: https://doi.org/10.1016/j.enpol.2015.09.042Get rights and content

8 Osmundsen P., Emhjellen M., Johnsen T., Kemp A. et al. Petroleum taxation contingent on counterfactual investment behaviour // The Energy. 2015. URL: http://aura.abdn.ac.uk/bitstream/handle/2164/9844/Petroleum_taxation_submitted_Adelman_special_issue_Revised_version_June_Energy_Journal_1_.docx? sequence=1

9 Oil Market Report Template // International Energy Agency. URL: https://www.iea.org/media/omrreports/RussianOMR

10 Эдер Л.В., Филимонова И.В., Проворная И.В. Особенности развития нефтяной промышленности России на современном этапе // Бурение и нефть. 2016. № 12. С. 9–14. URL: http://burneft.ru/archive/issues/2016–12/3

11 Справочник процессов нефтепереработки // Нефтегазовые технологии. 2005. № 3. С. 77

12 Капустин В.М. Развитие инновационных технологий глубокой переработки углеводородного сырья // Вестник химической промышленности. URL: http://vestkhimprom.ru/posts/razvitie-innovatsionnykh-tekhnologij-glubokoj-pererabotki-uglevodorodnogo-syrya

13 Капустин В.М. Роль отечественных компаний в модернизации российских нефтеперерабатывающих заводов // Мир нефтепродуктов. 2007. № 7. С. 18–20

14 Андрианов В. Под знаком Евро-5 // «Нефтегазовая Вертикаль». 2017. № 1. URL: http://www.ngv.ru/magazines/article/pod-znakom-evro-5/? sphrase_id=5902986

15 Новости. Переработка. URL: neftegaz.ru http://neftegaz.ru/news/view/147263-Obemneftepererabotki-v-Rossii

16 Нефтепереработка: увеличение в Европе, сокращение в России // Россия сегодня. URL: http://1prime.ru/articles/20150910/818870892.html

17 Министр энергетики: в январе российская нефтедобыча сократится заметно больше плана. URL: http://www.newsru.com/finan-ce/23jan2017/novak.html

18 Россия планирует нарастить экспорт нефти в следующем году // Новое время. URL: http://novoye-vremya.com/w76592

19 ТЭК России – настоящее и будущее // Нефть России. 2004. № 4 . URL: http://www.oilru.com/nr/131/2466

20 Нефтяные налоговые маневры – Что дальше?. 2015. URL: http://vygon.consulting/up-load/iblock /2af/vygon_consulting_taxmaneuvers.pdf

21 Эдер Л.В., Филимонова И.В., Немов В.Ю. Нефтепереработка и таможенное регулирование в России // Бурение и нефть. 2013. № 5 URL:http://burneft.ru/archive/issues/2013–05/3

22 Khafizova A.R., Fassakhov I.A. Development of the Oil Companies Taxation System // Mediterranean Journal of Social Sciences. 2015. V. 6. № 1 S3. doi: 10.5901/mjss.2015.v6n1s3p20

23 Выгон Г. Система «60–66–90–100» и сценарии развития нефтепереработки в России. М.: Энергетический центр Московской школы управления СКОЛКОВО, 2013. С. 8

24 Матюгина Э.Г., Матюгина Э.Г., Гринкевич Л.С., Пожарницкая О.В. и др. Роль нефтегазового комплекса в развитии хозяйственных взаимосвязей // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. № 6–3. С. 492–495

25 Гордеев Д. Повышение акцизов блокирует налоговый маневр // Экономическое Развитие России. 2016. № 9. URL:http://iep.ru/files/RePEc/gai/ruserr/ruserr-2016–9–728.pdf

26 Катышева Е.Г. Изменение структуры фискальной нагрузки в нефтедобывающей отрасли под влиянием нефтяного налогового маневра // Инфраструктурные отрасли экономики: проблемы и перспективы развития. 2015. № 10. С. 130–134

27 Леденёва М.В., Парфенова М.В. Инновационный ваучер в системе инструментов региональной инновационной политики // Вестник ВГУИТ. 2017. №79(3). С. 269-276. doi:10.20914/2310-1202-2017-3-269-276

28 Налог на добавленный доход опасен для нефтяной отрасли // Ведомости. 2016. URL: https://www.vedomosti.ru/economics/articles/2016/09/28/658762-perehod-ndd

29 Обратный акциз подождет до весны // Коммерсантъ. 2018. URL: https://www.kommer-sant.ru/doc/3534030

REFERENCES

1 Salmina S V, Sboeva I M, Selivanovskaya J I, Khafizova A R et al. Development of taxation system for oil production companies in Russia. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2018. no. 107. pp. 012072 Available at: https://doi.org/10.1088/1755–1315/107/1/012072.

2 Jeder L.V., Filimonova I.V., Provornaja I.V. Tax maneuver or reversal? *Neft'-Rossii* [Oil-Russia] 2015. no. 1–2. (in Russian)

3 The largest oil fields in Russia and in the world. *Vesti. Jekonomika* [Vesti. Economy] Available at: http://www.vestifinance.ru /articles/41880 (in Russian)

4 Kontorovichab A.E., Ederab L.V., Filimonovaab I.V., Mishenina M.V. et al. Oil industry of major historical centers of the Volga-Ural petroleum province: past, current state, and longrun prospects. Russian Geology and Geophysics. 2016. vol. 57. no. 12. pp. 1653–1667. Available at: https://doi.org/10.1016/j.rgg.2016.10.011Get rights and content

5 Gromov A.I. Prospects for the development of the Russian oil industry in the conditions of turbulence in the world oil market. *Bureniei neft'* [Drilling and oil]. 2016. no. 2. pp. 6 (in Russian)

6 Pis'mo Minfina RF ot 1 oktjabrja 2012g. № 01–02–01/03–2457. Sajt informacionno-pravovogo portala GARANT.RU [Letter of the Ministry of Finance of the Russian Federation of October 1, 2012] Available at: http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70136628/#ixzz4eVyjpxT2 (in Russian)

7 Fjaertoft D., Lunden L.P. Russian petroleum tax policy – Continuous maneuvering in rocky waters //Energy Policy. 2015. V. 87. P. 553–561. URL: https://doi.org/10.1016/j.enpol.2015.09.042Get rights and content

8 Osmundsen P., Emhjellen M., Johnsen T., Kemp A. et al. Petroleum taxation contingent on counter-factual investment behaviour // The Energy. 2015. URL: http://aura.abdn.ac.uk/bitstream/handle/2164/9844/Petroleum_taxation_submitted_Adelman_special_issue_Revised_version_June_Energy_Journal_1_.docx? sequence=1

9 Oil Market Report Template // International Energy Agency. URL: https://www.iea.org/media/omrreports/RussianOMR

10 Eder L. V., Filimonova I. V., Nimble I. V. Features of the development of the Russian oil industry at the present stage. *Burenie I neft* [Drilling and oil] 2016. no. 12. pp. 9-14. Available at: http://burneft.ru/archive/issues/2016-12/3 (in Russian)

11 Handbook of refining processes. *Neftegazovye tekhnologii* [Oil and gas technology] 2005. no. 3. pp. 77.

12 Kapustin V. M. Development of innovative technologies of deep processing of hydrocarbon raw materials. *Vestnik khimicheskoi promyshlennosti* [Journal of chemical industry] Available at: http://vestkhimprom.ru/posts/razvitie-innovatsionnykh-tekhnologij-glubokoj-pererabotki-uglevodorodnogo-syrya (in Russian)

13 Kapustin V. M. Role of Russian companies in the modernization of Russian oil refineries. *Mir nefteproduktov* [World of petroleum products] 2007. no. 7. pp. 18-20 (in Russian)

14 Andrianov V. Under the sign of Euro 5. *Neftegazovaya vertikal'* ["Oil and Gas Vertical"] 2017. no. 1. Available at: http://www.ngv.ru/magazines/article/pod-znakom-evro 5/? sphrase_id=5902986 (in Russian)

15 Novosti. Pererabotka [News. Processing] Available at: neftegaz.ru http://neftegaz.ru/news/view/147263 Obemneftepererabotki-v-Rossii (in Russian)

16 Refining: increase in Europe, decrease in Russia. *Rossiya segodnya* [Russia today] Available at: http:/ / 1prime.ru/articles/20150910/818870892.html (in Russian)

17 Ministr energetiki [Energy Minister: Russian oil production will decrease significantly more than planned in January] Available at: http://www.newsru.com/finance/23jan2017/novak.html (in Russian)

18 Russia plans to increase oil exports next year./ *Novoe Vremya*. [New time] Available at: http://novoye-vremya.com/w76592 (in Russian)

19 Russian fuel and energy complex-present and future. *Neft' Rossii* [Oil of Russia] 2004.no. 4. Available at: http://www.oilru.com/nr/131/2466 (in Russian)

20 Neftyanye nalogovye manevry [Oil tax maneuvers-what's next?] 2015. Available at: http://vygon.consulting/up-load /iblock/2af / vygon_consulting_taxmaneuvers.pdf (in Russian)

21 Eder L. V., Filimonova I. V., Nemov V. Yu Refining and customs regulations in Russia. *Burenie I neft'* [Drilling and oil] 2013. no. 5 Available at: http://burneft.EN/archive/issues/2013-05/3 (in Russian)

22 Khafizova A.R., Fassakhov I.A. Development of the Oil Companies Taxation System. Mediterranean Journal of Social Sciences. 2015. vol. 6. no. 1 S3. doi: 10.5901/mjss.2015.v6n1s3p20

23 Vygon G. Sistema "60-66-90-100" [System "60-66-90-100" and scenarios for the development of oil refining in Russia] Moscow, Energy centre of Moscow school of management SKOLKOVO, 2013. pp. 8 (in Russian)

24 Matuhina E. G., Matuhina E. G., Grinkevich L. S., Pozharitskaya O. V. et al. Role of oil and gas complex in the development of business relationships. *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh issledovanii* [International journal of applied and fundamental research] 2015. no. 6-3. pp. 492-495 (in Russian)

25 Gordeev D. the Increase in excise tax blocks tax reform. *Ekonomicheskoe razvitie Rossii* [Economic Development of Russia] 2016. no. 9. Available at: http://iep.EN/files/RePEc/gai/ruserr / ruserr 2016-9-728.pdf

26 Katysheva E. G. changes in the structure of the fiscal burden in the oil industry under the influence of the oil tax maneuver. *Infrastrukturnye otrasli ekonmiki* [Infrastructure sectors of the economy: problems and prospects of development] 2015. no. 10. pp. 130-134 (in Russia)

27 Ledeneva M. V., Parfenov M. V. Innovation voucher in system tools for regional innovation policy. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET] 2017. no. 79 (3). pp. 269-276. doi: 10.20914/2310-1202-2017-3-269-276 (in Russian)

28 Income Tax is dangerous for the oil industry. *Vedomosti*. [News] 2016. Available at: https://www.vedomosti.ru/economics/articles/2016/09/28/658762 perehod-ndd (in Russian)

29 Reverse the excise duty will have to wait until spring *Kommersant*. [Commersiant] 2018. Available at: https://www.kommer-sant.ru/doc/3534030 (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Елена И. Черкасова к.т.н., доцент, кафедра химической технологии переработки нефти и газа, Казанский национальный исследовательский технологический университет, ул.К.Маркса, 68, г.Казань, 420015, Россия, cherkasova.kstu@yandex.ru

Лейсан И. Муллахметова инженер, ООО «ЛУКОЙЛ-Нижегороднинефтепроект», ул. М.Горького, 147а, г.Нижний Новгород, 603006, Россия, limullakhmetova93@gmail.com

Екатерина В. Хворова к.э.н., доцент, кафедра экономики, Казанский национальный исследовательский технологический университет, ул.К.Маркса, 68, г.Казань, 420015, Россия, evh0504@gmail.com

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Елена И. Черкасова консультация в ходе исследования
Лейсан И. Муллахметова обзор литературных источников по исследуемой проблеме
Екатерина В. Хворова написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 09.11.2017
ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 15.02.2018

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Elena I. Cherkasova Cand. Sci. (Econ.), associate professor, processing of oil and gas department, Kazan National Research Technological University, K.Marx St., 68, Kazan, 420015, Russia, cherkasova.kstu@yandex.ru

Leisan I. Mullakhmetova engineer, OOO "LUKOIL-Nizhegorodniinefteproekt", Maxim Gorky str., 147a, Nizhny Novgorod, 603006, Russia, limullakhmetova93@gmail.com

Ekaterina V. Khvorova Cand. Sci. (Econ.), associate professor, economic department, Kazan National Research Technological University, K. Marx St., 68, Kazan, 420015, Russia, evh0504@gmail.com

CONTRIBUTION

Elena I. Cherkasova consultation during the study
Leisan I. Mullakhmetova review of the literature on an investigated problem
Ekaterina V. Khvorova wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 11.9.2017
ACCEPTED 2.15.2018

Оригинальная статья/Original article

УДК 339.138

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-357-363

Разработка и стандартизация методики продвижения продукции на примере хлебобулочных изделий

Ольга А. Орловцева [1] starosta1981@inbox.ru
Марина И. Литвинова [1] marinamer780@mail.ru
Евгений В. Литвинов [1] zenlit@yandex.ru
Дарья К. Костина [1] evgeniya.kostina.74@mail.ru

[1] Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Реферат. Популярность продукции зависит не только от ее качества, но и от мероприятий, которые были предприняты для ее продвижения на рынке. Разработанный для этой цели медиаплан должен быть основан на использовании научных подходов, поскольку успех рекламной кампании напрямую зависит от правильности выбранных каналов продвижения и уровня разработанных рекламно-информационных материалов. При этом необходима оптимизация медиаплана, позволяющая обеспечить эффективность рекламы за счет привлечения потребителей, опережения конкурентов и рационального использования ресурсов, в том числе и материальных. В статье приведен пример разработанной рекламной кампании для продвижения хлебобулочных изделий: в качестве каналов продвижения выбраны реклама в журналах, радиоролик в торговых центрах, а также рекламный стенд и раздача флаеров. Общая концепция данной рекламы – продвижение различных видов свежих горячих сдобных изделий, поэтому основным персонажем выбрана Красная Шапочка. В статье приведены примеры макетов печатной продукции, примерный сценарий радиоролика и описание макета журнальной рекламы. Для оценки адекватности разработанной рекламной компании рассчитан медиаплан и расходы на создание и проведение рекламной кампании. На основе разработанной рекламной кампании сформулирована методика и построен алгоритм выполнения данных маркетинговых мероприятий. Важным этапом применения данной методики является его стандартизация – создание стандарта организации. Данный документ по стандартизации, содержащий правила, нормативы и требования, позволит оптимизировать производственные процессы и повысить конкурентоспособность продукции предприятия, а также способствует общему пониманию концепций маркетинга и рекламной политики на предприятии.

Ключевые слова: хлебобулочные изделия, маркетинг, реклама, стандартизация

Development and standardization of methods for promoting products on the example of bakery products

Olga A. Orlovtseva [1] starosta1981@inbox.ru
Marina I. Litvinova [1] marinamer780@mail.ru
Evgenii V. Litvinov [1] zenlit@yandex.ru
Darya K. Kostina [1] evgeniya.kostina.74@mail.ru

[1] Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Summary. The popularity of products depends not only on its quality, but also on the activities that have been undertaken to promote it in the market. The media plan developed for this purpose should be based on the use of scientific approaches, since the success of an advertising campaign directly depends on the correctness of the selected promotion channels and the level of the developed advertising and information materials. At the same time, it is necessary to optimize the media plan, which makes it possible to ensure the effectiveness of advertising by attracting consumers, advancing competitors and rational use of resources, including material ones. The article gives an example of a developed advertising campaign for the promotion of bakery products: advertising channels in magazines, a radio commercial in shopping centers, advertising stand and distribution of flyers were chosen as channels for promotion. The general concept of this advertising is the promotion of various types of fresh hot products, so the main character is Red Riding Hood. The article gives examples of layouts of printed materials, an approximate scenario of a radio commercial and a description of the layout of magazine advertising. To assess the adequacy of the developed advertising company, the media plan and expenses for creating and conducting an advertising campaign are calculated.. On its basis, a methodology is formulated and an algorithm for performing these marketing activities is constructed. An important step in the application of this technique is its standardization - the creation of an organization standard. The standardization document containing the rules, regulations and requirements will allow optimizing production processes and increasing the competitiveness of the enterprise's products, and also contributes to a common understanding of marketing concepts and advertising policy in the enterprise.

Keywords: bakery products, marketing, advertising, standardization

Для цитирования
Орловцева О.А., Литвинова М.И., Литвинов Е.В., Костина Д.К. Разработка и стандартизация методики продвижения продукции на примере хлебобулочных изделий // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 1. С. 357–363. doi:10.20914/2310-1202-2018-1-357-363

For citation
Orlovtseva O.A., Litvinova M.I., Litvinov E.V., Kostina D.K. Development and standardization of methods for promoting products on the example of bakery products. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 1. pp. 357–363. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-1-357-363

Введение

В рыночной экономике решающим фактором коммерческого успеха товара является конкурентоспособность. Это многоаспектное понятие, означающее соответствие товара условиям рынка, конкретным требованиям потребителей не только по своим качественным, техническим, экономическим, эстетическим характеристикам, но и по коммерческим и иным условиям его реализации (цена, сроки поставки, каналы сбыта, сервис, реклама). Более того, важной составной частью конкурентоспособности товара является уровень затрат потребителя за период его эксплуатации [1, 2].

Вопросы изучения конкурентоспособности предприятия важны и актуальны для экономики страны в целом и для предприятия производителей в частности, поскольку рыночные отношения не позволяют им длительное время занимать устойчивое положение на рынке, опираясь в своей производственно-сбытовой стратегии только на аспекты конкурентоспособности товара.

В настоящее время для популяризации пищевых предприятий одним из важнейших направлений является реклама, что обусловлено развитием большой конкурентоспособности [3].

Основными направлениями в рекламе в настоящее время являются:

- реклама на телевидении;
- видеореклама;
- аудиореклама;
- бумажная реклама;
- интернет.

Каждый из данных видов рекламы имеет свои преимущества и недостатки [4, 5].

Одним из наиболее популярных средств массовой информации является телевидение. Реклама на телевидении отличается тем, что одновременно подается и звуковое и визуальное изображение. Кроме того, по вечерам телевизор смотрят в расслабленном состоянии, настроившись на получение информации и стараясь отвлечься от других проблем.

Сравнительно «молодой» формат интернет-рекламы, завоевавший за последние несколько лет огромную популярность – это видеореклама. Онлайн-видео используется для формирования узнаваемости бренда, продвижения товаров и услуг, но стоит гораздо дешевле эфирного времени на ТВ. Данный вид рекламы в большей мере ориентирован на молодых покупателей и частых пользователей интернета. Использование видео рекламы позволяет не только услышать, но и своими глазами увидеть ассортимент продукции.

Аудиореклама является одним из наиболее доступных видов рекламы. По сравнению с рекламой на телевидении и в прессе, аудиореклама намного доступней и при работе по правильному графику в СМИ получает большой охват аудитории. Аудитория уже сегментирована для рекламодателя. Разные радиостанции обращаются к разным слушателям. Люди с разными интересами слушают разные радиостанции. После многочисленного повторения, даже сами того не понимая, радиослушатели запоминают ту информацию, которую им пытались донести. Остаётся только понять, что слушает большая часть целевой аудитории.

Несмотря на то, что на улице век высоких технологий – разнообразные листовки, афиши, постеры, флаеры, визитные карточки по-прежнему очень актуальны. Они могут заменить дорогостоящую рекламу особенно на начальных уровнях развития организаций и пользуются огромным спросом.

Не зависимо от возраста целевой аудитории интернетом пользуются все. Всемирная паутина есть практически в каждом доме. Реклама, размещенная в интернете, стоит дешевле, чем, например, на телевидении. Создать рекламу в сети проще, а скорость ее передачи выше. Есть возможность корректировать рекламу под свою целевую аудиторию, географическое положение и время. Данная реклама является наиболее мобильной, изменить или добавить информацию можно из любой точки мира где есть интернет. При использовании данного вида рекламы есть возможность предусмотреть доставку на дом. Покупатель видит ту продукцию, которую хочет заказать. Свежая, горячая выпечка в один клик.

Основная часть

Рассмотрим алгоритм разработки мероприятий для продвижения продукции на примере хлебобулочных изделий, выпускаемых на одном из хлебозаводов г. Воронеж.

Хлебобулочные изделия относятся к продуктам повседневного спроса – узнаваемый товар, который потребитель привыкает покупать с регулярной периодичностью. Следовательно, реклама должна быть направлена не столько на продукт как таковой, сколько на продвижение торговой марки [6].

Для продвижения сдобных изделий была разработана гипотеза целевого рынка, включающая концепцию введения в торговых центрах «Хлебного домика», выпускающего продукцию, наиболее любимую потребителями (ватрушки, плюшки, пирожки с начинками и т. д.) «с пылу, с жару» и «как у бабушки». Для представления данной концепции, лицом рекламы был выбран сказочный персонаж, наиболее ассоциирующийся с пирожками и бабушкой – Красная Шапочка [7].

В связи со спецификой продвигаемой продукции и разработанной концепции, а также анализ преимуществ, которые дают конкретные виды рекламы, были выбраны следующие каналы продвижения:

1. объявление в двух еженедельных журналах;
2. радиоролик в Торговых центрах и на радио;
3. флаеры на входе в торговый центр и возле продуктовых супермаркетов;
4. объявление на входе в Торговый центр с указанием направления расположения «Хлебного домика».

Выбор данных видов рекламы, таким образом, можно разделить на два вида. К первому виду (внешнему) можно отнести рекламу в журналах и на радио; ее действие направлено на стимулирование покупок сдобной продукции в указанных точках, а именно в «Хлебных домиках». Второй же вид (внутренняя реклама) направлена на привлечение потребителей в непосредственной близости от торговой точки, к такому виду можно отнести аудиорекламу в Торговых центрах, раздачу флаеров и объявления в Торговом центре.

При использовании аудиорекламы представленной посредствам громкоговорящих каналов связи – наглядный образ товара заменяется его развернутой характеристикой. Такая реклама должна привлечь внимание людей, не обращающих внимание на звуковое сопровождение.

За основу сценария игрового ролика в рекламе были выбраны персонажи Красной шапочки (КШ) и Серого волка (СВ).

——— Сценарий ———

СВ: (слышится тяжелое дыхание). Здравствуй девочка. Что ты здесь идешь одна… по солнцепеку?

КШ: Красная Шапочка я… Иду я от бабушки… вот пирожков несу – угостила меня.

СВ: как от бабушки? Ничего себе сказку переврали… А как же я? С чем пирожки то хоть?

КШ: о да разные: и с яблоками, и с грибами, и с вишней, и с корицей, ватрушки есть, сочники, баранки. (Кричит громко и испуганно): ВОЛК!!!

СВ: слышится громкое чавканье. Знаешь что, Шапочка?

КШ: (обиженно): Что?

СВ: я, пожалуй, буду питаться теперь только у твоей бабушки. А где она живет?

КШ: где живет, не скажу. А вот за пирожками беги на 1 этаж (указывается этаж), ни за что ее избушку не пропустишь!

——— ———

Для направления к «Хлебному домику» людей, пришедших в торговый центр, предлагается раздавать флаеры (рисунок 1) и установить одно объявление на колонне с указанием направления движения (рисунок 2).



Рисунок 1. Пример флаера



Figure 1. Flyer Example

В журнале реклама будет составлять ½ полосы и выглядеть как комиксы. Журнальная реклама – реклама, распространяемая посредством публикации в журналах. К основным характеристикам журнальной рекламы можно отнести высокое качество воспроизведения, высокую степень географической и демографической избирательности, длительность существования, и большое число «вторичных» пользователей.

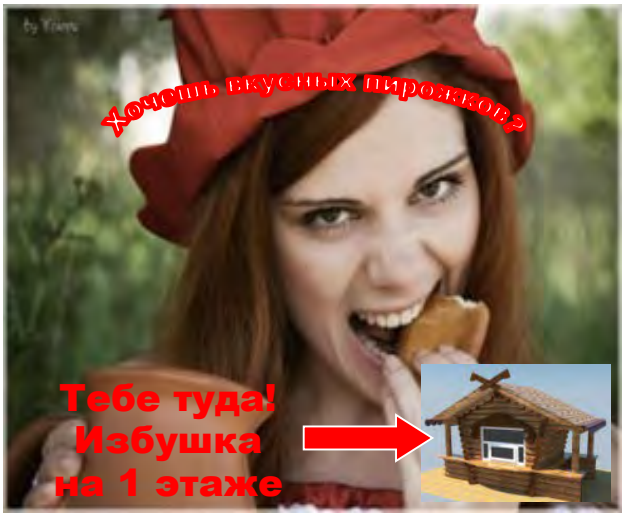


Рисунок 2. Вид объявления на входе



Figure 2. View ads at the entrance

Алгоритм сменяющихся кадров: КШ и СВ идут по тропинке в лесу спиной к зрителю. КШ говорит «Батюшки, корзинку забыла с пирожками!». Сидит на пригорке и плачет, СВ убегает. СВ возвращается, в зубах корзинка с пирожками. КШ удивляется «Откуда такие ароматные пирожки», СВ «Из Хлебного домика». КШ и СВ идут по тропинке и едят пирожки. КШ и СВ на пороге дома бабушки. В корзинке остался 1 пирожок. Грустное лицо КШ. СВ «Ничего страшного – «Хлебные домики» есть и здесь неподалеку». Избушка «Хлебного домика». Внизу комикса приводится перечень торговых центров с указанием местоположения «Хлебных домиков».

Такая реклама привлечет внимание читателя, и не позволит перевернуть страницу, не прочитав.

Для оценки адекватности разработанной рекламной компании рассчитаем предлагаемый медиаплан на первый месяц [4, 5, 8-13]. Следует отметить, что раздачу флаеров целесообразно устраивать только в выходные дни.

Рассчитаем медиаплан (рисунок 3) для журналов и ролика по радио. Известно, что информация, полученная через аудиоролик «живет» в сознании потребителя 2 дня, а из еженедельного журнала – примерно 5 дней.

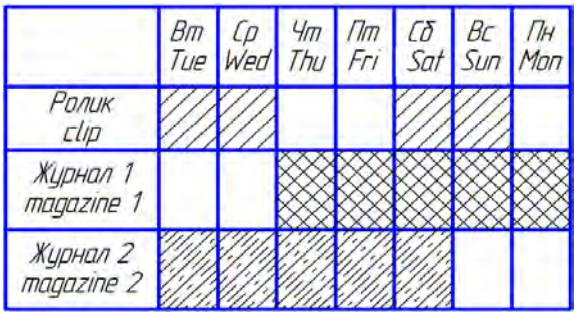


Рисунок 3. Расчет медиаплана

Figure 3. Calculation of media plan

Таким образом, данный выбор каналов обусловлен необходимостью выполнения двух правил:

1. охват как можно большей аудитории: помещение одинаковой рекламы в двух еженедельных журналах с одинаковой целевой аудиторией (например «Теленеделя» и «Антенна»), а также использование аудиоролика, расширяющего аудиторию за счет привлечения аудиалов;

2. время жизни последующего рекламного сообщения приходится на часть времени предыдущего.

Расходы на рекламную компанию (РРК) составят [4, 5]:

$$PPK = PPK_{прив.} + PPK_{напр.}, \quad (1)$$

где $PPK_{прив.}$ – расходы на рекламную компанию, направленную на привлечение аудитории к Торговым точкам «Хлебный домик»; $PPK_{напр}$ – расходы на рекламную компанию, цель которой направить клиентов в непосредственной близости от «Хлебного домика».

$$PPK_{прив.} = 4 \times \left(P_{журн1} + P_{журн2} \right) + 8 \times P_{радио}, \quad (2)$$

где $P_{журн}$ – расходы на опубликование рекламы в журналах; $P_{радио}$ – расходы на радиоролик в ТЦ.

$$PPK_{напр} = 5000 \times P_{ф} + 4 \times P_{рф} + P_{о} + P_{рр}, \quad (3)$$

где $P_{ф}$ – расходы на флаер; $P_{рф}$ – расходы на оплату работы раздатчиков флаеров; $P_{о}$ – расходы на объявление; $P_{рр}$ – расходы на радиоролик в ТЦ.

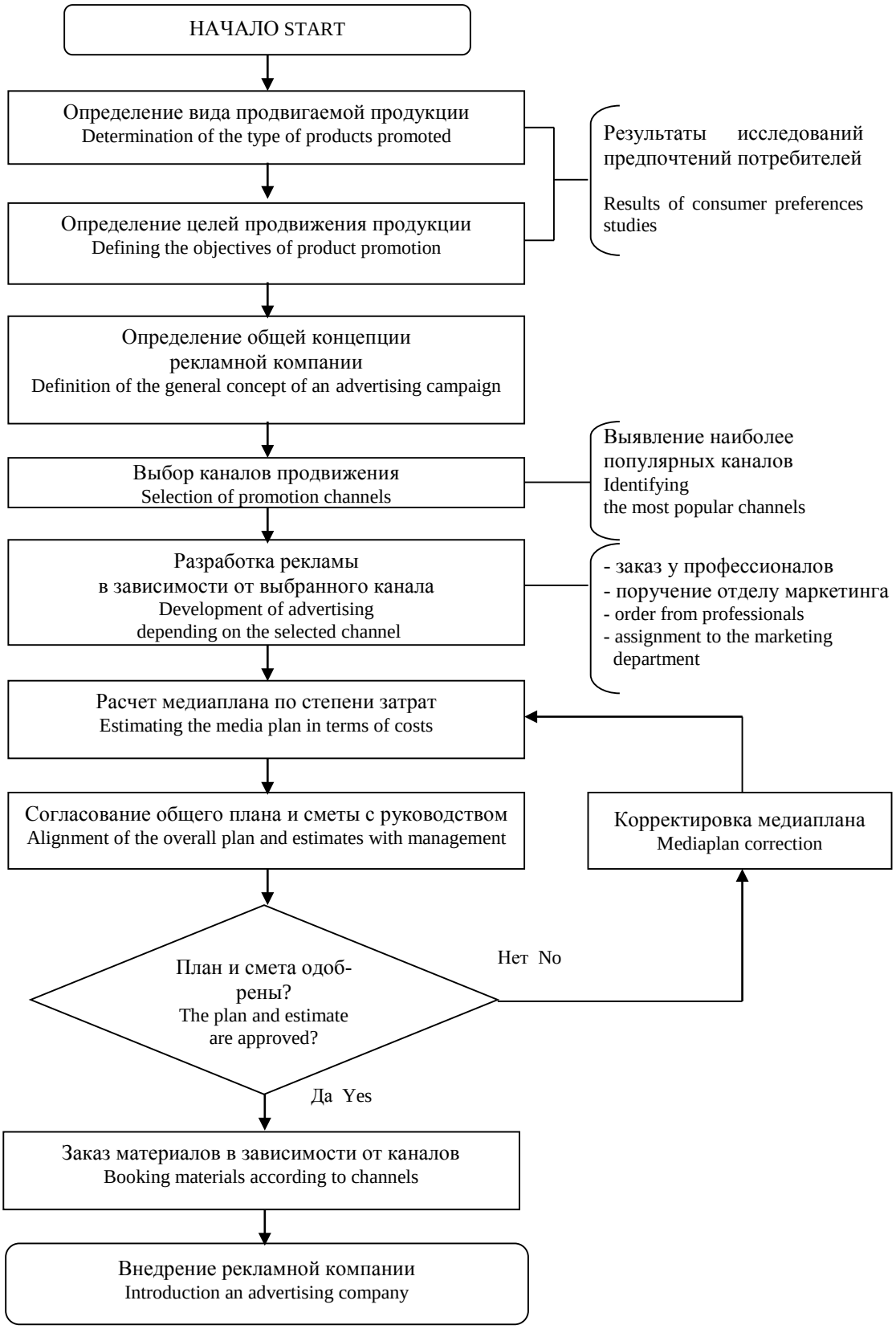


Рисунок 4. Алгоритм разработки и внедрения медиаплана

Figure 4. Logic of working out and implementing a media plan

Полученные расходы на рекламную компанию сравнивают с расчетной планируемой минимальной прибылью и должно составлять не более 1/10 его части. Для регламентирования разработки рекламной компании разработан алгоритм (рисунок 4), который был положен в основу основополагающего стандарта организации на проведения маркетинговых мероприятий. Данный документ по стандартизации, содержащий правила, нормативы и требования, позволит оптимизировать производственные процессы и повысить конкурентоспособность продукции предприятия.

ЛИТЕРАТУРА

1 Харлаева О.А., Марченко Т.И. Применение системного подхода к разработке маркетинговой стратегии предприятия и мероприятиям по ее реализации // Экономика и управление: новые вызовы и перспективы. 2014. № 6. С. 250–254.

2 Саликов Ю.А., Самогородская М.И. К вопросу оценки и анализа стоимости качества продукции предприятия // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2017. № 1. С. 315–325.

3 Головлева Е.Л. Развитие науки о маркетинге: исследования в рекламе // Вестник Орловского государственного университета. 2012. № 2. С. 56–58.

4 Иванов Л.А. Маркетинговый конвейер. Книга директора по маркетингу 2.0. URL: http://counseling.su/f/ivanov-l-marketingovyiyi-konveyier-a4.pdf.

5 Иванов Л.А. Промышленный маркетинг. URL: http://www.f-abp.ru/indm.php.

6 Богомолова И.П., Лоскутов С.А. Мониторинг современного состояния и тенденций развития предприятий хлебопекарной промышленности // Современная экономика: проблемы и решения. 2015. № 7 (67). С. 63–71.

7 Орловцева О.А., Алексеева М.И. Алгоритм проведения маркетинговых мероприятий на примере повышения конкурентоспособности сдобных изделий // Экономика и бизнес: теория и практика. 2017. № 7. С. 48–54.

8 Куприянова Е.С., Паутов А.Д. Креатив в телевизионной рекламе (на примере рекламы шоколадного батончика «SNICKERS») // Сборник всероссийской конференции «Маркетинг и правовое обеспечение в сфере физической культуры и спорта». Омск, 2014. С. 53–60.

9 Aaker D. A., Biel A. L. Brand Equity & Advertising: Advertising's Role in Building Strong Brands. URL: https://books.google.ru/books?hl=ru& lr=&id=mRbhAQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=advertising&ots=WZVrfmg22u&sig=G9kOZC23DR svQL-93H1txnpkhes&redir_esc=y#v=onepage&q= advertising&f=false.

10 de Mooij M.Global Marketing and Advertising: Understanding Cultural Paradoxes. URL: https://books.google.ru/books?hl=ru&lr=&id=YbGNAQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=advertising&ots=_CT-tOjhhD&sig=WeUH57nfk1doJ9fkBPlDYXNHPts&redir_esc=y#v=onepage&q=advertising&f=false.

Заключение

В ходе проделанного литературного обзора и маркетинговых исследований было выявлено, что каждый вид рекламы имеет свои достоинство и недостатки. Использование какого-нибудь из перечисленных видов – это большой шаг на пути к повышению конкурентоспособности конкретного вида продукции, но применение их совокупности в соответствии с разработанным медиапланом позволит не только достичь планируемого увеличения продаж, но и оптимизировать расходы.

11 Moriarty S., Mitchell N.D., Wells W.D., Crawford R. et al. Advertising: Principles and Practice. URL: https://books.google.ru/books?hl=ru&lr=&id=zr GaBQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=advertising&ots=cCvUzpUvW9&sig=nvdyL8F3x0N-WDgu03QtG c6XqG0&redir_esc=y#v=onepage&q=advertising&f=false.

12 Laroche M., Kirpalani V. H. , Pons F., Zhou L. A Model of Advertising Standardization in Multinational Corporations // Journal of International Business Studies. 2001. № 2. P. 249-266.

13 Wang X., Yang Z. Standardization or Adaptation in International Advertising Strategies: The Roles of Brand Personality and Country-Of-Origin Image // Asian Journal of Business Research. 2011. № 2. P. 25-36.

REFERENCES

1 Kharlayeva O.A., Marchenko T.I. Application of the system approach to the development of the marketing strategy of the enterprise and the measures for its implementation. *Ekonomika i upravlenie* [Economics and management: new challenges and prospects] 2014. no. 6. pp. 250–254. (in Russian)

2 Salikov Y.A., Samogorodskaya M.I. On the issue of valuation and analysis of the cost of quality products enterprise. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies] 2017. no. 1. pp. 315–325. (in Russian)

3 Golovleva E.L. Development of the science of marketing: research in advertising. *Vestnik Orlovskogo GU* [Proceedings of the Oryol State University] 2012. no. 2. pp. 56–58. (in Russian)

4 Ivanov L.A. Marketingovyi konveer [Marketing Conveyor. The book of the director on marketing 2.0.] Available at: http://counseling.su/f/ivanov-l-marketingovyiyi-konveyier-a4.pdf. (in Russian).

5 Ivanov L.A. Promyshlennyi marketing [Industrial marketing] Available at: http://www.f-abp.ru/indm.php. (in Russian)

6 Bogomolova I.P., Loskutov S.A. Monitoring of the current state and development trends of bakery enterprises. *Sovremennaya ekonomika* [Modern economy: problems and solutions] 2015. no. 7 (67). pp. 63–71. (in Russian)

7 Orlovtseva O.A., Alekseeva M.I. Algorithm of carrying out of marketing actions on an example of increase of competitiveness of good-bodied products. *Ekonomika i biznes* [The economy and business: the theory and practice] 2017. no. 7. pp. 48–54. (in Russian)

8 Kupriyanova E.S., Pautov A.D. Creative in TV commercials (on the example of advertising a chocolate bar «SNICKERS»). Marketing i pravovoe obespechenie v sfere

sporta [Collection of the All-Russian Conference «Marketing and legal support in the field of physical culture and sports»] Omsk, 2014. pp. 53–60. (in Russian)

9 Aaker D. A., Biel A. L. Brand Equity & Advertising: Advertising's Role in Building Strong Brands. Available at: https://books.google.ru/books?hl=ru& lr=&id=mRbhAQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=advertising&ots=WZVrfmg22u&sig=G9kOZC23DR svQL-93H1txnpkhes&redir_esc=y#v=onepage&q= advertising&f=false.

10 de Mooij M.Global Marketing and Advertising: Understanding Cultural Paradoxes. Available at: https://books.google.ru/books?hl=ru&lr=&id=YbGNAQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=advertising&ots=_CT-tOjhhD&sig=WeUH57nfk1doJ9fkBPlDYXNHPts&redir_esc=y#v=onepage&q=advertising&f=false.

11 Moriarty S., Mitchell N.D., Wells W.D., Crawford R. et al. Advertising: Principles and Practice. Available at: https://books.google.ru/books?hl=ru&lr=&id=zr GaBQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=advertising&ots=cCvUzpUvW9&sig=nvdyL8F3x0N-WDgu03QtG c6XqG0&redir_esc=y#v=onepage&q=advertising&f=false.

12 Laroche M., Kirpalani V. H. , Pons F., Zhou L. A Model of Advertising Standardization in Multinational Corporations. Journal of International Business Studies. 2001. no. 2. pp. 249-266.

13 Wang X., Yang Z. Standardization or Adaptation in International Advertising Strategies: The Roles of Brand Personality and Country-Of-Origin Image. Asian Journal of Business Research. 2011. no. 2. pp. 25-36.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

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

Марина И. Литвинова студент, кафедра управления качеством и машиностроительные технологии, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, marinamer780@mail.ru

Евгений В. Литвинов к.т.н., доцент, кафедра технической механики, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, zenlit@yandex.ru

Дарья К. Костина студент, кафедра машин и аппаратов пищевых производств, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, evgeniya.kostina.74@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Ольга А. Орловцева общее руководство работой, разработала примеры рекламы

Марина И. Литвинова обзор литературных источников по исследуемой проблеме, выполнила расчёты

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

Дарья К. Костина участвовала в разработке примеров рекламы

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 06.02.2018

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 28.02.2018

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Olga A. Orlovtseva Cand. Sci. (Econ.), associate professor, quality management and engineering technologies department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, starosta1981@inbox.ru

Marina I. Litvinova student, quality management and engineering technologies department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, marinamer780@mail.ru

Evgenii V. Litvinov Cand. Sci. (Econ.), associate professor, technical mechanics department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, zenlit@yandex.ru

Darya K. Kostina student, machines and devices of food production department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, evgeniya.kostina.74@mail.ru

CONTRIBUTION

Olga A. Orlovtseva general management of the work, working out the examples of advertising

Marina I. Litvinova review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

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

Darya K. Kostina participated in the working out the advertising examples

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 2.6.2018

ACCEPTED 2.28.2018

Оригинальная статья/Original article

УДК 330

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-364-368

Торговля как индикатор социального и экономического развития

Надежда А. Серебрякова [1] nad.serebryakova@mail.ru
Наталья В. Грищенко [2] 294394@mail.ru
Александр А. Ольховиков [3] alex.olhovikov@yandex.ru

[1] Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия
[2] Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова (Воронежский филиал), ул. Карла Маркса, 67а, г. Воронеж, 394030, Россия
[3] Белгородский университет кооперации, экономики и права, ул. Садовая, 116А, г. Белгород, 308023, Россия

Реферат. В современных условиях торговля в Российской Федерации стала важнейшим видом предпринимательства. Она, в силу ряда объективных и субъективных причин, является наиболее быстро развивающимся сектором национальной экономики, затрагивающим интересы всех субъектов рыночных отношений: населения, производителей товарной продукции, государства и самой торговли. В настоящее время во внутренней торговле Российской Федерации наметились существенные изменения, происходящие под влиянием усиливающейся напряженности на международном рынке, в экономике нашей страны и внутри самой торговой отрасли. Но несмотря на ухудшение общеэкономической ситуации в мире и напряженные отношения между Российской Федерацией и ее европейскими, американскими партнерами, последние статистические данные свидетельствуют о поступательной динамике оборота розничной торговли как в целом по стране, так и по Воронежской области. Оборот розничной торговли относится к числу важнейших показателей экономического и социального развития Воронежской области и страны в целом. Его структура и объем характеризуют уровень потребления товаров населением, рост или снижение благосостояния народа. Посредством розничной продажи оказывается постоянное воздействие на развитие объема и структуры производства товаров народного потребления. В данной статье дана оценка взаимосвязи развития экономики Воронежской области, как одного из среднестатистического региона нашей страны, ее торговли и уровня жизни воронежцев.

Ключевые слова: экономическое развитие, сектор национальной экономики, субъекты рыночных отношений, розничная торговля, оборот розничной торговли, макроструктура оборота розничной торговли

Trade as an indicator of social and economic development

Nadezhda A. Serebryakova [1] nad.serebryakova@mail.ru
Natal'ya V. Grishchenko [2] 294394@mail.ru
Aleksandr A. Olkhovikov [3] alex.olhovikov@yandex.ru

[1] Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia
[2] Russian Economic University. G.V. Plekhanov (Voronezh branch), Karl Marx, 67a, Voronezh, 394030, Russia
[3] Belgorod University of Cooperation, Economics and Law, Sadovaya str., 116A, Belgorod, 308023, Russia

Summary. In modern conditions of trade in the Russian Federation became the most important type of entrepreneurship. It is, in a number of objective and subjective reasons, is the most rapidly developing sector of the national economy, affecting the interests of all subjects of market relations: population, manufacturers of commercial products, government and trade. Currently in the internal trade of the Russian Federation there have been significant changes occurring under the influence of growing tensions on the international market, in the economy of our country and within the trading industry. But despite the deteriorating economic situation in the world and strained relations between the Russian Federation and its European and American partners, the latest statistics indicate the translational dynamics of retail trade turnover in the whole country, and in the Voronezh region. Retail trade turnover is among the most important indicators of economic and social development of the Voronezh region and the country as a whole. Its structure and volume characterize the level of consumption of goods population, the increase or decrease of welfare of the people. Through retail sales is a constant influence on the development of the volume and structure of production of consumer goods. This article assessed the relationship between the economic development of the Voronezh region as one of average of region of our country, its trade and standard of living of Voronezh.

Keywords: socio-economic development, sector of the national economy, the subjects of market relations, retail, retail trade turnover, the macrostructure of retail trade turnover

Введение

За последние десять лет существовавший миропорядок коренным образом изменился. Доминирование США в мировой политике и экономике стало спорным моментом при обсуждении этого вопроса аналитиками различных стран.

Если в начале двадцать первого века вклад американской экономики в мировой ВВП составлял более 40%, а правительство США без оглядки на мировое сообщество могло себе позволить вмешиваться во внутреннюю политику ряда стран, то в настоящее время данный однополярный миропорядок стал давать сбои.

Большинство экспертов и политологов настаивают на том, что санкционная политика стран западного альянса нацелена на сохранение их экономического доминирования в мировой экономике. Никто не отменял утверждения, что политика является концентрированным выражением экономики.

В свою очередь, уровень развития экономики страны и социального положения ее граждан

Для цитирования
Серебрякова Н.А., Грищенко Н.В., Ольховиков А.А. Торговля как индикатор социального и экономического развития // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 1. С. 364–368. doi:10.20914/2310-1202-2018-1-364-368

For citation
Serebrjakova N.A., Trade as an indicator of social and economic development. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 1. pp. 364–368. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-1-364-368

во многом, если не во всем, характеризует внешняя и внутренняя торговля, так как товарно-денежные отношения преобладают практически во всех странах мирового сообщества.

Основная часть

К сожалению, несмотря на декларирование необходимости структурной перестройки экономики Российской Федерации, ее внешняя торговля по-прежнему носит ярко выраженный сырьевой характер. Она существенным образом зависит от колебания мировых цен на сырье и спекулятивных махинаций на финансовых рынках. Данная ситуация оказывает негативное влияние на динамику российской экономики, и внутреннюю торговлю, как ее неотъемлемую часть (таблица 1).

В данной статье мы попытаемся оценить взаимосвязь развития экономики Воронежской области, как одного из среднестатистического региона нашей страны, ее торговли и уровня жизни воронежцев.

Таблица 1.

Динамика социально-экономических показателей Воронежской области за 2010–2016 года

Table 1.

Dynamics of socio-economic indicators Voronezh region 2010–2016

Показатели Indicators	Годы | Years							Динамика за период,%, или (+,–) The dynamics of the period,% or (+,–)
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
Дефицит (–), профицит (+) консолидированного бюджета, млрд руб. Deficit (–), proficit (+) consolidated budget, billion rubles.	-1,7	-2,2	-1,6	-8,7	13,1	-8,4	+1,0	–
Валовый региональный продукт, млрд руб. The gross regional product, billion rubles.	346,6	475,0	564,0	606,7	717,7	823,1	885,4	255,4
Среднедушевые денежные доходы населения, тыс. руб. Per capita cash income population, thous.	13,9	15,9	19,0	22,0	22,5	30,0	29,6	212,9
Среднемесячная номинальная заработная плата, тыс. руб. The average nominal wages, thous.	14,3	16,1	19,5	21,8	24,0	25,2	26,8	187,4
Коэффициент дифференциации доходов, в разах Ratio differentiation income, in times	14,7	14,6	14,8	15,5	15,5	15,4	15,0	+0,3 п.п.
Продукция сельского хозяйства, всего, млрд руб. Products agriculture, just, billion.	68,2	101,5	125,5	143,9	158,9	200,2	219,9	322,4
– в т. ч. животноводства – including livestock	35,2	40,6	52,3	51,6	58,3	70,1	72,9	207,1
Оборот розничной торговли, всего млрд руб. The turnover of retail trade only billion.	215,5	264,4	324,3	368,6	422,9	462,5	483,4	224,3
– в т. ч. доля в нем непродовольственных товаров, % – including share it non-food of goods, %	58,8	61,7	61,7	60,3	59,6	56,1	56,7	-2,1 п.п.
Доля реализации товаров на рынках, % The share of sales of goods at markets, %	9,6	9,3	7,4	6,9	6,9	7,0	7,4	-2,2 п.п.
ИПЦ CPI	1,079	1,041	1,073	1,071	1,120	1,136	1,055	1,733
Индекс цен на: – товары, в т. ч. Price index: – products, including	1,085	1,029	1,070	1,067	1,127	1,148	1,061	1,750
– продовольственные – food	1,124	1,001	1,094	1,088	1,166	1,143	1,058	1,888
– газ для индивидуальных потребителей – gas for individual consumers	1,168	1,095	1,150	1,150	1,041	1,075	1,022	1,934
– электроэнергию для индивидуальных потребителей – electricity for individual consumers	1,1	1,1	1,054	1,138	1,042	1,073	1,053	1,709

Рейтинговое агентство «РИА Рейтинг» выпустило бюллетень «Социально-экономическое положение регионов РФ – итоги 2016 года», в котором субъекты Федерации располагаются на местах с первого по 85 в соответствии со своими социально-экономическими показателями, имевшими место по итогам 2016 года. Для составления рейтинга эксперты агентства использовали данные Росстата, Минфина и Федерального казначейства. Согласно этим данным по ключевым позициям Воронежской области нет ни в первой десятке, ни даже в первой двадцатке.

Следует отметить, что в 2010 году губернатор Воронежской области Алексей Гордеев выступил с «Манифестом Воронежского лидерства», где подчеркивалось, что главная идея лидерства состоит в превращении нашего региона в центр индустрии знаний. В стратегии Воронежского лидерства, разработанной по распоряжению губернатора, подразумевалось, что наш край должен быть одним из первых по темпам роста социально-экономических показателей в России. Руководствуясь заявлениями губернатора, его команда рапортует, что основные социально-экономические показатели в регионе выше средних данных в целом РФ [2].

Так, по данным Департамента экономического развития Воронежской области наш регион за последние семь лет вошел в число наиболее динамично развивающихся. Кульминацией в этом отношении стал факт признания правительства Воронежской области самым эффективным региональным органом власти в стране по итогам 2015 года.

Как отмечают специалисты департамента, по объему экономики Воронежская область традиционно входит в тройку регионов-лидеров среди субъектов ЦФО (после Москвы и Московской области), а по итогам 2016 года вплотную приблизилась к двадцатке наиболее экономически развитых в стране. Объем валового регионального продукта (ВРП) увеличился с 346,6 млрд рублей в 2010 году до 885,4 млрд рублей в 2016 году, то есть в абсолютном выражении увеличился в 2,6 раза. По индексу физического объема ВРП Воронежская область в 2015 году заняла 33 место, улучшив позиции рейтинга 2010 года на 40 пунктов (в 2010 году – 73 место), по среднедушевым объемам ВРП – 32 место, улучшив позиции рейтинга 2010 года на 21 пункт (в 2010 году – 53 место).

Продолжено сокращение отставания величины заработной платы работников Воронежской области от заработной платы в целом по Российской Федерации. Так, если в 2010 году заработная плата в области отставала на 32% от средней по стране, то в 2016 году – на 27,2%.

По мнению работников Департамента экономического развития Воронежской области, в качестве торгового обслуживания населения достигнуты значительные положительные изменения.

По величине оборота розничной торговли Воронежская область занимает третье место в ЦФО (после Москвы и Московской области) и 14-е место в Российской Федерации (17-е – в 2015 году).

В 2016 году оборот розничной торговли составил 483,4 млрд рублей, что в сопоставимых ценах составило 96,6% к уровню 2015 года (по РФ – 94,4%, по ЦФО – 94,4%).

В макроструктуре оборота розничной торговли преобладали непродовольственные товары, их удельный вес составил 56,7%. Пищевых продуктов, включая напитки, и табачных изделий продано населению на 209,5 млрд рублей, непродовольственных товаров – на 273,9 млрд рублей, что в товарной массе по пищевым продуктам меньше уровня 2015 года на 0,5%, а по непродовольственной группе – на 5,3%.

Индикатором развития потребительского рынка является обеспеченность населения торговыми площадями. За последние 5 лет (2012–2016 гг.) обеспеченность населения площадью торговых объектов в регионе увеличилась на 14,5% (с 550 до 630 кв. м. на 1000 человек). По итогам 2016 года обеспеченность населения площадью торговых объектов превысила установленный норматив.

В последнее время в регионе прослеживается тенденция укрупнения предприятий розничной торговли. Развитие крупных и средних предприятий торговли, прежде всего, связано с развитием розничных торговых сетей. Доля оборота розничных торговых сетей в общем обороте розничной торговли Воронежской области увеличилась на 3,6%, составив 23,1% (в 2015 году – 22,3%).

На наш взгляд, итоги социально-экономического развития Воронежской области менее оптимистичны.

Во-первых, находясь по объему экономики на тридцать третьем месте в рейтинге социально-экономическое положение регионов РФ, а по среднедушевому размеру ВРП на душу населения на тридцать втором месте спорно утверждать о приближении к двадцатке наиболее экономически развитых регионов.

Во-вторых, несмотря на сокращение отставания размера заработной платы работников области от заработной платы в целом по РФ, она по-прежнему составляет лишь две трети от нее. К тому же, среднемесячная номинальная заработная плата, по данным таблицы, выросла

по региону за семь лет на 87% при росте ВРП за этот же период почти на 156%. Если учесть индекс потребительских цен (1,733), то прирост реальной заработной платы работников Воронежской области составил за семь 8,1%: (1,874/1,733), то есть чуть более одного процента в год [5].

И, в-третьих, более детально остановимся на оценке динамики оборота розничной торговли и качестве торгового обслуживания в Воронежской области.

Особенностью 2016 года на общероссийском и региональном уровнях явилось падение потребительской активности, обусловленное снижением индикаторов доходов населения, что не могло не отразиться на структуре использования денежных доходов. Если в 2010 году доля расходов на приобретение товаров и оплату услуг в денежных доходах населения области составляла 78,1%, то уже в 2014 году она составила 75,8%, то есть снизилась на 2,3 п.п. При этом доля обязательных платежей за этот же период выросла более чем в два раза (с 4,1% до 8,8%). В 2015–2016 годах тенденция продолжилась.

Но, несмотря на это, а также на ухудшение общеэкономической ситуации в мире, напряженные отношения между Российской Федерацией и ее европейскими, американскими партнерами, данные таблицы свидетельствуют о положительной динамике оборота розничной торговли по Воронежской области.

Объемы продажи товаров конечному потребителю за семь лет в действующих ценах по области выросли почти на 125%. При этом годовые темпы прироста оборота розничной торговли носят затухающий характер. Так, если в 2011–2012 годах они составляли более 20% в год, то в 2015, 2016 годах 9,4% и 4,5% соответственно. Динамика оборота розничной торговли в сопоставимых ценах выглядит намного хуже [6].

Инфляционные процессы, по мнению многих экспертов, с одной стороны, способствуют росту объема продаж за счет ажиотажного спроса, колебания валютного курса рубля, а с другой стороны, порождают неуверенность у россиян в завтрашнем дне, недоверие к экономическому курсу правительства.

В 2010–2013 годах рост цен на товары и услуги не превышал десяти процентов и систематически снижался, что вызывало оптимизм не только у покупателей, но и в экономическом сообществе в целом. В 2014 году, когда цены на товары выросли почти на 12%, ситуация изменилась коренным образом. Если в 2014 году по сравнению с 2013 годом наблюдалась положительная динамика оборота розничной торговли в сопоставимых ценах (101,8%), то уже в 2015 и 2016 годах физический объем продаж снизился на 4,7% и 1,5% соответственно.

Рост доли оборота розничных торговых сетей в общем обороте розничной торговли Воронежской области нельзя оценивать однозначно.

С одной стороны, качество обслуживания покупателей в торговых сетях выше, чем в небольших магазинах, мелкорозничной торговой сети или на рынках за счет использования современных форм обслуживания, более широкого ассортимента товаров. С другой стороны, снижается уровень конкуренции на рынке, что приводит к росту цен, что приводит к переориентации покупательских потоков. Если с 2010 года доля реализации товаров на рынках систематически снижалась, то в 2015 году она выросла на 0,1 процентных пункта, а в 2016 году – еще на 0,4 п.п. И при сохранении сложившейся тенденции в социально-экономическом развитии Воронежской области рост доли продаж на рынках, по нашему мнению, продолжится [4].

Динамику изменений в макроструктуре оборота розничной торговли Воронежской области, на наш взгляд, также нельзя назвать положительной [7–12].

Как свидетельствуют данные таблицы, в первые три года рассматриваемого периода доля реализации непродовольственных товаров в обороте розничной торговли Воронежской области выросла на 2,9 п.п., что свидетельствует о росте уровня благосостояния воронежцев. Начиная с 2013 года ситуация начинает меняться в худшую сторону. В 2016 году доля реализации непродовольственных товаров в обороте розничной торговли региона была ниже уровня данного показателя 2010 года на 2,1 п.п. это весьма негативный момент в структуре потребления товаров жителей Воронежской области.

Заключение

Сегодня сложно недооценить ту роль, которую играет торговля в экономике как Российской Федерации в целом, так и в экономиках отдельных регионов России. Оборот розничной торговли относится к числу важнейших показателей экономического и социального развития Воронежской области и страны в целом. Его структура и объем характеризуют уровень потребления товаров населением, рост или снижение благосостояния народа. Посредством розничной продажи оказывается постоянное воздействие на развитие объема и структуры производства товаров народного потребления. Как источник поступления денежных средств торговля способствует обеспечению финансовой стабильности регионов и создает условия для развития социальной сферы: здравоохранения, образования, культуры и спорта.

ЛИТЕРАТУРА

1 Воронежский статистический ежегодник. Воронеж: Воронежстат, 2016.

2 Грищенко Н.В., Ольховиков А.А. Тенденции развития розничной торговли Воронежской области // Экономика и предпринимательство. 2014. № 12–3 (55–3). С. 363–365.

3 Департамент экономического развития Воронежской области. Отчет о ходе реализации Стратегии социально-экономического развития Воронежской области в 2016 году. URL: econom.govvrn.ru

4 Серебрякова Н.А. Основные проблемы планирования инновационного развития хозяйственных систем // Экономика. Инновации. Управление качеством. 2014. № 4 (9). С. 115–117.

5 Сироткина Н.В., Лисовцева Л.Н., Воронцова И.Н., Гончаров А.Ю. Проблемы сбалансированного развития региона: теоретические и практические аспекты. Воронеж: ИПЦ «Научная книга», 2014. 219 с.

6 Serebryakova N.A., Semenenko S.V., Grishchenko N.V., Ulchenko T.Y. Competitive Potential of Trade Organization: Theoretical and Methodological Foundations of Formation and Realization // European Research Studies. 2016. V.19. №2. P.3-11.

7 Родионова Н.С., Дерканосова А.А. Анализ экономической эффективности инновационной технологии производства мучных кондитерских изделий для бортового питания // Вестник Воронежской государственной технологической академии. 2011. № 4. С. 58-60.

8 Дерканосова А.А., Коротаева А.А. Особенности российского рынка комбикормов и перспективы его развития // Экономика. Инновации. Управление качеством. 2013. № 3 (4). С. 107а-107б.

9 Woolcock M. et al. The place of social capital in understanding social and economic outcomes // Canadian journal of policy research. 2001. V. 2. №. 1. P. 11-17.

10 Vyas S., Kumaranayake L. Constructing socio-economic status indices: how to use principal components analysis // Health policy and planning. 2006. V. 21. №. 6. P. 459-468.

11 Narayan D. Bonds and bridges: social capital and poverty // Social capital and economic development: well-being in developing countries. Northampton, MA. Edward Elgar. 2002. P. 58-81.

12 Marmot M. et al. Closing the gap in a generation: health equity through action on the social determinants of health // The lancet. 2008. V. 372. №. 9650. P. 1661-1669.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Надежда А. Серебрякова д.э.н., профессор, кафедра теории экономики, товароведения и торговли, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, nad.serebryakova@mail.ru

Наталья В. Грищенко к.э.н., доцент, кафедра управления социально-экономическими системами и бизнес-процессами, Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова (Воронежский филиал), ул. Карла Маркса, 67а, г. Воронеж, 394030, Россия, 294394@mail.ru

Александр А. Ольховиков к.э.н., доцент, кафедра экономики, Белгородский университет кооперации, экономики и права, ул. Садовая, 116А, г. Белгород, 308023, Россия, alex.olhovikov@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 12.12.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 31.01.2018

REFERENCES

1 Voronezhskii statisticheskii ezhegodnik [Voronezh Statistical Yearbook] Voronezh, Voronezhstat, 2016. (in Russian)

2 Grishchenko N.V., Olkhovikov A.A. Tendencies of development of retail trade in the Voronezh Region. *Ekonomika i predprinimatel'stvo* [Economics and Entrepreneurship] 2014. no. 12-3 (55-3). pp. 363-365. (in Russian)

3 Departament ekonomicheskogo razvitiya VO [Department of Economic Development of the Voronezh Region. Report on the implementation of the Strategy for Social and Economic Development of the Voronezh Region in 2016] Available at: econom.govvrn.ru (in Russian)

4 Serebryakova N.A. The main problems of planning the innovative development of economic systems. *EIU* [Economics. Innovation. Quality control] 2014. no. 4 (9). pp. 115-117. (in Russian)

5 Sirotkina N.V., Lisovtseva L.N., Vorontsova I.N., Goncharov A.Yu. Problemy sbalansirovannogo razvitiya [Problems of balanced development of the region: theoretical and practical aspects. Voronezh: The Scientific Book "Scientific Book"] 2014. 219 p. (in Russian)

6 Serebryakova N.A., Semenenko S.V., Grishchenko N.V., Ulchenko T.Y. Competitive Potential of Trade Organization: Theoretical and Methodological Foundations of Formation and Realization. European Research Studies. 2016. vol.19. no. 2. pp. 3-11.

7 Rodionova N.S., Derkanosova A.A. Analysis of the economic efficiency of the innovative technology for the production of flour confectionery products for on-board nutrition. *Vestnik VGTA* [Proceedings of Voronezh State Technological Academy] 2011. no. 4. pp. 58-60. (in Russian)

8 Derkanosova A.A., Korotaeva A.A. Peculiarities of the Russian mixed fodder market and its development prospects. *EIU* [Economics. Innovation. Quality control] 2013. no. 3 (4). pp. 107a-107b.

9 Woolcock M. et al. The place of social capital in understanding social and economic outcomes. Canadian journal of policy research. 2001. vol. 2. no. 1. pp. 11-17.

10 Vyas S., Kumaranayake L. Constructing socio-economic status indices: how to use principal components analysis. Health policy and planning. 2006. vol. 21. no. 6. pp. 459-468.

11 Narayan D. Bonds and bridges: social capital and poverty. Social capital and economic development: well-being in developing countries. Northampton, MA. Edward Elgar. 2002. pp. 58-81.

12 Marmot M. et al. Closing the gap in a generation: health equity through action on the social determinants of health.The lancet. 2008. vol. 372. no. 9650. pp. 1661-1669

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Nadezhda A. Serebryakova Dr. Sci. (Econ.), professor, theory of economics, commodity research and trade department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, nad.serebryakova@mail.ru

Natal'ya V. Grishchenko Cand. Sci. (Econ.), associate professor, Management of Social and Economic Systems and Business Processes department, Russian Economic University. G.V. Plekhanov (Voronezh branch), Karl Marx, 67a, Voronezh, 394030, Russia, 294394@mail.ru

Aleksandr A. Olkhovikov Cand. Sci. (Econ.), associate professor, economics department, Belgorod University of Cooperation, Economics and Law, Sadovaya str., 116A, Belgorod, 308023, Russia, alex.olhovikov@yandex.ru

CONTRIBUTION

All authors equally took part in writing the manuscript and are responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 12.12.2017

ACCEPTED 1.31.2018

Оригинальная статья/Original article

УДК 338.2

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-369-378

Детерминанты антикоррупционной деятельности на региональном уровне

Татьяна И. Овчинникова [1] mih.goz@gmail.com
Галина В. Беляева [1] bgv@vsuet.ru
Елена Ю. Колесникова [1] elenakoles@yandex.ru
Ольга Ю. Коломыцева [1] olgakolom@yandex.ru

[1] Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Реферат. В статье исследовано понятие коррупции, определяемое как препятствие для экономического и социального развития, создаваемое представителями властных структур страны, региона, предприятия, ослабляющее эффективность хозяйствования и институциональный фундамент общества. Антикоррупционная деятельность представлена в статье как условия, созданные государством и гарантирующие недопущение нанесения хозяйству страны непоправимого ущерба от внутренних и внешних экономических угроз. Исследованы оценочные характеристики антикоррупционной деятельности регионов и страны в целом, освещаемые, как правило, в отечественных первоисточниках и у зарубежных авторов. Статистическая оценка взаимосвязи между уровнем коррупции и показателями: динамика роста ВРП, индексом реальных доходов населения, затрат на обучение, здравоохранение произведена на основе коэффициента корреляции Пирсона. На основании корреляционного анализа были выявлены устойчивые связи между уровнем коррупционности и социально-экономическими индикаторами развития региона: рост уровня коррупционности, связанный с увеличением затрат населения на образование и медицину; уменьшение уровня коррупционности в результате увеличения доходов населения и повышения заработной платы. Представлены последствия коррупции: правовые (неразработанность законодательной базы, предполагающая подкуп властных лиц, рост коррупционной направленности в обществе, увеличение коррупционных преступлений, неразработанность нормативно-правовой базы), социальные (нарушение морали, низкая общественная оценка деятельности властных структур, низкий уровень культуры и воспитания), экономические (необъективность финансовых, инвестиционных решений, незаконное распределение имущественных и неимущественных благ, невозможность конкурировать с развитыми странами) и другие.

Ключевые слова: коррупция, антикоррупционная деятельность, последствия коррупции, конкурентоспособность, конкуренция, антикоррупционная программа

Determinants of anti-corruption activities at the regional level

Tatiana I. Ovchinnikova [1] mih.goz@gmail.com
Galina V. Belyaeva [1] bgv@vsuet.ru
Elena Yu. Kolesnikova [1] elenakoles@yandex.ru
Olga Yu. Kolomytseva [1] olgakolom@yandex.ru

[1] Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Summary.The article explores the concept of corruption, defined as an obstacle to economic and social development, created by representatives of the power structures of the country, region, enterprise, weakening the efficiency of management and the institutional foundation of society. Anticorruption activity is presented in the article as conditions created by the state and ensuring that the country's economy is not irreparably damaged by internal and external economic threats. The estimated characteristics of the anti-corruption activities of the regions and the country as a whole, as a rule, are studied in the domestic sources and among foreign authors. Statistical evaluation of the relationship between the level of corruption and indicators: the dynamics of GRP growth, the index of real incomes of the population, the costs of training, health care is made on the basis of the coefficient Pearson correlation. Based on the correlation analysis, stable links were established between the level of corruption and the socio-economic indicators of the region's development: an increase in the level of corruption associated with an increase in the population's spending on education and medicine; a reduction in the level of corruption, as a result of increased incomes of the population and higher wages. The consequences of corruption are presented: legal (the undeveloped legislative base, which involves bribery of powerful people, the growth of corruption in the society, the increase in corruption crimes, the inefficiency of the regulatory framework), social (moral violation, low public evaluation of the activities of power structures, low level of culture and upbringing) , economic (bias financial, investment decisions, illegal distribution of property and non-property benefits, the impossibility of competitors Vat with developed countries) and others.

Keywords:corruption, anti-corruption activity, consequences of corruption, competitiveness, competition, anti-corruption program

Введение

Ученые рассматривают антикоррупционные действия как«создаваемые государством условия, гарантирующие недопущение нанесения хозяйству страны непоправимого ущерба от внутренних и внешних экономических угроз» [1]». Антикоррупционные детерминанты необходимо направлять на сбалансирование хозяйственных механизмов функционирования и адаптации к рыночным условиям страны, обоснованных ценностными установками, поведением представителей разных уровней власти и рыночных структур. Коррупция – это следствие хозяйственных, социальных, правовых, культурных,

Для цитирования

Овчинникова Т.И., Беляева Г.В., Колесникова Е.Ю., Коломыцева О.Ю. Детерминанты антикоррупционной деятельности на региональном уровне // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 1. С. 369–378. doi:10.20914/2310-1202-2018-1-369-378

For citation

Ovchinnikova T.I., Beljaeva G.V., Kolesnikova E.Ju., Kolomyceva O.Ju. Determinants of anti-corruption activities at the regional level. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 1. pp. 369–378. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-1-369-378

информационных и т. д.проблем страны и общества, поэтому антикоррупционная детерминация выступает в качестве не столько дополнительных обоснований мер социально-экономической программы регионов, но осевой составляющей, охватывающей как прямые, так и косвенные ее элементы, причем в плане их координации для эффективности всех усилий. Системные детерминанты антикоррупционной деятельности включают не только оптимизацию работы государственного механизма в рыночных условиях, но и изменение установок, ценностей и стереотипов поведения чиновников и остальных граждан в ситуациях, где возможны нарушения хозяйственного эффективного механизма.

Коррупция нами рассматривается как препятствие для экономического и социального развития, создаваемое представителями властных структур страны, региона, предприятия в целях личного обогащения, ослабляющая институциональное и социально-экономическое действие законов, правил и традиций общества. Именно поэтому исследование зависимости между разными сторонами экономической и социальной жизни региона и уровнем коррумпированности, а также выявление детерминант коррупции является актуальным.

Основная часть

Нравственное понимание антикоррупционной деятельности представляется с позиций ценностных ориентаций и одобрения различных явлений социально-экономической действительности; философы и моралисты рассматривают коррупцию как нарушение морали и устанавливают с помощью общественной оценки соответствие или несоответствие поступков властных структур общественным требованиям.

Точка зрения ученых-экономистов и менеджеров на коррупцию рассматривает это понятие как негативную оценку социально-экономической деятельности, затрудняющую конкурентоспособность, эффективность предприятий и региона, предполагая: наведение порядка в хозяйственной деятельности, реализацию контрактных прав, а также прав собственников и акционеров посредством открытости экономики, расширение предпринимательских возможностей в области защиты своих коммерческих интересов, снижение теневой зоны экономики, расширение современных электронных средств расчета, облегчающих верификацию и контроль современных форм отчетности (рисунок Рисунок1).



Рисунок1. Разнофакторные последствия коррупции
Figure1. The multifactorial consequences of corruption

Проблема коррупции объясняется недостаточным уровнем развития экономической культуры, ситуацией в обществе, недостаточностью и неразвитостью потенциала и ресурсов, что обуславливает корыстный выбор владельцев и руководителей при принятии управленческих решений или собственной выгодой. Поэтому важна нормативная законодательная база, объективно учитываемая при принятии управленческих решений. Приведем в доказательство высказывание автора «Основ анализа финансовой, хозяйственной и инвестиционной деятельности предприятий», который считает, что «для практического применения в Российской Федерации опыта анализа, оценки и регулирования различных сторон деятельности региона, принятия финансовых и инвестиционных решений, включая проведение рейтинга компаний и финансовых вложений,

составления бизнес-плана и других документов, необходимых для привлечения инвесторов, организации функционирования акционерных обществ и других правовых форм деятельности частных предприятий, необходимо создание и совершенствование нормативно-методической базы».

На правовом уровне (государства и регионов) принимаются антикоррупционные законы, создаются антикоррупционные программы и органы деятельности регионов и страны в целом. Так, антикоррупционные законы федерального и регионального уровней представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Антикоррупционные федеральные и региональные законы

Table 1.

Anti-corruption federal and regional laws

Уровень принятия закона: (федеральный или региональный) Level of adoption of the law: (federal or regional)	Номер и название закона Number and title of law
Федеральный закон The Federal Law	«О противодействии коррупции» № 273-ФЗот 25.12.2008 г. "On Counteracting Corruption" No. 273 FZ of December 25, 2008
Федеральный закон The Federal Law	«О государственной гражданской службе российской федерации» № 79-ФЗ от 27.07.2004 г. "On State Civil Service of the Russian Federation" No. 79 FZ of July 27, 2004.
Закон Воронежской области Voronezh Region Law	«О профилактике коррупции в Воронежской области» "On Prevention of Corruption in the Voronezh Region" No. 43 OZ dated 12.05.2009 № 43-ОЗ от 12.05.2009 г.
Закон Воронежской области Voronezh Region Law	«О государственной гражданской службе Воронежской области» № 29-ОЗ от 30.05.2005 г. "On the Civil Service of the Voronezh Region" No. 29 OZ of 30.05.2005.
Закон Воронежской области Voronezh Region Law	«О государственных должностях Воронежской области» № 133-ОЗ от 11.11.2009 г."On Public Positions of the Voronezh Region" No. 133 OZ of 11.11.2009.
Закон Воронежской области Voronezh Region Law	«О муниципальной службе в Воронежской области» № 175-ОЗ от 28.12.2007 г. "On Municipal Service in the Voronezh Region" No. 175 OZ dated 28.12.2007.

Однако до сих пор сфера государственного и регионального регулирования планируется и функционирует с учетом коррупционной составляющей. В свете рационального развития общества антикоррупционная деятельность должна происходить в условиях взаимодействия правовых и экономических факторов.

На правовом (законодательном) уровне под коррупцией понимаются «не предусмотренное законом принятие имущественных и неимущественных благ и преимуществ лицами, уполномоченными на выполнение государственных функций, или лицами, приравненным к ним» [3, 11-14]. Использование статуса, подкуп должностных лиц, их противоправные действия путем незаконного предоставления им различных привилегий. Правонарушения, связанные с коррупцией, влекут дисциплинарную, гражданско-правовую, административную или уголовную ответственность.

Однако важным в борьбе с коррупцией являются ее экономические последствия: невозможность конкурировать с передовыми странами, отсутствие иностранных инвестиций, а отсюда и невозможность развиваться в техническом и технологическом плане, отставание страны в инновационной активной деятельности, влекущие снижение эффективности государственных реформ и т. д.

Антикоррупционная деятельность включает прямые юридические и экономические механизмы, отраженные в таблице 2.

Таблица 2.

Антикоррупционные прямые механизмы в экономической и правовой сферах

Table 2.

Anti-corruption direct mechanisms in the economic and legal spheres

Название механизма Name of the mechanism	Его содержание Its content
1	2
Преследование коррупционеров Persecution of corrupt officials	Законодательные меры преследования дающих и берущих взятки или нарушающих общественный порядок в целях личного обогащения Legislative measures to prosecute those who give and take bribes or violate public order for personal enrichment
Разумное распределение сфер государственного присутствия в экономике, которые «сужают» сферу коррупции Reasonable distribution of spheres of state presence in the economy, which "narrow" the sphere of corruption	Наведение порядка в сфере государственных финансов; принятие реальных бюджетов; ликвидация ситуации дефицита бюджетных средств, в которой возможно личное обогащение чиновников Establishment of order in the sphere of public finances; adoption of real budgets; liquidation of the situation of budget deficit, in which personal enrichment of officials is possible

Продолжение табл. 2

1	2
Объективная реализация контрактных прав, прав собственников и акционеров Objective implementation of contractual rights, rights of owners and shareholders	Информационная прозрачность тендеров; Правовая возможность аппелирования предпринимателей к закону; Защита коммерческих прав и интересов Information transparency of tenders; Legal possibility of appealing entrepreneurs to the law; Protection of commercial rights and interests
Совершенствование налогового законодательства Improvement of tax legislation	Сокращение «теневой» сферы экономики; Правовая защита предпринимателей от налоговых служб Reduction of the "shadow" sphere of the economy; Legal protection of entrepreneurs from tax services
Расширение современных электронных средств расчета, внедрение современных формотчетности Expansion of modern electronic means of calculation, introduction of modern reporting forms	При таких механизмах хозяйственной деятельности ограничены возможности низовой коррупции With such mechanisms of economic activity, the possibilities of grassroots corruption are limited
Коммерциализация части социальных услуг Commercialization of part of social services	Внедрение в этой сфере конкуренции; расширение практики применения современных методов осуществления социальных выплат с помощью электронных средств безналичного оборота Introduction of competition in this sphere; expansion of the practice of applying modern methods of social payments by electronic means of non-cash turnover
Расширение сферы действия институтов гражданского общества Expanding the scope of civil society institutions	Общественный контроль расходования ресурсов; делегирование решения части социальных задач институтам гражданского общества Public control over the expenditure of resources; delegation of a part of social tasks to the institutions of civil society
Совершенствование судебной системы Improvement of the judicial system	Усовершенствование образовательной системы подготовки и отбора кадров; внедрение в работу судебных органов принципа открытости информации и ее надежность; формирование эффективного местного самоуправления с привлечением жителей региона Improvement of the educational system of training and selection of personnel; the introduction into the work of the judiciary of the principle of openness of information and its reliability; formation of effective local self-government with the involvement of the inhabitants of the region

На региональном уровне коррупция проникла в государственное финансирование региональных реформ и распределение денежных средств, т. е. коррупционные процессы проникли во взаимоотношения власти и бизнеса, они влияют на процессы реализации экономических проектов.

Оценочные характеристики антикоррупционной деятельности регионов и страны в целом, исследуемые, как правило, в отечественных первоисточниках и у зарубежных авторов, приведены в таблице 3.

Таблица 3.

Оценочные характеристики, способствующие антикоррупционному развитию регионов

Table 3.

Evaluation characteristics that contribute to anti-corruption development of regions

Подходы к оценке региональной деятельности Approaches to the evaluation of regional activities	Факторы, критерии, модели и другие характеристики Factors, criteria, models and other characteristics
1	2
Всесторонний анализ и оценочная деятельность регионов Comprehensive analysis and assessment activity of regions [4]	Производственные, финансовые, организационные, маркетинговые, инновационные и другие характеристики предприятий, функционирующих в регионе Production, financial, organizational, marketing, innovation and other characteristics of enterprises operating in the region
Оценка и анализ финансового управления с точки зрения инвестиционной привлекательности Evaluation and analysis of financial management in terms of investment attractiveness [5]	Финансовые и инвестиционные факторы: уровень финансового развития региона, уровень инвестиционной привлекательности региона Financial and investment factors: the level of financial development of the region, the level of investment attractiveness of the region
Социальные оценки и организационный анализ Social assessments and organizational analysis [6]	Социальные факторы: доходы на душу населения, уровень безработицы, минимальная заработная плата Social factors: income per capita, unemployment rate, minimum wage

Продолжение табл. 3

1	2
Процессы эволюционного формирования прав или привычек принятия креативных решений Processes of evolutionary formation of rules and habits of making creative decisions [7]	Масштаб и сложность информации, когнитивные ограничения, коммуникации, обучение, неопределенность, оптимизация выбора организационных структур The scale and complexity of information, cognitive limitations, communication, training, uncertainty, optimization of the choice of organizational structures
Контроль за поддержанием баланса организаций региона со средой Monitoring the maintenance of the balance of organizations in the region with the environment [7]	Выделяются два типа оценочных моделей: – контролирующие состояние организаций в соответствии с динамикой внешней среды (структурно-ситуационная и естественно-селекционная модели); – активно воздействующие факторы на состояние окружения (теория ресурсной зависимости) There are two types of evaluation models: - controlling the state of organizations in accordance with the dynamics of the external environment (structural-situational and natural-selection models); - actively influencing factors on the state of the environment (the theory of resource dependence)
Общественная природа региональной экономики The social nature of the regional economy [8]	Факторы усложнения технологий, информационных потоков, инноваций, изменения структур компаний региона Factors of complexity of technologies, information flows, innovations, changes in the structure of companies in the region
Теория ресурсной зависимости или стратегической концепции управления регионом Theory of resource dependence or the strategic concept of regional management [9]	Факторы целевого окружения региона: адаптирование среды к глобальным переменам, факторы формирования его конкурентных хозяйствующих структур посредством диверсификации промышленности, технико-технических качественных изменений, слияния предприятий и передела их собственности, способствующий приращению финансовой и производственной мощи за счет активов, находящихся за границей региона, развитие транснациональных корпораций, поддерживающих национальный интерес не только региона, но и страны в целом, внедрение новых знаний в производственный и управленческий процессы производств, находящихся в области, развитие уровня качества жизни населения Factors of the target environment of the region: adaptation of the environment to global changes, factors of formation of its competitive economic structures through industry diversification, technical and technical qualitative changes, mergers of enterprises and redistribution of their property, contributing to the increase of financial and production power at the expense of assets located abroad; transnational corporations that support the national interest not only of the region, but also of the country as a whole, the introduction of new knowledge into production dstvenny and management of production processes that are in the area, the level of quality of life development

Они проявляются через такие опосредованные показатели как валовой национальный (региональный) продукт, количество предприятий рыночной ориентации, наличием социальных учреждений в стране и регионе и т. д.; их снижение свидетельствует о неэффективной экономике региона, одним их факторов которой является коррупционная составляющая.

Для определения коррупции на региональном уровне существуют статистические методы исследования. В качестве примера рассмотрим анализ взаимоотношений бизнеса и власти с учетом коррупционной составляющей в Воронежской области.

Так, статистическая оценка взаимосвязи между уровнем коррупции и показателями: динамика роста ВРП, индексом реальных доходов населения, затрат на обучение, здравоохранение была произведена на основе коэффициента корреляции Пирсона [10] (таблица 4).

Таблица 4.

Корреляция социально-экономических показателей Воронежской области и индекса коррупционности

Table 4.

Correlation of social and economic indicators of the Voronezh region and corruption index

Показатель Indicator	Коэффициент корреляции Пирсона Pearson correlation coefficient	Статистическая значимость Statistical significance	Количество наблюдений (N) Number of observations
1	2	3	4
Темпы роста ВРП (% к предыдущему году) Growth rates of GRP (% of the previous year)	-0,88(**)	0,000	8
Индекс реальных доходов населения (% к предыдущему году) The index of real incomes of the population (% of the previous year)	-0,83(**)	0,002	8

Продолжение табл. 4

1	2	3	4
Индекс затрат населения на образование Population Education Expenditure Index	0,91(**)	0,002	8
Индекс затрат населения на здравоохранение Population Expenditure Index for Health Care	0,83 (**)	0,002	8
Уровень безработицы по методологии МОТ (%) Unemployment rate by ILO methodology (%)	-0,01	0,031	8
Доля социальных трансфертов в ВРП (%) Share of social transfers in GRP (%)	-0,57	0,083	8
Индекс реальной среднемесячной заработной платы (%, декабрь к декабрю предыдущего года) The index of real average monthly wages (%, December to December of the previous year)	-0,92(**)	0,000	8
Индекс производительности труда в промышленности (%, к предыдущему году) Labor productivity index in industry (%, to the previous year)	-0,81(**)	0,057	8

* Рассчитано по статистическим данным; ** Корреляция существенная (p < 0,01)
* Calculated from statistical data; ** Correlation is significant (p <0.01)

Статистическая оценка плотности взаимосвязи между показателями получена на основе коэффициента корреляции Пирсона. Установлено, что наиболее существенная корреляционная зависимость наблюдается между индексом коррупционности и индексом затрат на обучение молодежи, динамикой ВРП (Воронежской области), индексом реальных доходов населения и заработной платой, производительностью труда, затрат населения области на здравоохранение.

В значительно меньшей степени эта зависимость проявляется в соотношении индекса коррупции и социальных трансфертов. Коррупционная составляющая в социальных расходах в ВРП Воронежской области (-0,57) свидетельствует либо о недостаточных статистических данных, либо о более или менее рациональном их использовании.

Между индексами реальных доходов населения, реальной заработной платой и индексом коррупционности обнаружена взаимосвязь: коэффициенты корреляции соответственно равны -0,83 и -0,92. Отрицательная величина указывает на обратный характер связи, то есть с повышением уровня реальной заработной платы населения и его доходов уменьшается коррупционная составляющая.

Установлена связь между индексом коррупционности и динамикой ВРП (коэффициент корреляции Пирсона равен -0,88); знак «минус» указывает на обратную связь, то есть рост ВРП уменьшает индекс коррупционности.

Анализ данных о росте производительности труда в промышленности региона подтверждает достаточно тесную обратную связь с показателем индекса коррупционности(коэффициент корреляции Пирсона равен-0,81), то есть повышение производительности труда ведет к снижению уровня коррупционности.

Итак, корреляционный анализ установил степень связи между отдельными показателями социально-экономического развития Воронежской области и индексом коррупционности. На основании корреляционного анализа были выявлены устойчивые связи между уровнем коррупционности и социально-экономическими индикаторами развития региона: рост уровня коррупционности, связанный с увеличением затрат населения на образование и медицину; уменьшение уровня коррупционности в результате увеличения доходов населения и повышения заработной платы.

Эффективным показателем антикоррупционной деятельности может быть показатель конкурентоспособности. Быстрый и устойчивый рост предприятий, регионов и страны может быть только тогда, когда производится конкурентоспособная продукция. Конкурентоспособным должно быть у нас все – товары и услуги, технологии и идеи, бизнес и само государство, частные компании и государственные институты, предприниматели и государственные служащие, студенты, профессора, наука и культура.

Нормой в современном мире является жесткая конкуренция. И потому способность конкурировать, готовность вести борьбу за ресурсы определяют ситуацию внутри страны и вес России в международных делах.

В целях достижения высокого уровня конкурентоспособности необходимо соответствие 12 контрольных показателей международным требованиям, одним из которых является уровень коррупции, а остальные показатели так или иначе связаны с ним, как показано выше (рисунок Рисунок2).

Фактически детально исследуется бизнес-климат страны или региона, основываясь на факторы, указанные на рисунке Рисунок2, обнаруживая негативные стороны экономического развития. Относительное изменение рейтинга коррупционности РФ за последние годы показывает лишь незначительное улучшение страны по индексу конкурентоспособности.



Рисунок2. Требования, определяющие конкурентоспособность страны

Figure2. Requirements determining the country's competitiveness

По данным международной неправительственной организации«Transparency International» в 2015 г. Россия по уровню восприятия коррупции была на 143 месте (индекс 2,4 балла по десятибалльной системе), в 2016 г. –на 154 месте (индекс 2,1 балла, чем выше балл, тем выше коррупция среди чиновников). Количество зарегистрированных преступлений (по данным ГУ МВД РФ) коррупционной направленности в 2016 г.выросло: 32455 в 2015 г., 32924 в 2016 г., количество экономических преступлений сократилось в 2015 г. -112445, в 2016 г. – 108754, причем по тем же данным, высокие показатели в стране по показателю «удельный вес коррупционной направленности» в Приволжском (23,7%) и Центральном Федеральном округе (19,5), к которому относится Воронежская область.

Фактические и экспертные данные (из-за закрытости информации о коррупционной составляющей в Воронежской области мы полагаемся на ответы экспертов, показывающих высокий уровень коррупции в регионе) свидетельствуют о необходимости усовершенствования Программы антикоррупционной деятельности, включающей не только совокупность мер государственно-правового регулирования деятельности хозяйствующих субъектов (администрации региона, его предприятий, корпораций, предпринимателей и т. д.), но и развитие методов своевременного определения коррупции и отдельных ее аспектов, относящихся не только к властным структурам, задействованным в организации производств, распределении и реализации товаров и услуг, но и на уровне предприятий, отделов, отдельных менеджеров (рисунок 3).

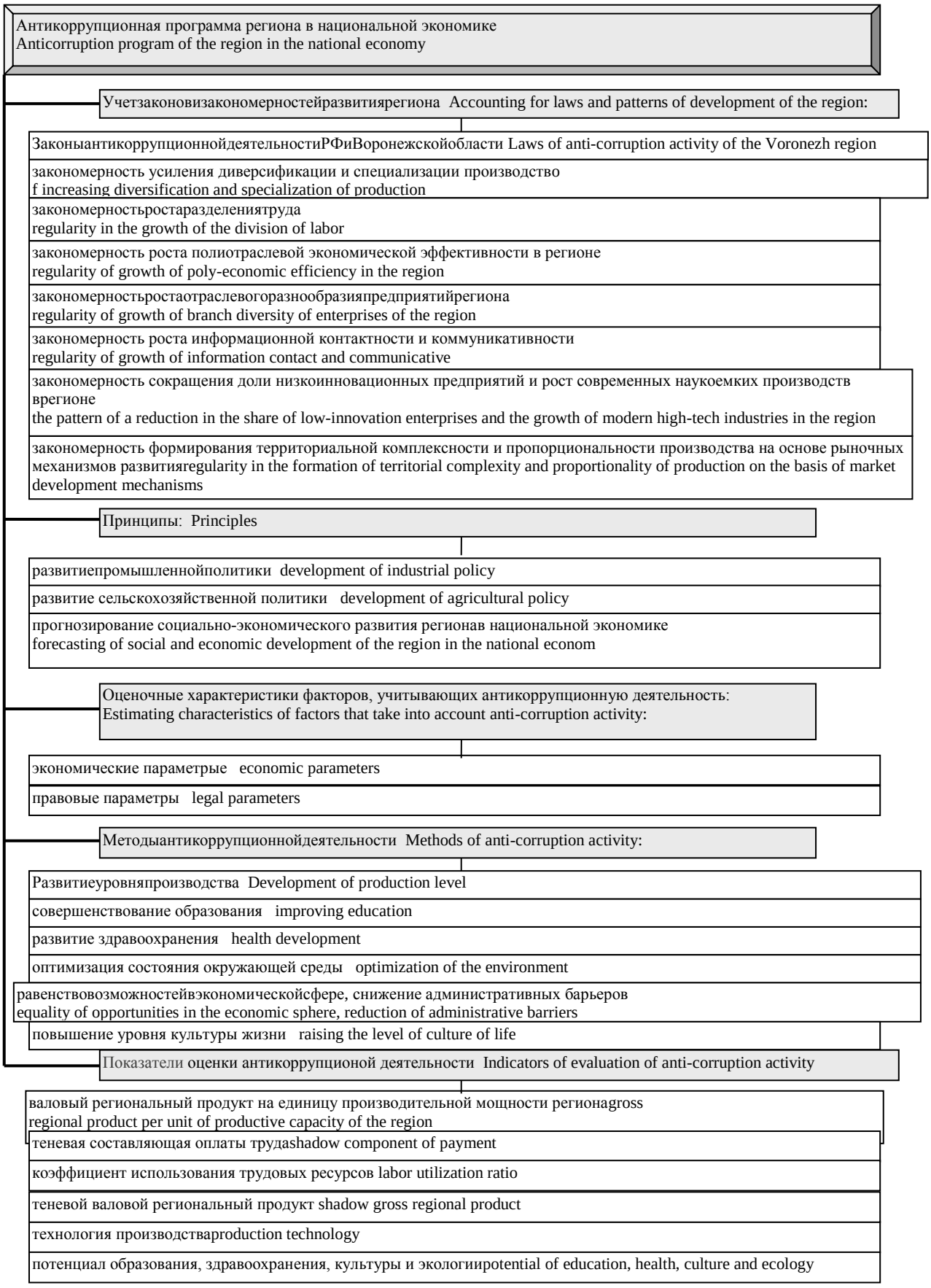


Рисунок 3. Программа антикоррупционной деятельности с учетом принципов и методов развития региона

Figure 3. Anti-corruption program taking into account the principles and methods of development of the region

Программа, предлагаемая нами, учитывает не только законы антикоррупционной деятельности, но и законы социально-экономического развития региона, принципы развития промышленности и сельского хозяйства, а также методическую базу, опосредованную аналитической, оценочной деятельностью Воронежской области, а также прямые и косвенные методы определения результатов антикоррупционной деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

1 Шеремет А.Д., Сайфулин Р.С. Финансы предприятий. М.: ИНФРА-М, 1999. 343 с.

2 Преображенский Б.Г., Зеленская С.Г., Елизаров Д.Э. Экономико-математическая модель рынка средств защиты информации // Регион: системы, экономика, управление. 2012. № 4(19). С. 164–171.

3 Степашин С.В., Шульц В.Л. Вопросы безопасности в системе государственного и муниципального управления. Ч. 1. Общие принципы и геополитические аспекты безопасности РФ. СПб.: СПб ГТУ, 1994. 180 с.

4 Падалкин В.Ю., Воронцова Е.И. Анализ конкурентоспособности интегрированной структуры на основе механизма бенчмаркинга // Сб. статей VIII Международной научно-практической конференции «Место и роль России в мировом хозяйстве». – Воронежский государственный университет инженерных технологий. Воронеж: ВГУИТ, 2013. С. 157–161;

5 Овчинникова Т.И. Исследование конкурентоспособности предприятий на основе DEA-метода (на примере предприятий молочной промышленности Воронежской области) // Практический маркетинг. 2009. № 4(146). С. 20–27.

6 Ильин А.И. Планирование на предприятии: учеб. пособие М.: Новое знание, 2005. 656 с.

7 Штефан В.И. Методы усиления конкурентоспособных позиций в разработке стратегии предприятия // Энергия XXI век. 2007. № 1(63). С. 117–122.

8 Чайковская Л.Н., Дуванова Ю.Н., Пасынкова О.М. Исследование мотивов создания интегрированных промышленных образований // Экономика и предпринимательство. 2015. № 5–2 (58–2). С. 851–853.

9 Коломыцева О.Ю., Колесникова Е.Ю. Процедуры параметрической оценки экономической безопасности промышленного предприятия // Экономика и предпринимательство. 2014. № 12–2 (53–2). С. 756–758.

10 Дуванова Ю.Н., Пасынкова О.М. Применение новых подходов к оценке кредитного риска в России // Экономика. Инновации. Управление качеством. 2015. № 4 (13). С. 61–62.

11 Del Monte A., Papagni E. The determinants of corruption in Italy: Regional panel data analysis // European Journal of Political Economy. 2007. V. 23. №. 2. P. 379-396.

12 Кальченко О.А. Модель устойчивого социально-экономического развития народного хозяйства // Вестник ВГУИТ. 2016. № 3. С. 389-394. doi: 10.20914/2310-1202-2016-3-389-394

13 Cole M. A., Elliott R. J. R., Zhang J. Corruption, governance and FDI location in China: A province-level analysis // The Journal of Development Studies. 2009. V. 45. №. 9. P. 1494-1512.

Выводы

Детерминантами антикоррупционной деятельности являются причинно-следственные взаимодействия законов развития общества и экономики, оценочной деятельности властных структур и производств, а также исследования факторов, критериев, моделей эффективно функционирующих регионов и предприятий.

14 Sol D. A. The institutional, economic and social determinants of local government transparency // Journal of Economic Policy Reform. 2013. V. 16. №. 1. P. 90-107.

15 Bertot J. C., Jaeger P. T., Grimes J. M. Using ICTs to create a culture of transparency: E-government and social media as openness and anti-corruption tools for societies // Government information quarterly. 2010. V. 27. №. 3. P. 264-271.

REFERENCES

1 Sheremet A.D., Sayfulin R.S. Finansy pedpriyatii [Finances of enterprises] Moscow, INFRA-M. 1999. 343 p. (in Russian)

2 Preobrazhensky BG, Zelenskaya SG, Elizarov DE Economic-mathematical model of the information security market. *Region*. [Region: Systems, Economics, Management] 2012. no. 4(19). pp. 164–171. (in Russian)

3 Stepashin S.V., Shultz V.L. Voprosy bezopasnosti v sisteme gosudarstvennogo uprevleniya [Security issues in the system of state and municipal management. Part 1. General principles and geopolitical aspects of the security of the Russian Federation] Saint-Petersburg, SPb GTU, 1994. 180 p. (in Russian)

4 Padalkin V. Yu., Vorontsova E.I. The analysis of the competitiveness of the integrated structure based on the benchmarking mechanism. Mesto I rol' Rossii v mirovom khozyaistve [Sb. articles of the VIII International Scientific and Practical Conference "Place and role of Russia in the world economy"] Voronezh, VGUIT, 2013. pp. 157–161 (in Russian)

5 Ovchinnikova T.I. The study of the competitiveness of enterprises based on the DEA-method (on the example of enterprises of the dairy industry of the Voronezh region). *Prakticheskii marketing* [Practical marketing] 2009. no. 4 (146). pp. 20–27. (in Russian)

6 Il'in A.I. Planirovanie na predpriyatii [Planning in the Enterprise] Moscow, New knowledge, 2005. 656 p. (in Russian)

7 Stefan, VI Methods of strengthening competitive positions in the development of enterprise strategy. *Energiya XXI vek* [Energy XXI century] 2007. no. 1 (63). pp. 117–122. (in Russian)

8 Chaikovskaya LN, Duvanova Yu. N., Pasynkova OM. Investigation of motives for the creation of integrated industrial entities. *Ekonomika I predprinimatel'stvo* [Economics and Entrepreneurship] 2015. no. 5–2(58–2). pp. 851–853. (in Russian)

9 Kolomytseva O. Yu., Kolesnikova E. Yu. Procedures for parametric estimation of economic security of an industrial enterprise. *Ekonomika I predprinimatel'stvo* [Economics and Entrepreneurship] 2014. no. 12–2(53–2). pp. 756–758. (in Russian)

10 Duvanova Yu.N., Pasynkova OM. Application of new approaches to the assessment of credit risk in Russia. *EIU* [Economics. Innovation. Quality control] 2015. no. 4 (13). pp. 61–62. (in Russian)

11 Del Monte A., Papagni E. The determinants of corruption in Italy: Regional panel data analysis. European Journal of Political Economy. 2007. vol. 23. no. 2. pp. 379-396.

12 Kalchenko O.A. The model of sustainable socio-economic development of the national economy. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies]. 2016. no. 3. pp. 389-394. (in Russian) doi:10.20914/2310-1202-2016-3-389-394

13 Cole M. A., Elliott R. J. R., Zhang J. Corruption, governance and FDI location in China: A province-level analysis. The Journal of Development Studies. 2009. vol. 45. no. 9. pp. 1494-1512.

14 Sol D. A. The institutional, economic and social determinants of local government transparency. Journal of Economic Policy Reform. 2013. vol. 16. no. 1. pp. 90-107.

15 Bertot J. C., Jaeger P. T., Grimes J. M. Using ICTs to create a culture of transparency: E-government and social media as openness and anti-corruption tools for societies. Government information quarterly. 2010. vol. 27. no. 3. pp. 264-271.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Татьяна И. Овчинникова д.э.н., профессор, кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, mih.goz@gmail.com

Галина В. Беляева д.э.н., профессор, кафедра теории экономики и учетной политики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, bgv@vsuet.ru

Елена Ю. Колесникова к.э.н., доцент, кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, elenakoles@yandex.ru

Ольга Ю. Коломыцева к.э.н., доцент, кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, olgakolom@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 29.01.2018
ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 28.02.2018

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Tatiana I. Ovchinnikova Dr. Sci. (Econ.), professor, economic security and financial monitoring department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, mih.goz@gmail.com

Galina V. Belyaeva Dr. Sci. (Econ.), professor, economics and accounting policy department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, bgv@vsuet.ru

Elena Yu. Kolesnikova Cand. Sci. (Econ.), associate professor, economic security and financial monitoring department, Voronezh state university of engineering technologies), Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, elenakoles@yandex.ru

Olga Yu. Kolomytseva Cand. Sci. (Econ.), associate professor, economic security and financial monitoring department, Voronezh state university of engineering technologies), Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, olgakolom@yandex.ru

CONTRIBUTION

all authors equally participated in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 1.29.2018
ACCEPTED 2.28.2018

Оригинальная статья/Original article

УДК 330

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-379-384

Особенности оценки рисков с позиции поведенческой экономики

Ирина А. Киселева [1] kia1962@list.ru
Николай Е. Симонович [2] nsimoni@mail.ru
Екатерина В. Асмолова [3] vgta-fspo@yandex.ru
Юрий А. Шаповалов meatech@yandex.ru

1 Российский экономический Университет имени Г.В. Плеханова, Стремянный пер., 36, г. Москва, Россия
2 Российский Государственный Гуманитарный Университет, Миусская пл., 6, г. Москва, Россия
3 Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Реферат. **Тема**. Статья посвящена актуальной теме современности – управлению рисками с точки зрения поведенческой экономики. Поскольку отечественная теория управления рисками находится в стадии формирования, то проблема четкого всестороннего определения понятия «риски» приобретает в настоящее время особую актуальность. **Цели.** Изучение механизма управления рисками в экономике с позиции психологии. **Задачи.** Рассмотреть основные понятия риск-менеджмента; изучить его составляющие в предпринимательской деятельности; отразить систему и принципы управления риском. **Методология.** В качестве методов при выполнении работы выступали методы познания, ретроспективного и документального анализа, а также синтез, обобщения, систематизация. **Результаты.** Исследованы когнитивные и психофизические факторы, определяющие ценность выбора в условиях риска, предложенные израильскими учеными Даниелем Канеманом и Амосом Тверски, которые способствовали фундаментальному прорыву в понимании человеческого поведения в условиях неопределенности и создавшие экономическую теорию перспектив. **Область применения.** Управление рисками с позиции экономической психологии. **Выводы.** Психологические основы принятия решений в рисковых ситуациях играют фундаментальную роль. В риске всегда есть некая субъективная величина, зависящая от индивидуальной субъективной оценки вероятности. Установлен тот факт, что в большинстве случаев индивидуумы не склонны к риску, и как правило, равное изменение выгод и потерь имеет неравное значения для субъекта, так потери при прочих равных условиях переживаются лицом, принимающим решение, с большими эмоциональными затратами. Между динамикой уровня риска и динамикой доходности существует прямая зависимость, а именно: чем выше средняя доходность конкретной операции, тем выше связанный с нею риск. Уровень угроз на рынке сегодня выше уровня потенциальной прибыли.

Ключевые слова: риск, оценка риска, неопределенность, положение человека, принятие решений

Features of risks assessment from the position of the behavioral economy

Irina A. Kiseleva [1] kia1962@list.ru
Nikolai E. Simonovich [2] nsimoni@mail.ru
Ekaterina V. Asmolova [3] vgta-fspo@yandex.ru
Yurii A. Shapovalov meatech@yandex.ru

1 Plekhanov Russian University of economics, Stremyanny alley, 36, Moscow, Russia
2 Russian State Humanitarian University, Miusskaya sq., 6, Moscow, Russia
3 Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Summary.**Subject.** The article is devoted to the actual topic of modernity – risk management in terms of behavioral economics. Since the domestic theory of risk management is under development, the problem of a clear comprehensive definition of "risk" becomes now of particular relevance. **Goals.** The study of the mechanism of risk management in the economy from the perspective of psychology. **Tasks.** Review the main concepts of risk management; to study its components in business; reflect the system and principles of risk management. **Methodology.** Methods of cognition, retrospective and documentary analysis, as well as synthesis, generalization, systematization were used as methods for performing the work. **Results**. The cognitive and psychophysical factors that determine the value of choice under risk conditions, proposed by Israeli scientists Daniel Kahneman and Amos Tversky, which contributed to a fundamental breakthrough in the understanding of human behavior under uncertainty and created an economic theory of prospects, were studied. **Application area.** Risk management from the perspective of economic psychology. **Conclusions.** The psychological foundations of decision-making in risky situations play a fundamental role. In the risk there is always a certain subjective value, depending on the individual subjective assessment of probability. It is established that in most cases individuals are not prone to risk, and as a rule, an equal change in benefits and losses has unequal value for the subject, so losses, other things being equal, are experienced by the person making the decision, with great emotional costs. There is a direct relationship between the dynamics of the level of risk and the dynamics of profitability, namely: the higher the average profitability of a particular operation, the higher the risk associated with it. The level of threats in the market today is higher than the level of potential profit.

Keywords:risk, risk assessment, uncertainty, human position, decision-making

Для цитирования

Киселева И.А., Симонович Н.Е. Особенности оценки рисков с позиции поведенческой экономики // Вестник ВГУИТ.2018. Т. 80. № 1. С. 379–384. doi:10.20914/2310-1202-2018-1-379-384

For citation

Kiseleva I.A., Simonovich N.E. Features of risks assessment from the position of the behavioral economy. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 1. pp. 379–384. (inRussian). doi:10.20914/2310-1202-2018-1-379-384

Введение

Одним из основных видов деятельности, характерным для живых существ, является процесс принятия ими решений. Так, главной задачей для поведенческих и социальных наук стала попытка понять и объяснить поведение лиц, принимающих решения (ЛПР). Действительно, многие науки непосредственно имеют дело с решениями, принимаемыми покупателями, менеджерами, государственными деятелями и др. В процессе принятия решений встают как нормативные, так и описательные задачи. Так, нормативный анализ обычно используют, когда ведется исследование природы рационального поведения и логики в процессе принятия решений. Его противоположностью является описательный анализ, рассматривающий убеждения и предпочтения людей такими, какие они есть в действительности, а не какими они должны быть. Имеет место конфликт между этими двумя видами анализа, что оказывает сильное влияние на результаты исследований природы решений и выбора.

Когда ведется анализ принятия решений, как правило, различают вероятностный выбор и выбор, сделанный при отсутствии риска. Очень распространенным примером решения, принимаемого в условиях риска, является принятие решения участвовать в играх на деньги (лотерея), где будут получаться результаты с определенными соответствующими вероятностями.

В настоящей статье будут освещены когнитивные и психофизические факторы, определяющие ценность выбора в условиях риска, предложенные двумя израильскими психологами-исследователями Даниелем Канеманом и Амосом Тверски, которые способствовали фундаментальному прорыву в понимании человеческого поведения в условиях неопределенности и создавшие экономическую теорию под названием «Теория Перспектив» [1, 2].

Выбор в условиях риска

Зачастую, при принятии решения, ЛПР сталкивается со сложностью, связанной с неопределенностью и риском. Человек, к сожалению, не может сделать предсказание с высокой точностью и предсказать погоду на завтра, результаты лечения сложной болезни или стоимость ценной бумаги в продолжительной перспективе. Следовательно, нужно принять решения без достоверного знания о результатах процессов. Поэтому процесс изучения принятия решений сосредоточен на анализе выбора между сравнительно простыми игровыми ситуациями с заданными вероятностями выигрышей – в надежде, что при анализе этих несложных задач будут выявлены общие теоретические подходы к оценке риска и ценности.

В психологии под риском понимается риск – вероятность потерь при действиях, сопряженных с опасностями [3, с. 22]. Соответственно нерискованное действие (решение) – более спокойное, не связанное с угрозой неудачи, поражения, кажущееся более надежным и безопасным.

Даниел Канеман и Амос Тверски представили подход к анализу выбора в условиях риска, выводящий множество гипотез из психофизического анализа ценности и вероятности [4].

Сам психофизический подход при анализе принятия решений восходит к уникальному эссе Даниэля Бернулли, которое было опубликовано в 1738 году. В нем великий математик делает попытку объяснить, почему люди не склонны к риску и от чего непринятие риска снижается с увеличением богатства [5].

Он приводит следующую задачу: рассматривается выбор между предложением, где игрок выигрывает 1 000 монет с вероятностью 85% (соответственно с вероятностью 15% не выигрывает ничего), и альтернативой, где игрок получает 800 монет безусловно.

Оказалось, что большинство людей предпочитает уверенность игре, хотя она имеет более высокий ожидаемый результат (математическое ожидание = 0.85 • 1 000 + 0.15 • 0 = 850) который превосходит гарантированный результат в 800 монет.

Таким образом, делается вывод о предпочтении гарантированного выигрыша, что служит примером проявления несклонности к риску.

В общем случае мы будем понимать под несклонностью к риску – предпочтение гарантированного результата участию в игре с большим или равным выигрышем, а под склонностью к риску будем понимать отказ от гарантированного результата в пользу игры с равным или меньшим ожидаемым выигрышем [6, 7].

Бернулли сделал вывод, что людям свойственно оценивать возможные исходы игры не на основе ожидаемого денежного результата, а на основе ожидаемой субъективной ценности этих результатов. При этом субъективная ценность игры все так же является средневзвешенной вероятностной величиной. Также был сделан вывод о том, что чтобы объяснить несклонность к риску, можно рассматривать субъективную ценность, как вогнутую функцию денежного дохода, при этом для такой функции различие полезностей между 200 и 100 монетами больше, чем разница полезностей между 1 200 и 1 100 монетами.

Если мы объединим функции ценности для выигрышей и потерь, то получим S-образную функцию, которая приведена на рисунке 1.

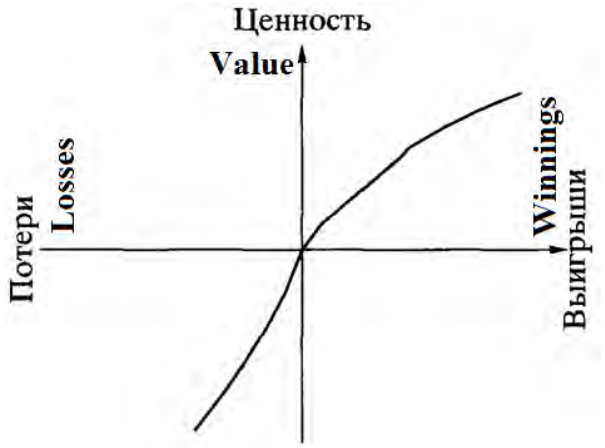


Рисунок 1. Гипотетическая функция ценности
Figure1. Hypothetical function of value

Функция ценности, изображенная на рисунке 1, обладает следующими свойствами: (а) – определена в области выигрышей и потерь; (б) – вогнута в области выигрышей и выпукла в области потерь; (в) – функция значительно более крутая для потерь, чем для выигрышей.

Последнее качество (в), называется «несклонностью к риску». Оно несет следующее экономическое содержание: потеря X долл. более нежелательна для ЛПР, чем выигрыш X долл.

Сегодня, предположение о том, что ЛПР не склонны к риску играет центральную роль в экономической теории. При этом из анализа функции ценности вытекает ряд важных свойств, о которых необходимо помнить. Так, если мы находимся в области выигрышей, мы имеем вогнутую функцию ценности, которая отражает несклонность к рисковым операциям, обратно, если мы находимся в области потерь, мы имеем выпуклую функцию ценности, которая отражает склонность ЛПР к рисковым операциям [8, с. 22].

В основе классического понимания процесса принятия решений лежат идеи фон Неймана и Моргенштерна, которые устанавливают поведение рационально действующего индивида в процессе принятия им решения. [9; 10]. Среди этих идей или аксиом, можно выделить принцип транзитивности, при котором если 1 вариант предпочитается 2 варианту и 2 вариант предпочитается 3 варианту, то 1 вариант предпочтительнее 3 варианта. Другим важным принципом является замещение, при котором если 1 вариант предпочитается 2 варианту, то при прочих равных условиях 1 и 3 варианты предпочтительнее 2 и 3 вариантов.

Также, когда исследуется рациональное поведение, используются два принципа: инвариантности и доминирования. В основе доминирования лежит условие, что если ожидание 1 варианта, не хуже или равно ожиданию 2 варианта, и лучше ожидания 2 варианта, как минимум в одном аспекте, то 1 вариант предпочитается 2 варианту. Если мы рассматриваем принцип инвариантности, то тут следует помнить, что он требует независимости порядка предпочтения между вариантами от способов их описания. Однако необходимо заметить, что последний принцип зачастую не может быть выполнен, что подрывает фундамент классического понимания рационального процесса принятия решений.

Рамочные (фреймовые) эффекты при оценке результатов

В результате влияния неопределенности на результат, мы всегда имеем некоторое количество возможных вариантов с соответствующими им вероятностями. Тем не менее, полученные результаты можно описать как выгоды или потери. Инвариантность предполагает, что изменение описания результатов не будет влиять на порядок их предпочтений [11, 12]. Далее будет показано на примерах, как инвариантность может быть нарушена.

Условные обозначения: N – число респондентов, (%) – процент опрошенных, выбравших этот вариант.

Пример 1 (N = 152 респондента):

В некотором государстве предполагается вспышка болезни, при этом ожидается, что в результате эпидемия убьет 600 человек. Предлагаются 2 альтернативные программы по предотвращению последствий эпидемии. Пусть существуют следующие точные оценки последствий предложенных программ:

1. Если будет проведена 1 программа, то будут спасены 200 человек (72%).

2. Если будет проведена 2 программа, то вероятность спасти всех жителей составит 33.3%, а вероятность, что не выживет никто, составит 66.6% (28%).

В нашем примере ставится проблема, состоящая в том, что при вспышке эпидемии могут погибнуть 600 человек. При этом, как и ожидалось, результатом предпочтений явился выбор респондентами варианта, гарантированно сохраняющего 200 жизней, а не 600, но с вероятностью 0,33.

Пример 2 (N = 155) :

1. Если принять программу 3, то умрет 400 человек (22%)

2. Если принять программу 4, то никто не погибнет с вероятностью 0,33, и с вероятностью 0,67 умрут 600 человек (78%).

Величины 3-его и 4-ого вариантов 2-ого примера совпадают с величинами 1-ого и 2-ого вариантов 1-ого примера. При этом предполагается, что во втором случае есть вероятность спасти 600 человек. Данный пример показывает, что люди имеют большую склонность к риску во втором примере, в сравнении с первым.

Так, предположение об инвариантности является несостоятельным, это признают как опытные респонденты, так и новички. К тому же она не исключена, даже когда респондентам дается возможность отвечать на оба вопроса, представленных в первом и втором примерах одновременно. При этом респонденты зачастую сами озадачены, когда сравнивают собственные противоречивые ответы. И даже после осознания формулировок проблем, они также, как и прежде, проявляют несклонность к риску, когда речь идет о спасении жизней, и при этом проявляют склонность к риску, при угрозах потери жизней.

Приведем несколько примеров, демонстрирующих противоречивые аксиомы доминирования рационального выбора.

Пример 3 (N = 150) :

Необходимо принять сразу два решения. Рассмотрим каждое из них.

Решение 1.

A. существует гарантированный выигрыш в размере 250 $ (84%)

B. существует 25% вероятность получить 1 000 $ и 75% вероятность не получить ничего (16%)

Решение 2.

C. существует гарантированная потеря в размере 750 $ (13%)

D. существует 75% вероятность потерять 1 000 $ и 25% вероятность не потерять ничего (87%)

Как видно из результатов данного примера, совпадающих с логикой предыдущих рассуждений, большинство опрошенных демонстрируют несклонность к риску в первом решении в пользу выигрыша, который гарантирован при любом исходе, при этом даже большее число опрошенных демонстрировали склонность к риску во втором решении, когда была предложена альтернатива, предусматривающая гарантированные потери. В результате опроса 73% опрошенных выбирали совместно исходы A и D, в то время как одновременно выбирали исходы B и C лишь 3% респондентов.

Данные результаты приводят в недоумение. Инвариантность является необходимой, при этом она интуитивно отвергается, что было доказано эмпирически. ДаниелКанеман и Амос Тверски предположили, что существуют два пути, способных преодолеть сложившееся противоречие. Первый вариант предполагает разработку некой стандартной процедуры для трансформации эквивалентных версий некой проблемы в одну стандартную форму. При этом высказывается такое пожелание, как: рассматривать проблемы принятия решений в терминах стоимости, а не со стороны выигрышей и потерь [13–15].

Вторым вариантом, элиминирующим противоречие принципа инвариантности может служить оценка исходов в страховых показателях, а не психологических последствий. Но необходимо помнить, что данный критерий подойдет скорее для измерения человеческих жизней, но совершенно не адекватен для задач, к примеру, рационального поведения в вопросах финансов. При этом мы не можем ожидать сохранности инвариантности фреймов, при том, что уверенность в конкретном выборе совсем не гарантирует такого же выбора при измененных условиях [16–18]. Поэтому, для измерения силы предпочтений рекомендуется предумышленное изменение фреймов в повторяющихся ситуациях.

Психофизика возможностей

Предположим, что установлена ценность статуса-кво, равная нулю. Допустим, что существует денежный приз в размере 300 $ и присвоим этому призу ценность в размере единицы. Допустим, что мы получаем лотерейный билет, при наличии нашего единственного приза. При этом ценность результатов такова, что она распределена между 0 и 1, где она равна нулю, при отсутствии шанса на выигрыш, и 1, когда выигрыш приза – гарантирован.

Предполагаем, что ценность лотерейного билета есть нелинейная функция от вероятности выигрыша. При том, что изменение с 0% до 5% имеет больший эффект, чем изменение с 30% до 35%, которое само по себе меньше, чем повышение с 95% до 100%. Данная гипотеза иллюстрируется при помощи кривой на рис. 2, график которой показывает удельный вес события как функцию от его численно фиксированной вероятности.

Особенность рисунка 2 состоит в том, что сам вес решений находится в регрессионной зависимости от вероятности решений за исключением окрестностей конечных точек, при том, что изменение вероятности на 0,05 изменит ценность проекта менее, чем на 5%.

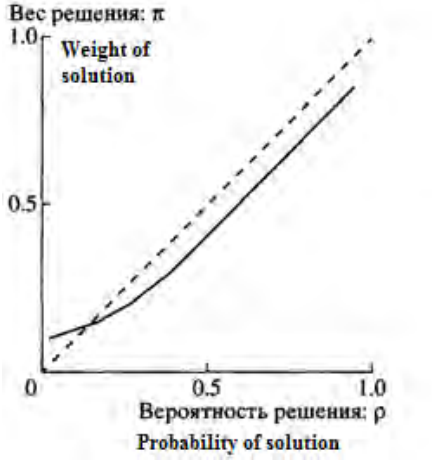


Рисунок 2. Гипотетическая весовая функция

Figure 2. Hypothetical weight function

Рисунок 2 показывает, что почти на всей области определения функции вес решений менее соответствующих им вероятностей. При этом наблюдается переоценка людьми высоких и средних значений вероятностей в сравнении с результатом, который гарантирован, которая ведет к проявлению несклонности к риску при испытаниях с положительным исходом, и которая снижает их привлекательность [19, с. 24]. Стоит обратить внимание на значения вероятности, являющиеся низкими. Им соответствуют большие коэффициенты, при том, что наблюдается эффект, при котором невероятно малые вероятности переоцениваются, или игнорируются, влияя на веса и делая систему принятия решений нестабильной.

Когда малые значения вероятностей приобретают большой вес, происходит усиление непринятия малой вероятности большой потери, откуда следует, что при маловероятных выигрышах, люди будут чаще склонны к риску, и будут проявлять несклонность к нему при маловероятных потерях [20, - 22]. Так, изложенное понимание весовых характеристик способствует объяснению привлекательности лотерейных билетов и др.

Заключение

Психологические основы принятия решений в рисковых ситуациях играют фундаментальную роль. Доказано, что в риске всегда есть некая субъективная величина, зависящая от индивидуальной субъективной оценки вероятности.

Большое влияние на распределение субъективной вероятности играют фреймы и опыт ЛПР, пережитый им ранее. А также установлен тот факт, что в большинстве случаев индивидуумы не склонны к риску, и как правило, равное изменение выгод и потерь имеет неравное значения для субъекта, так потери при прочих равных условиях переживаются ЛПР с большими эмоциональными затратами, их сила больше, чем сила изменения таких же выгод в большую сторону.

ЛИТЕРАТУРА

1 Kahneman D., Tversky A. Prospect Theory: An Analysis of Decision Under Risk. Econometrica, 1979.

2 Tversky A., Kahneman D. Advances in prospect theory: cumulative representation of uncertainty // Journal of Risk and Uncertainty. 1992.

3 Ильин Е.П. Психология риска. М: Питер, 2012. 156 с.

4 Канеман Д. Думай медленно… Решай быстро. М.: АСТ, 2014. 427 с.

5 Bernoulli D. Specimen theoriae novae de mensurasortis // Commentarii academiae imperialis petropolitanae. 1738. V. 5. P. 175–192.

6 Автономов В.С. Человек в зеркале экономической теории: (Очерки истории зап.экон. мысли). М.: Наука, 1993. 175 с.

7 Козелецкий Ю. Психологическая теория решений. М.: Прогресс, 1979. 504 с.

8 Киселева И.А., Симонович Н.Е. Оценка рисков с учетом влияния человеческого фактора // Экономический анализ: теория и практика. 2014. № 2 (353). С. 21–27.

9 Фон Нейман Дж., Моргенштерн О. Теория игр и экономическое поведение. М.: Наука, 1970. 708 с.

10 Вяткин В.Н., Гамза В.А., Маевский Ф.В. Риск-менеджмент. М: Юрайт, 2015. 352 с.

11 Черешкин Д.С. Управление рисками и безопасностью. М.: Издательская группа URSS, 2010. 200 с.

12 Акаев А.А. и др. Проекты и риски будущего: концепции, модели, инструменты, прогнозы. М.: Издательская группа URSS, 2011. 432 с.

13 Covello V.T., Mumpower J. Risk Analysis and Risk Management: An Historical Perspective // Risk Analysis. 1985. V. 5. № 2. P. 103–120.

14 Эрроу К. Восприятие риска в психологии и экономической науке // THESIS. 1994. № 5. С. 81–90.

15 Рингланд Д. Будущее как неизведанное пространство: интеграция форсайта в принятие стратегических решений // Форсайт. 2013. Т. 7. № 4. С. 60–69.

16 Саритас О. Технологии совершенствования человека: перспективы и вызовы // Форсайт. 2013. Т. 7. № 1. С. 6–13.

17 Дубров А.М., Лагоша Б.А., Хрусталёв Е.Ю. Моделирование рисковых ситуаций в экономике и бизнесе. М.: Финансы и статистика, 2003. 222 с.

18 Тутова Н.А. Каждый из видов риска необходимо держать под жестким контролем // Банковские технологии. 2013. № 04. С. 30.

19 Киселева И.А., Симонович Н.Е. Принятие решений в условиях риска: психологические аспекты // Финансовая аналитика: проблемы и решения. 2014. № 18. С. 23–29.

20 Альгин А.П. Грани экономического риска. М.: Знание, 1991. 187 с.

21 Vaugham E.J. Risk management. N.Y.: Wiley, 1997. 255 с.

22 Мистров Л.Е., Дерканосова А.А. Методы информационного воздействия при синтезе стратегий управления конкурентоустойчивостью социально-экономических организаций // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2013. № 4 (58). С. 282-288.

REFERENCES

1 Kahneman D., Tversky A. Prospect Theory: An Analysis of Decision Under Risk. Econometrica, 1979.

2 Tversky A. Kahneman D. Advances in prospect theory: cumulative representation of uncertainty. Journal of Risk and Uncertainty. 1992.

3 Ilyin E.P. Psikhologiya riska [Psychology of risk] Moscow, Peter, 2012. 156 p. (in Russian)

4 Kahneman D. Dumai medlenno [Think slowly ... Design quickly] Moscow, AST, 2014. 427 p. (in Russian).

5 Bernoulli D. Specimen theoriae novae de mensurasortis. Commentarii academiae imperialis petropolitanae. 1738. vol. 5. pp. 175–192.

6 Avtonomov V.S. Chelovek v zerkale ekonomicheskoi teorii [Man in the Mirror of Economic Theory: (Essays on the History of Zap.ekon.)] Moscow, Nauka, 1993. 175 p. (in Russian)

7 Kozeletsky Yu. Psikhologicheskaya teoriya reshenii [The psychological theory of solutions] Moscow, Progress, 1979. 504 p. (in Russian)

8 Kiseleva I.A., Simonovich N.E. Risk assessment taking into account the influence of the human factor. *Ekonomicheskii analiz* [Economic analysis: theory and practice] 2014. no. 2 (353). pp. 21-27. (in Russian)

9 Von Neumann J., Morgenstern O. Teoriya igr I ekonomicheskoe povedenie [Theory of games and economic behavior] Moscow, Nauka, 1970. 708 p. (in Russian)

10 Vyatkin VN, Gamza VA, Majewski F.V. Risk-menedzhment [Risk management] Moscow, Yurayt, 2015. 352 p. (in Russian

11 Chereshkin D.S. Upravlenie riskami I bezopasnost'yu [Risk and security management] Moscow, URSS Publishing Group, 2010. 200 p. (in Russian)

12 Akaev A.A. et al. Proekty I riski budushchego [Projects and risks of the future: concepts, models, tools, forecasts] Moscow, URSS Publishing Group, 2011. 432 p. (in Russian).

13 Covello V.T., Mumpower J. Risk Analysis and Risk Management: An Historical Perspective. Risk Analysis. 1985. vol. 5. no. 2. pp. 103–120.

14 Arrow K. Perception of risk in psychology and economics. *Thesis* [THESIS] 1994. no. 5. pp. 81-90. (in Russian)

15 Ringland D. Future as an unknown space: integration of foresight in strategic decision making. *Forsait* [Foresight] 2013. vol. 7. no. 4. pp. 60-69. (in Russian)

16 Saritas O. Technologies of human perfection: prospects and challenges. *Forsait* [Foresight] 2013. vol. 7. no. 1. pp. 6-13. (in Russian)

17 Dubrov AM, Lagosha BA, Khrustalev E.Yu. Modelirovanie riskovykh situatsii [Modeling of risk situations in economy and business] Moscow, Finance and Statistics, 2003. 222 p. (in Russian)

18 Tutova N.A. Each type of risk must be kept under strict control. *Bankovskie tekhnologii* [Banking Technologies] 2013. no. 04. pp. 30. (in Russian)

19 Kiseleva IA, Simonovich NE Decision making in risk: psychological aspects. *Finansovaya analitika* [Financial analytics: problems and solutions] 2014. no. 18. pp. 23-29. (in Russian)

20 Algin A.P. Grani ekonomicheskogo riska [The edges of economic risk] Moscow, Knowledge, 1991. 187 p. (in Russian)

21 Vaugham E.J. Risk management. N.Y., Wiley, 1997. 255 p.

22 Mistrov L. E., Derkanosova A. A. Methods of informational influence in the synthesis of control strategies for the stability of socio-economic organizations. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies] 2013. no. 4 (58). pp. 282-288. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Ирина А. Киселевад.э.н., профессор,кафедра математических методов в экономике,Российский экономический Университет имени Г.В. Плеханова,Стремянный пер., 36, г. Москва, Россия,kia1962@list.ru

Николай Е. Симоновичд.псх.н., профессор,кафедра психологии личности Института психологии им. Л.С. Выготского,Российский Государственный Гуманитарный Университет,Миусская пл., 6, г. Москва, Россия, nsimoni@mail.ru

Екатерина В. Асмолова к. т. н., доцент,кафедра сервиса и ресторанного бизнеса,Воронежский государственный университет инженерных технологий,пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, vgta-fspo@yandex.ru

Юрий А. Шаповалов, студент, кафедра технологии продуктов животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, meatech@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторызаявляютоботсутствиконфликтаинтересов.

ПОСТУПИЛА 15.01.2018

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 16.02.2018

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Irina A. Kiseleva Dr. Sci. (Econ.), professor,mathematical methods in economics department, Plekhanov Russian University of economics,Plekhanov Russian University of economics, Stremyanny alley, 36, Moscow, Russia, kia1962@list.ru

Nikolai E. Simonovich Dr. Sci. (Psych.), professor,department of personality psychology institute named after L.S. Vygotsky, Russian State Humanitarian University,Miusskaya sq., 6, Moscow, Russia, nsimoni@mail.ru

Ekaterina V. Asmolova Cand. Sci. (Engin.), associate professor,service and restaurant,Voronezh state university of engineering technologies,Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, vgta-fspo@yandex.ru

Yurii A. Shapovalov, student, technology of animal products, Voronezh state university of engineering techno-logies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia,meatech@yandex.ru

CONTRIBUTION

All authors equally took part in writing the manuscript and are responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 1.15.2018

ACCEPTED 2.16.2018

Оригинальная статья/Original article

УДК 519.711.3:355

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-385-390

Порядок исчисления и уплаты налога на прибыль коммерческих банков в инновационной экономике

Наталья Н. Кудрявцева [1] konnat@mail.ru
Ирина В. Куксова [2] iris1982@yandex.ru
Игорь В. Авдеев [1] iavdeev08@list.ru
Александр Ю. Жильников [3]

[1] Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина, ул. Старых Большевиков, 54 а, Воронеж, 396064, Россия
[2] Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия
[3] Воронежский экономико-правовой институт, Ленинский пр-т, 119-А, г. Воронеж, 394000, Россия

Реферат. В условиях инновационной экономики ужесточения требований Центрального Банка Российской Федерации и кризиса банковской системы, в условиях жесткого недостатка денежных средств в Российской Федерации налоги и сборы, взимаемые с кредитных учреждений, являются одними из основных доходных налоговых источников бюджета государства после добычи, переработки, транспортировки, складирования и продажи полезного природного ископаемого — нефти, газа и сопутствующих нефтепродуктов. При этом на практике налогообложение прибыли кредитных учреждений находится под пристальным вниманием государства. Так ПАО «Сбербанк России» в 2016 году занял пятое место среди крупнейших налогоплательщиков России, уступив лидерство ПАО «НК «Роснефти»», ПАО «Газпрому», ПАО «Лукойлу» и ОАО «Сургутнефтегазу». При этом в 2015 году ПАО «Сбербанк России» занимал лишь десятое место. Особую актуальную задачу в современных условиях приобретает уменьшение сильно выраженной фискальной направленности налогов, сборов и увеличение их побуждающей роли, а также усиление правового урегулирования сборов и налогов как сложной части законодательства в области налогообложения России в целом. В статье описываются налогоплательщики, объект налогообложения по налогу на прибыль коммерческого банка. Приводится подробный расчет налоговой базы налога на прибыль ПАО «Сбербанк России» с разбивкой в динамике по годам. Предоставлена таблица расчета доходов банка, по результатам анализа выявлено, что наибольший удельный вес в структуре доходов занимают процентные доходы все три года около 90%, однако динамика развития банковского сектора и общемировые тенденции диктуют рост комиссионных доходов в структуре общих доходов. Динамика отчетливая прослеживается явно. Также представлен расчет расходов за три года ПАО «Сбербанк России», проведен анализ, сформулированы выводы. По результатам проведенной работы сформулировано заключение о необходимости дальнейшего развития системы налогообложения коммерческих банков в обязательной корреляции со стратегией и задачами развития иных отраслей национальной экономики России.

Ключевые слова: налог, прибыль, банк, инновационная экономика, налогообложение

The order of calculation and payment of tax on profit of commercial banks in the innovation economy

Natal'ya N. Kudryavtseva [1] konnat@mail.ru
Irina V. Kuksova [2] iris1982@yandex.ru
Igor' V. Avdeev [1] iavdeev08@list.ru
Aleksandr Y. Zhilnikov [3]

[1] Air force academy named after the professor N.E. Zhukovsky and Y. A. Gagarin, Old Bolsheviks str., 54a, Voronezh, Russia
[2] Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia
Voronezh Economics and law Institute, Leninsky av., 119A, Voronezh, 394000, Russia

Summary. In the conditions of innovative economy of the tightening of the requirements of the Central Bank of the Russian Federation and the crisis of the banking system, in the conditions of a severe shortage of funds in the Russian Federation, taxes and fees levied on credit institutions are one of the main revenue sources of the state budget after the extraction, processing, transportation, warehousing and sale of natural resources-oil, gas and related petroleum products. In practice, the taxation of profits of credit institutions is under the close attention of the state. So, PJSC "Sberbank of Russia" in 2016, took fifth place among the largest Russian taxpayers, losing the leadership of the JSC "NK Rosneft", PJSC "Gazprom", PJSC "LUKOIL" and JSC "Surgutneftegas". At the same time in 2015 PJSC "Sberbank of Russia" has taken only the tenth place. A particularly urgent task in modern conditions is the reduction of the strongly expressed fiscal orientation of taxes and fees and the increase of their motivating role, as well as the strengthening of the legal regulation of fees and taxes as a complex part of the legislation in the field of taxation of Russia as a whole. The article describes taxpayers, the object of taxation on income tax of a commercial Bank. The detailed calculation of the tax base of income tax of PJSC "Sberbank of Russia" by year is presented. The table of calculation of the Bank's income is provided, by results of the analysis it is revealed that the greatest share in structure of the income is occupied by interest income all three years about 90%, however dynamics of development of banking sector and global tendencies dictate growth of Commission income in structure of the General income. Distinct dynamics can be traced clearly. The calculation of expenses for three years of PJSC "Sberbank of Russia" is also presented, the analysis is carried out, conclusions are formulated. According to the results of the work the conclusion about the need for further development of the system of taxation of commercial banks in obligatory correlation with the strategy and objectives of development of other sectors of the national economy of Russia.

Keywords: tax, profit, bank, innovation economy, taxation

Для цитирования

Кудрявцева Н.Н., Куксова И.В., Авдеев И.В., Жильников А.Ю. Порядок исчисления и уплаты налога на прибыль коммерческих банков в инновационной экономике // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. \ № 1. С. 385–390. doi:10.20914/2310-1202-2018-1-385-390

For citation

Kudryavtseva N.N., Kuskova I.V., Avdeev I.V., Jilnikov A.Yu. The order of calculation and payment of tax on profit of commercial banks in the innovation economy. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 1. pp. 385–390. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-1-385-390

Введение

Порядок исчисления и уплаты налога на прибыль рассмотрим на примере ПАО «Сбербанк России» за 2014–2016 гг.

В настоящее время ПАО «Сбербанк России» является лидером банковской системы России и замыкает топ-5 крупнейших налогоплательщиков России с объемом уплачиваемых налогов в 2016 году 245,4 млрд р. При этом по сравнению с 2015 годом банк поднялся с десятого места с объёмом уплачиваемых налогов 79,6 млрд р [1, 2].

В соответствии с исследованиями проведенными РБК выявлено, что налоговая нагрузка на крупнейших налогоплательщиков России за 2016 год значительно увеличилась с 12,4 до 12,9%, если принять во внимание, что общая налоговая нагрузка на экономику страны снизилась на 0,1% с 9,7 до 9,6% в этом же году. Следовательно, можно сделать вывод, что пополнение консолидированного бюджета Российской Федерации происходит за счет крупных налогоплательщиков государства, одним из которых является ПАО «Сбербанк России».

За 2014–2016 гг. динамика основных показателей банка в условиях нестабильности экономики России имела положительную тенденцию: рост активов и капитала, укрепление показателей ликвидности, рост объема выданных кредитов и операций по ценным бумагам. Незначительное снижение наблюдается по показателям финансовой устойчивости и достаточности собственного капитала [3, 4].

Основная часть

ПАО «Сбербанк России» в соответствии с 25 Главой НК РФ является достаточно устойчивым и крупным плательщиком налога на прибыль организаций. В соответствии с этим ФНС имеет повышенный интерес к банковскому сектору по вопросам налоговых обязательств.

Налог на прибыль является одним из главных и важных налогов, уплачиваемых банковским сектором.

Для исчисления налога на прибыль используются фундаментальные положения нормативно-правовой базы, а также инструкций, определяющих порядок исчисления налоговой базы и расчета налога.

При вычислении налоговой базы по налогу на прибыль банковского сектора, решающую роль играют особенности определения доходов и расходов, организации бухгалтерского учета в банковском секторе и специфика деятельности банковских операций. Порядок исчисления налоговой базы по налогу на прибыль банка представлен в НК РФ.

Налоговая база рассчитывается, для российских банков, совокупно по всем филиалам этих банков и их прочим подразделением.

Плательщики налога на прибыль организаций указаны в ст 246, 246.2, 247 НК РФ.

Статья 247 ч. НК РФ гласит, что объектом обложения по налогу на прибыль коммерческого банка считается прибыль, полученная коммерческим банком за отчетный период.

Банковский сектор определяет объект налогообложения налога на прибыль так же, как и иные отрасли [5, 6].

К доходам ПАО «Сбербанк России» относятся доходы от банковской деятельности, определенные в соответствии со ст. 290, 291 НК РФ. ПАО «Сбербанк России» не включает в доходы суммы положительной переоценки средств в иностранной валюте, поступившие в оплату уставных капиталов банков. В соответствии со ст. 271 и 273 НК РФ ПАО «Сбербанк России» учитывает доходы по методу начисления.

Расходы в ПАО «Сбербанк России» подразделяются на расходы, связанные с основной банковской деятельностью, и внереализационные расходы.

ПАО «Сбербанк России» обязан в соответствии с законодательством РФ создавать резервы на возможные потери по ссудам, резервы по сомнительным долгам, по ссудной и приравненной к ней задолженности [7, 8].

Расчет доходов ПАО «Сбербанк России» за 2014–2016 гг. представим в таблице 1.

Таблица 1.

Расчет доходов ПАО «Сбербанк России» за 2014–2016 гг., тыс. руб.

Table 1.

Calculation of income of PJSC "Sberbank of Russia" for 2014-2016, thousand rubles

№	Показатель | Index	2014 г.	2015 г.	2016 г.	Отклонение Derivation (+/-)	Темп изменений, % Change rate
1	2	3	4	5	6	7
1	Процентные доходы | Interest income	1661885356	1990795763	2079766069	417880713	25,1
2	Изменение резерва на возможные потери по ссудам, ссудной и приравненной к ней задолженности, а также начисленным процентным доходам Changes in the allowance for possible losses on loans, loan and similar debt, and accrued interest income	-279570299	-258867154	-87884500	191685799	-68,6

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7
3	Чистые доходы от операций с финансовыми активами, оцениваемыми по справедливой стоимости | Net income from operations with financial assets at fair value	-64381373	-17141249	-74292233	-9910860	15,4
4	Чистые доходы от операций с финансовыми обязательствами, оцениваемыми по справедливой стоимости через прибыль или убыток | Net gains on financial liabilities at fair value through profit or loss	0	3397331	0	0	–
5	Чистые доходы от операций с ценными бумагами, имеющимися в наличии для продажи | Net gains from available-for-sale securities	-12662037	-1730756	2607540	15269577	-120,6
6	Чистые доходы от операций с ценными бумагами, удерживаемыми до погашения | Net income from operations with securities held to maturity	-617	189	185187	185804	-30114,1
7	Чистые доходы от операций с иностранной валютой | Net income from foreign exchange operations	-1472913	100403852	2951132	4424045	-300,4
8	Чистые доходы от переоценки иностранной валюты | Net income from revaluation of foreign currency	172702496	-6152110	18837516	-153864980	-89,1
9	Чистые доходы от операций с драгоценными металлами | Net income from operations with precious metals	0	187331	2217651	2217651	–
10	Доходы от участия в капитале других юридических лиц | Income from participation in the capital of other legal entities	5332089	2764701	8725625	3393536	63,6
11	Комиссионные доходы | Commission income	241114334	297700676	360618710	119504376	49,6
12	Изменение резерва на возможные потери по ценным бумагам, имеющимся в наличии для продажи | Change in provision for possible losses on available-for-sale securities	78023	1533840	-7234	-85257	-109,3
13	Изменение резерва на возможные потери по ценным бумагам, удерживаемым до погашения | Change in provision for losses on securities held to maturity	238449	-5155700	2208381	1969932	826,1
14	Изменение резерва по прочим потерям | Change in provision for other losses	-11517623	-31893241	-41951351	-30433728	264,2
15	Прочие операционные доходы | Other operating income	42227454	46009705	33975420	-8252034	-19,5
16	Итого доходы | Total revenue	1753973339	2121853178	2334518103	580544764	33,1

Анализ данных таблицы показал, что в структуре доходов ПАО «Сбербанк России» набольший удельный вес составляют процентные доходы так в 2015 году – 95%, в 2016 году – 94% и в 2017 году – 89%. Второе мест занимают комиссионные доходы: в 2015 году – 14%, в 2016 году – 14% и в 2017 году – 15%.

Расчет расходов ПАО «Сбербанк России» за 2014–2016 гг. представим в таблице 2 и на рисунке 1.

Динамика изменения налоговой базы налога на прибыль ПАО «Сбербанк России» за 2014–2016 гг. представлена в таблице 3 и на рисунке 2.

Аналогичная ситуация наблюдается в структуре расходов банка. Наибольший удельный вес занимают процентные расходы банка так: в 2015 году – 53%, в 2016 году – 62% и в 2017 году – 52%. Второе мест занимают операционные расходы: в 2015 году – 45%, в 2016 году – 36% и в 2017 году – 45%.

Таблица 2.

Расчет расходов ПАО «Сбербанк России» за 2014–2016 гг., тыс. руб.

Table 2.

Calculation of expenses of PJSC "Sberbank of Russia" for 2014-2016, thousand rubles

№	Показатель Index	2014 г.	2015 г.	2016 г.	Отклонение Derivation (+/-)	Темп изменений, % Change rate
1	Процентные расходы | Interest expense	702161479	1132363133	878207077	176045598	25,1
2	Комиссионные расходы | Fee and Commission expense	23939331	31759583	43700379	19761048	82,5
3	Операционные расходы | Operating expenses	598666217	650830535	764715933	166049716	27,7
4	Итого расходы | Total expenses	1324767027	1814953251	1686623389	361856362	27,3

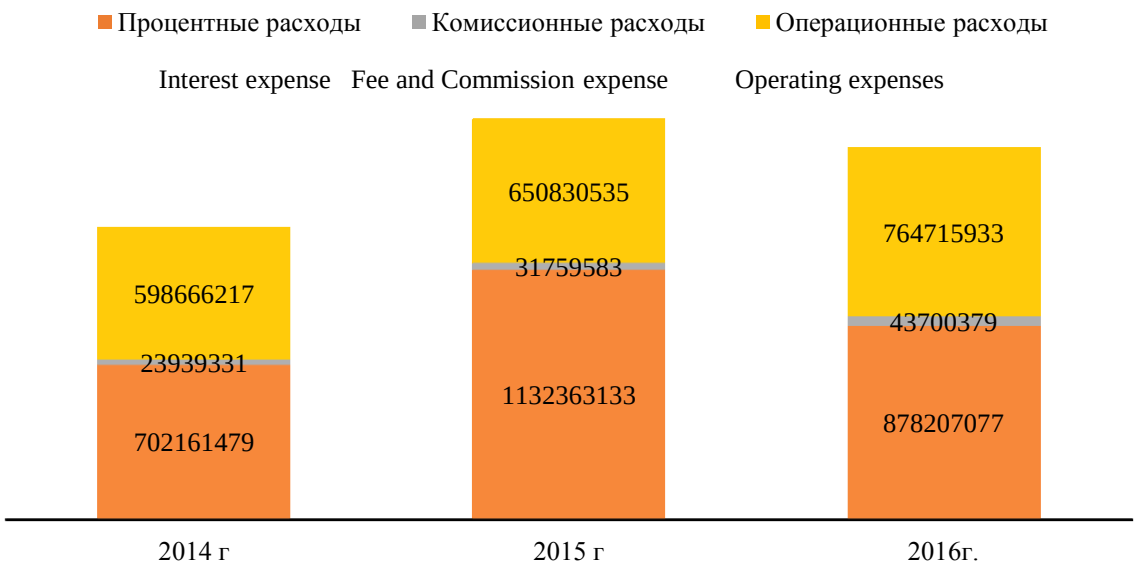


Рисунок 1. Структура расходов ПАО «Сбербанк России» за 2014–2016 гг., тыс. руб.

Figure 1. Structure of expenses of PJSC “Sberbank of Russia” for 2014-2016, thousand rubles

Таблица 3.

Динамика изменения налоговой базы налога на прибыль ПАО «Сбербанк России» за 2014–2016 гг., тыс. руб.

Table 3.

Dynamics of changes in the tax base of income tax of PJSC “Sberbank of Russia” for 2014-2016, thousand rubles

№ п/п	Показатель Index	2014 г.	2015 г.	2016 г.	Отклонение Derivation (+/-)	Темп изменений, % Change rate
1	Доходы | Income	1753973339	2121853178	2334518103	580544764	33,1
2	Расходы Outcome	1324767027	1814953251	1686623389	361856362	27,3
3	Налоговая база Tax base	429206312	306899927	647894714	218688402	51,0

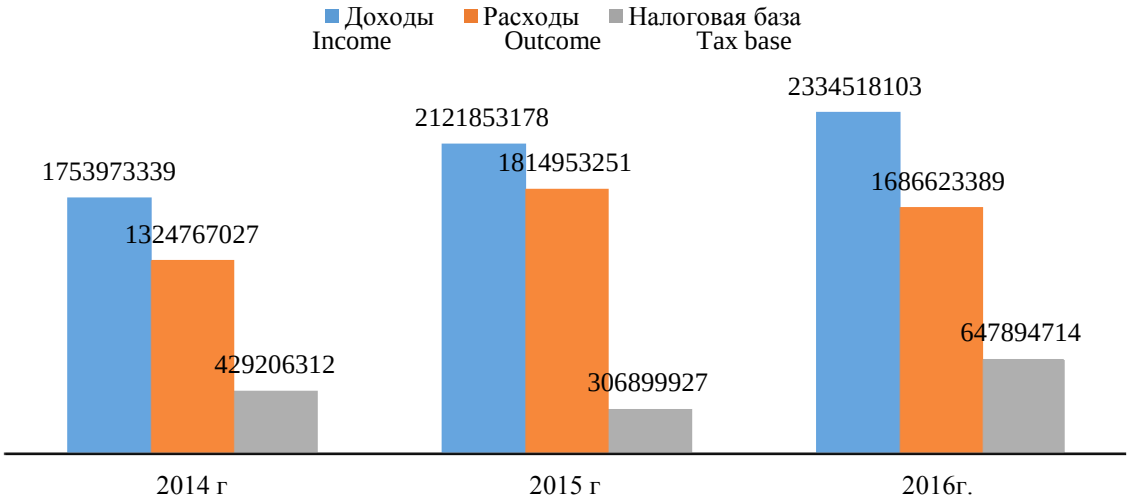


Рисунок 2. Динамика изменения налоговой базы налога на прибыль ПАО «Сбербанк России» за 2014–2016 гг., тыс. руб.

Figure 2. Dynamics of changes in the tax base of income tax of PJSC “Sberbank of Russia” for 2014-2016, thousand rubles

За период 2014–2016 гг. рост доходов, учитываемых при налогообложении прибыли банка составил 37,4% при одновременном росте расходов банка на 27,7%, что в совокупности факторов привело к увеличению налоговой базы или прибыли до налогообложения на 51% [9–11].

В 2015 году налоговая база снизилась на -122306385 тыс. руб. (28,5%) из-за снижения доходов на -70142067 тыс. руб. (-6,8%) и увеличения расходов на 52164318 тыс. руб. (8,7%). Иная ситуация произошла в 2016 году: доходы росли более высокими темпами на 454880185 тыс. руб. (47,5%), а расходы увеличились на 113885398 тыс. руб. (17,5%). Что в совокупности факторов привело к увеличению налоговой базы или прибыли до налогообложения в 2016 году по сравнению с 2015 годом на 111,1%.

Заключение

Коммерческие банки являются важным звеном и элементом современной финансовой системы России и оказывают существенное влияние на ее развитие, поэтому дальнейшее развитие системы налогообложения коммерческих банков должно быть увязано со стратегией и задачами развития иных отраслей национальной экономики.

ЛИТЕРАТУРА

1 Официальный сайт ПАО «Сбербанк России». URL: (http://www.sbrf.ru/)

2 Колосова А.Ф. О развитии налогообложений операций банка // Экономика строительства. 2016. № 7. С. 10.

3 Кудрявцева Н.Н., Власов А.Б., Летуновский К.П., Пахомова Ю.В. Управление налогообложением в системе контроллинга бизнес-процессов // Конкурентоспособность. Инновации. Финансы. 2015. № 1 (13). С. 56–59

4 Кудрявцева Н.Н. Сущность категории «налоговый контроллинг» и проблемы нестабильности налогового законодательства // Экономика. Инновации. Управление качеством. 2014 № 4 (9), С. 135–136

5 Анисимов Ю.П., Журавлев Ю.В, Куксова И.В. Роль инновационного потенциала в системе управления экономической безопасностью предприятий // Вестник ВГУИТ. 2015. № 2. С. 243–247

6 Samad A. Performance of Interest-free Islamic banks vis-à-vis Interest-based Conventional Banks of Bahrain // International Journal of Economics, Management and Accounting. 2004. V. 12. №. 2.

7 Bhole L.M. Financial Institutions and Markets: Structure, Growth and Innovations. Tata McGraw-Hill Education, 2004.

8 DeYoung R. et al. How do banks make money? The fallacies of fee income // Economic Perspectives-Federal Reserve Bank of Chicago. 2004. V. 28. №. 4. P. 34.

9 Donner J., Tellez C.A. Mobile banking and economic development: Linking adoption, impact, and use //Asian journal of communication. 2008. V. 18. №. 4. P. 318–332.

10 Atawodi O.W., Ojeka S.A. Factors that affect tax compliance among small and medium enterprises (SMEs) in North Central Nigeria // International Journal of Business and Management. 2012. V. 7. №. 12. P. 87.

11 Филимонова Е.Г., Ленковец О.М. Взаимосвязь человеческого капитала и системы налогообложения в разрезе устойчивого развития // Вестник ВГУИТ. 2014. № 2. С. 200-206

REFERENCES

1 PAO “Sberbank Rossii” [Official website of PJSC "Sberbank of Russia"] Available at: http://www.sbrf.ru. (in Russian)

2 Kolosova A.F. On the development of taxation of Bank operation. *Ekonomika stroitel’stve* [Economics of construction] 2016. no. 7. pp. 10. (in Russian)

3 Kudryavtseva N.N. Management nalogov-position in the system of controlling business processes. *Konkurentosposobnost’. Innovatsii. Finansy* [Competitiveness. Innovation. Finance] 2015. no. 1 (13). pp. 56–59 (in Russian)

4 Kudryavtseva N.N. The essence of the category "tax cost" and the instability of tax legislation. *EIU* [Economics. Innovation. The management of quality] 2014. no. 4 (9). pp. 135–136 (in Russian)

5 Anisimov Yu.P., Zhuravlev Yu.V., Kuksova I.V. the Role of innovative capacity in the system of economic security management of enterprises. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET] 2015. no. 2. pp. 243–247 (in Russian)

6 Samad A. Performance of Interest-free Islamic banks vis-à-vis Interest-based Conventional Banks of Bahrain. International Journal of Economics, Management and Accounting. 2004. vol. 12. no. 2.

7 Bhole L.M. Financial Institutions and Markets: Structure, Growth and Innovations. Tata McGraw-Hill Education, 2004.

8 DeYoung R. et al. How do banks make money? The fallacies of fee income. Economic Perspectives-Federal Reserve Bank of Chicago. 2004. vol. 28. no. 4. pp. 34.

9 Donner J., Tellez C.A. Mobile banking and economic development: Linking adoption, impact, and use. Asian journal of communication. 2008. vol. 18. no. 4. pp. 318–332.

10 Atawodi O.W., Ojeka S.A. Factors that affect tax compliance among small and medium enterprises (SMEs) in North Central Nigeria. International Journal of Business and Management. 2012. vol. 7. no. 12. pp. 87.

11 Filimonova E.G., Lenkovets O.M. The relationship of human capital and taxation system in the context of sustainable development. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies]. 2014 no. 2. pp. 200-206. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Наталья Н. Кудрявцева к.э.н., доцент, Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина, ул. Старых Большевиков, 54 а, Воронеж, 396064, Россия, konnat@mail.ru

Ирина В. Куксова д.э.н., профессор, кафедра туризма и гостиничное дело, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, iris1982@yandex.ru

Игорь В. Авдеев к.в.н., доцент, Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина, ул. Старых Большевиков, 54 а, Воронеж, 396064, Россия, iavdeev08@list.ru

Александр Ю. Жильников к.э.н., кафедра, Воронежский экономико-правовой институт, Ленинский пр-т, 119-А, г. Воронеж, 394000, Россия

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 25.01.2018
ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 28.02.2018

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Natal'ya N. Kudryavtseva Cand. Sci. (Econ.), associate professor, Air force Academy named after Professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin, Old Bolsheviks str., 54a, Voronezh, Russia, konnat@mail.ru

Irina V. Kuksova Dr. Sci. (Econ.), professor, tourism and hotel business department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, iris1982@yandex.ru

Igor' V. Avdeev Cand. Sci. (Milit.), associate professor, Air force Academy named after Professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin, Old Bolsheviks str., 54a, Voronezh, Russia, iavdeev08@list.ru

Aleksandr Y. Zhilnikov Cand. Sci. (Econ.), associate professor, department, Voronezh Economics and law Institute, Leninsky av., 119A, Voronezh, 394000, Russia

CONTRIBUTION

All authors equally took part in writing the manuscript and are responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 1.25.2018
ACCEPTED 2.28.2018

Оригинальная статья/Original article

УДК 330.45

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-391-397

Разработка методики оценки доходности и стоимости активов

Очир С. Борлыков [1] borkaeva@mail.ru
Анна Д. Дорджиева [1] Kafedra-uan@mail.ru
Елена А. Куртушова [1] Fan08elista@mail.ru
Александра Б. Манджиева [1] Fan08elista@mail.ru
Басанг В. Ошланов [1]

[1] Калмыцкий государственный университет имени Б.Б. Городовикова, ул. Пушкина, 11, г. Элиста, 358000, Россия

Реферат. В статье сформирована методика, упрощающая процесс принятия решений о размещении денежной наличности в период мировой финансовой нестабильности с целью повышения своей финансовой безопасности или в качестве варианта для получения прибыли в долгосрочный период, на основе модели ценообразования капитальных вложений (регрессионной модели, индексных моделей). Данная модель позволяет определить уровень взаимного вероятностного влияния доходности и риска активов на их стоимость. Рассмотрена модель ценообразования капитальных активов, разработанная У. Шарпом и Дж. Линтнером. С помощью данной модели был оценен уровень воздействия рыночного риска на доходность инвестиционного портфеля. Было сформировано уравнение равновесного рынка, характеризующее взаимосвязь доходности актива и стоимости бета актива относительно оптимального (рыночного) портфеля. Уравнение равновесного рынка позволяет оценивать неэффективные активы или портфели относительно эффективных портфелей. Бета актив из уравнения свидетельствует о реакции доходности актива на действие рыночных сил. Данная величина применяется для измерения рыночного риска портфеля, т.к. оценивает зависимость между доходностью актива и доходностью рыночного портфеля. В статье также предложена индексная модель, которая представляет собой линейное уравнение множественной регрессии. Данное уравнение характеризует тот факт, что изменение доходности и цены актива зависит от ряда показателей, свидетельствующих о состоянии рынка или индексов. В работе проведена оценка эффективности управления портфелем с использованием индексной модели У. Шарпа следующих активов: ОАО «Лукойл», ОАО «Фармстандарт», ОАО «Сургутнефтегаз», ОАО АФК «Система», «Полиметал», ОАО «Газпром», объединенная компания «Русал». В статье было построено 14 прогнозов связанных с куплей – продажей ценных бумаг, из которых достоверными оказались 11 прогнозов, что составляет 78,57%, поэтому рассматриваемая методика может с высокой степенью надёжности использоваться при построении соответствующих краткосрочных прогнозов.

Ключевые слова: портфель ценных бумаг, рыночный риск, стоимость активов, доходность активов, оценка стоимости, модель ценообразования капитальных активов

Development of a technique of an assessment of profitability and cost of assets

Ochir S. Borlykov [1] borkaeva@mail.ru
Anna D. Dordzhieva [1] Kafedra-uan@mail.ru
Elena A. Kurtushova [1] Fan08elista@mail.ru
Aleksandra B. Mandzhieva [1] Fan08elista@mail.ru
Basan V. Oshlanov [1]

[1] Kalmyk state university of B.B. Gorodovikov, Pushkin St., 11, Elista, 358000, Russia

Summary. The method simplifying process making decision about placing of monetary cash in the period of the world financial instability with the purpose of its financial safety increasing or as a variant for receiving profit in the given article (regressive model, index models). This model allows to determine the level of mutual probabilistic influence of profitableness and assets on their cost. The model of pricing of capital assets which developed by U. Sharp and J. Lintner is considered. By means of this model the level of influence of market risk on the profitableness of the investment portfolio has been estimated. The equation of the equilibrium market characterizing interrelation of profitableness of an asset and cost of a beta assets relatively optimum (market) portfolio has been formed. The equation of the equilibrium market allows to estimate inefficient assets or portfolios relatively effective portfolios. The beta asset from the equation demonstrates reaction of profitableness on an asset on market forces actions. This size is applied for measurement of market risk portfolio so that estimates the dependence between assets profitableness and market portfolio profitableness. In the article the index model which represents itself a linear equation of multiple regression is also offered. This equation characterizes the fact that change of profitableness and the assets price depends on a number of indicators, testifying about state of the market or indexes. In the work the estimation of effective management of a portfolio with the use of index of U. Sharp's model of the following assets is carried out: SLR (the Society of Limited Responsibility) "Lukoil", SLR "Pharmstandard", SLR "Surgutneftegas", SLR AFK "Sistema", "Polymetal", SLR "Gazprom", the United Company "Rusal". In article 14 forecasts which purchase and sale of valuable papers, from which 11 forecasts are reliable that makes up 78,57% therefore the considered method can be used with high degree of reliability in making of short-term method forecasts have been represented.

Keywords:portfolio of securities, market risk, cost of assets, profitability of assets, estimation of cost, model of pricing of capital assets

Для цитирования

Борлыков О.С., Дорджиева А.Д., Куртушова Е.А., Манджиева А.Б., Ошланов Б.В. Разработка методики оценки доходности и стоимости активов // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 1. С. 391–397. doi:10.20914/2310-1202-2018-1-391-397

For citation

Borlykov O.S., Dordzhieva A.D., Kurtushova E.A., Mandzhieva A.B., Oshlanov B.V. Development of a technique of an assessment of profitability and cost of assets.*Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 1. pp. 391–397. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-1-391-397

Введение

В настоящее время все большую актуальность приобретает устойчивость, неизменность инвестиционных размещений и проведение анализа и оценки их эффективности, уровня воздействия доходности и риска активов на величину инвестиционного портфеля.

В свою очередь при формировании инвестиционного портфеля ценных бумаг инвесторам приходится наталкиваться на проблему реальной оценки их стоимости, находящейся в прямом воздействии от доходности и риска активов.

Соответственно, с учетом данных предпосылок возникает необходимость формирования и развития математической модели, рассчитывающей взаимозависимость рыночного риска и прогнозируемой доходности ценных бумаг.

Основная часть

У. Шарпом и Дж. Линтнером была сформирована модель, в которой стабильный рынок находится в положении рыночного равновесия, под названием CAPM– Capital Asset Pricing Model (модель ценообразования капитальных активов).

При нахождении рынка в равновесном состоянии, при котором нерыночный риск продиктован выбором соответствующего портфеля ценных бумаг, возникает необходимость в выявлении степени влияния рыночного риска на доходность инвестиционного портфеля.

При этом базовое уравнение равновесного рынка, характеризующее взаимосвязь доходности актива и стоимости бета актива, будет иметь следующий вид.

$$E_i = m_0 + \beta_i \left(EM - m_0\right), \qquad (1)$$

при котором $\beta_i = \sigma_i/\sigma_M \cdot cori_M$ называется бета вклада (актива A_i) относительно оптимального (рыночного) портфеля М с доходностью E_M; $m°$– доходность безрискового актива.

Понятие рыночного портфеля вводится для описания поведения инвестора на рынке на основе моделей, которые имеют некоторые ограничения по сравнению с реальными условиями. То есть предполагается, что поведение всех участников рынка соответствует одной и той же модели, то есть они знают все параметры рынка и принимают на ее основе наилучшие решения, основываясь на критериях доходности и риска [3].

В реальной жизни практически невозможно сформировать рыночный портфель, так как он должен включать в себя все финансовые активы, среди которых много кратковременных (за год образуются и ликвидируются тысячи корпораций, выпускающих свои ценные бумаги), есть малорисковые, относительно которых не ясно, признать ли их безрисковыми и т. д. Поэтому на практике отбирают наиболее важные для рынка ценные бумаги с длительной историей. Обработка этих активов по специальным правилам позволяет получать разнообразные индексы, каждый из которых может характеризовать эффективность рынка.

Уравнение равновесного рынка позволяет оценивать неэффективные активы *Ai* (или портфели) относительно эффективных портфелей. Оно говорит о том, что в состоянии равновесия ожидаемая доходность *Ем*, (1) актива *Ai* равна ставке без риска *m0* плюс вознаграждение за рыночный риск, измеряемый величиной β_i. Или премия за риск (*Ei – m0*), связанная с ценной бумагой *Ai*, пропорциональна премии за рыночный риск (*Ei – m0*), рыночного портфеля с коэффициентом пропорциональности β_i.

Геометрически уравнение равновесного рынка представляет собой (рисунок 1) линию рынка актива (ценных бумаг) SML – Security Market Line:

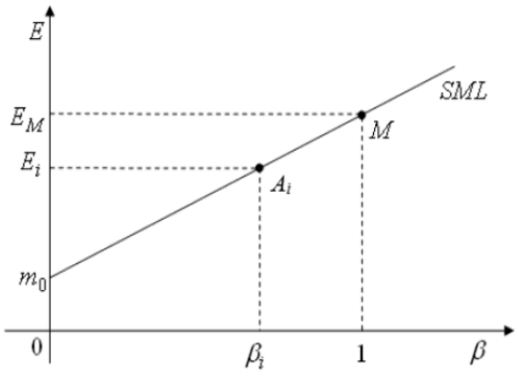


Рисунок 1. Линия рынка актива (SML)

Figure 1. The asset market line (SML)**Ошибка! Закладка не определена.**

Исходя из теории корреляционной зависимости можно сделать вывод о том, что бета актива:

$$\beta i = \sigma i / \sigma_M \cdot cori_M$$

есть не что иное, как коэффициент регрессии p_{yx} соответствующей линейной корреляционной зависимости вида [3]:

$$\bar{Y}_x - m_Y = p_{yx}(X - m_x),$$

где $\bar{Y}x$ – условное математическое ожидание случайной величины Y;m_y, m_x – математические ожидания случайных величин Y и X.

Таким образом, бета актива (портфеля) показывает, как будет реагировать доходность

актива на действие рыночных сил. Следовательно, величина β используется для характеристики (измерения) рыночного риска актива (портфеля), так как оценивает зависимость между доходностью актива и доходностью рыночного портфеля, который представляет собой «вознаграждение» за рыночный риск.

Активы с отрицательным значением $\beta_i < 0$ являются ценным инструментом для диверсификации портфеля, т. к. позволяют построить портфель π с нулевой бетой $\beta_\pi = 0$. Но такой портфель не является безрисковым, так как он сохранит нерыночный риск и не содержит только системного риска.

Модель CAPM определяет эффективности тех ценных бумаг, которые покупаются и продаются на идеальном (равновесном) рынке и их оценки лежат на прямой SML. В реальной практике периодически происходит изменение конъюнктуры рынка, что вызывает и изменение оценок в отношении ожидаемой равновесной доходности актива.

Если некоторый актив переоценен рынком (высокая стоимость), то его доходность ниже доходности активов с аналогичной характеристикой риска или наоборот.

В качестве показателя величины переоценки (недооценки) актива *Ai* принимают разность между действительной доходностью *Ri* и равновесной доходностью *Ei*:

$$\alpha_i = R_i - E_i$$

где α_i – альфа актива, а E_i – равновесная доходность – формула (1). Тогда:

$$\alpha_i = \left(R_i - m_o\right) - \beta_i \left(E_m - m_o\right). \qquad (2)$$

На рисунке 2 изображены активы А и В, неверно оцененные рынком:

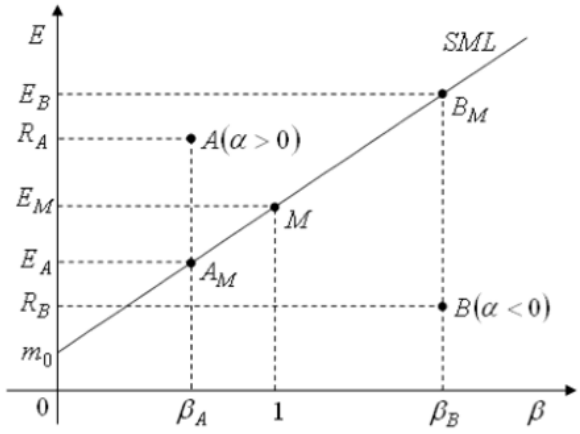


Рисунок 2. Геометрическая иллюстрация альфа актива

Figure 2. Geometric illustration of an alpha asset **Ошибка! Закладка не определена.**

Актив А имеет значение $\alpha_A > 0$ и недооценен рынком, его эффективность большая, следовательно, цена актива будет повышаться, пока он не попадёт в положение АМ, а доходность уменьшится до значения ЕА. Актив В переоценён рынком, $\alpha_B < 0$ и его цена будет снижаться до положения равновесия ВМ, а доходность повысится до значения ЕВ, т. е. рекомендация финансового анализа – покупка активов вида А и продаже активов вида В.

Ожидаемую доходность E_i актива A_i можно определить не только с помощью SML, но и с помощью так называемых индексных моделей вида:

$$\sum_{j=1}^{n} i = y_i + \sum \beta_j I_j + \varepsilon_i$$

где y_i – доходность актива A_i при отсутствии воздействия на него рыночных факторов; *Ij* – индексы – некоторые макроэкономические показатели, например, индекс выпуска продукции, индекс доходности рынка ценных бумаг, индекс кредитных ставок и т. д.; $\mathcal{E}_i$ – случайная ошибка, показывающая, что доходность может изменяться в некоторых пределах, независимо от влияния факторов I_j. Другими словами, уравнение (3) представляет собой линейное уравнение множественной регрессии, и характеризует тот факт, что изменение доходности и цены актива зависят от ряда показателей, характеризующих состояние рынка, или индексов.

Рассмотрим однофакторную индексную рыночную модель У. Шарпа:

$$E_i = y_i + \beta_i E_M + \varepsilon_i, \qquad (4)$$

где в качестве индекса выступает доходность E_M рыночного портфеля, β_i – коэффициент бета актива, $\mathcal{E}_i$ – независимая случайная величина с $E(\mathcal{E}_i) = 0$, $Var(\mathcal{E}_i) = const$, $cov(\mathcal{E}_i, M) = 0$. То есть $\mathcal{E}_i$

характеризует специфический риск актива, который не объясним действием рыночных сил.

Графически модель Шарпа (4) представляет собой:

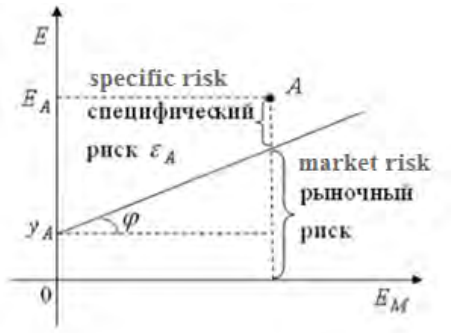


Рисунок 3. Индексная модель У. Шарпа

Figure 3. U. Sharp's index model **Ошибка! Закладка не определена.**

И если некоторый актив*A* не лежит на данной прямой, то его риск состоит из рыночного и специфического ($\mathcal{E}_A$) рисков (рисунок 3).

Учитывая формулу для линейной корреляционной зависимости, можем (4) записать в виде:

$$R_i - E_i = \beta_i \left(R_M - E_M\right) + \varepsilon_i$$

Тогда риск актива можно представить как:

$$V\left(R_i\right) = \beta_i 2V\left(R_M\right) + V\left(\varepsilon_i\right) = \beta_i 2\sigma M_2 + \sigma 2\varepsilon_i$$

где $V_1 = \sigma 2\mathcal{E}_i$ – нерыночный, а $V_2 = \beta_i 2\,\sigma M_2$ – рыночный риск актива.

Составим теперь портфель ценных бумаг из активов *Ai*, доходности которых выражаются соотношениями вида (4):

$$R_i = a_i + b_i RM + \varepsilon_i$$

причем средние доходности равны

$$E_i = a_i + b_i EM,$$

а вариации

$$V\left(R_i\right) = \beta_i 2\sigma M_2 + \sigma 2\varepsilon_i.$$

Пусть портфель π имеет структуру ẍ = (x_1, x_2…, x_n), тогда

$$\sum_{i=1}^{n} \pi = \sum X_i \left(a_i + b_i E_M\right) = \sum a_i x_i + \left(\sum b_i x_i\right) E_M$$

Проведем оценку эффективности управления портфелем с использованием индексной модели У. Шарпа для следующих активов:

- ОАО «Лукойл» (LKOH);
- ОАО «Фармстандарт» (PHST);
- ОАО «Сургутнефтегаз» (SNGS);
- ОАО АФК «Система» (AFKS);
- «Полиметал» (POLY);
- ОАО «Газпром» (GASP);
- Объединенная компания «РУСАЛ» (RUAL).

С этой целью определим доходности *Ra* выбранных ценных бумаг и доходности *RM* рыночного портфеля на протяжении периодов 01.10.2014–16.12.2014 гг. и 05.01.2015–13.03.2015 гг. Под доходностью рыночного портфеля будем понимать динамику вариации индекса ММВБ, а под доходностью безрискового актива – ставку по банковскому депозиту в размере 7% годовых. Рекомендации по формированию портфеля ценных бумаг на основе анализа параметра α актива будут распространены на последующие две недели.

Тогда, для периода 01.10.2014–16.12.2014 гг. получаем:

1) ОАО АФК «Система»:

$$R_a, M = 1{,}345RM - 0{,}813,$$

β = 1,345, рыночный риск V_2 = 3,023, собственный риск V_1 = 26,071, $\alpha = \left(E_a - m_0\right) - -\beta\left(EM - m_0\right) = -0{,}80 < 0.$

Данный актив переоценен, т. е. его реальная курсовая стоимость ниже, соответственно котировки акций будут падать, его добавлять в портфель не рекомендуется.

2) ОАО «Газпром»:

$$R_a, M = 0{,}6634RM - 0{,}1091,$$

β = 0,6634, V_2 = 0,7353, V_1 = 0,7860, α =-0,12 < 0. Актив переоценен, его курсовая стоимость будет падать – актив добавлять в портфель не рекомендуется.

3) ОАО «ЛУКОЙЛ»:

$$R_a, M = 0{,}8358RM + 0{,}2323,$$

β = 0,8358, V_2 = 1,1670, V_1 = 2,5165, α = 0,23 > 0. Актив недооценен, его курсовая стоимость будет расти – рекомендуется добавить в портфель.

4) ОАО «Фармстандарт»:

$$R_a, M = 1{,}6935RM - 0{,}765,$$

β = 1,6935, V_2 = 4,7913, V_1 = 6,8497, α =-0,75 < 0. Актив переоценен, его курсовая стоимость будет падать – в портфель добавлять не рекомендуется.

5) «Полиметалл»:

$$R_a, M = 0{,}3414RM + 0{,}3576,$$

β = 0,3414, V_2 = 0,1947, V_1 = 3,3671, α = 0,34 > 0. Актив недооценен, его курсовая стоимость будет расти – рекомендуется добавить в портфель.

6) Объединенная компания «РУСАЛ»:

$$R_a, M = 0{,}5986RM + 0{,}9108,$$

β = 0,5986, V_2 = 0,5986, V_1 = 9,4193, α = 0,90 > 0. Актив недооценен, его курсовая стоимость будет расти – рекомендуется добавить в портфель.

7) ОАО «Сургутнефтегаз»:

$$R_a, M = 0{,}7745RM + 0{,}4593,$$

β = 0,7745, V_2 = 1,0022, V_1 = 3,6741, α = 0,45 >0. Актив недооценен, его курсовая стоимость будет расти – рекомендуется добавить в портфель.

Составим сводную таблицу по результатам проведенных исследований за период 01.10.2014–16.12.2014 гг.

Таблица 1.

Таблица рекомендаций по формированию портфеля ценных бумаг

Table1.

The table of recommendations on the formation of the securities portfolio

Актив	Рекомендация | Recommendation	Результаты прогнозирования | The prediction results
AFKS	недобавлять | not add	оправдался | justify himself
GASP	недобавлять | not add	оправдался | justify himself
LKOH	добавить | add	оправдался | justify himself
PHST	недобавлять | not add	оправдался | justify himself
POLY	добавить | add	оправдался | justify himself
RUAL	добавить | add	оправдался | justify himself
SNGS	добавить | add	Неоправдался | Not justified

Из таблицы 1 видно, что в портфель инвестора на период 17.12.2014–31.12.2014 гг. рекомендуется включить акции следующих компаний: ОАО «ЛУКОЙЛ», «Полиметалл», Объединенная компания «РУСАЛ», Открытое акционерное общество «Сургутнефтегаз»; и не рекомендуется включать (или рекомендуется продать) акции: ОАО АФК «Система», ОАО «Газпром», ОАО «Фармстандарт». Однако за данный период не оправдался прогноз для акций компании Открытое акционерное общество «Сургутнефтегаз». Таким образом, из семи прогнозов, связанных с куплей – продажей рассматриваемых активов, достоверными оказались 6 прогнозов, что составляет 85,71%.

Для периода 05.01.2015–13.03.2015 гг. получаем аналогично:

1) ОАО АФК «Система»:

R_a, M=0,6704RM+0,308,

β = 0,6704, $V2$ = 1,3846, $V1$ = 12,0159, $\alpha = 0{,}30 > 0$. Актив недооценен, его курсовая стоимость будет расти – рекомендуется добавить в портфель.

2) ОАО «Газпром»:

$$R_a, M = 1{,}1571RM - 0{,}1846$$

β = 1,1571, $V2$ = 4,1246, $V1$ = 0,9436, $\alpha = -0{,}18 < 0$. Актив переоценен, его курсовая стоимость будет падать – добавлять в портфель не стоит.

3) ОАО «ЛУКОЙЛ»:

$$R_a, M = 1{,}2618RM + 0{,}0268,$$

β = 1,2618, $V2$ = 4,9048, $V1$ = 2,1164, $\alpha = 0{,}03 > 0$. Актив недооценен, его курсовая стоимость будет расти – рекомендуется добавить в портфель.

4) ОАО «Фармстандарт»:

$$R_a, M = 0{,}1850RM + 0{,}2809,$$

β = 0,1850, $V2$ = 0Л054, $V1$ = 77,7483, $\alpha = 0{,}26 > 0$. Актив недооценен, его курсовая стоимость будет расти – рекомендуется добавить в портфель

5) «Полиметалл»:

$$R_a, M = 0{,}33RM - 0{,}0081,$$

β = 0,3370, $V2$ = 0,3499, $V1$ = 6,1764, $\alpha = -0{,}0269 < 0$. Актив переоценен, его курсовая стоимость будет падать – добавлять в портфель не рекомендуется.

6) Объединенная компания «РУСАЛ»:

$$R_a, M = 0{,}8117RM - 0{,}1142,$$

β = 0,8117, $V2$ = 2,03, $V1$ = 8,17, $\alpha = -0{,}12 < 0$. Актив переоценен, его курсовая стоимость будет падать – добавлять в портфель не стоит.

7) ОАО «Сургутнефтегаз»:

$$R_a, M = 0{,}7835RM + 0{,}4608,$$

β = 0,7835, $V2$ = 1,8914, $V1$ = 4,5609, $\alpha = 0{,}4547 > 0$. Актив недооценен, его курсовая стоимость будет расти – рекомендуется добавить в портфель.

Составим сводную таблицу по результатам проведенных исследований за период 05.01.2015–13.03.2015 гг.

Таблица 2.

Таблица рекомендаций по формированию портфеля ценных бумаг

Table2.

The table of recommendations on the formation of the securities portfolio

Актив	Рекомендация | Recommendation	Результаты прогнозирования | The prediction results
AFKS	добавить | add	оправдался | justify himself
GASP	Не добавлять | Not add	оправдался | justify himself
LKOH	добавить | add	Не оправдался | Not justified
PHST	добавить | add	Не оправдался | Not justified
POLY	Не добавлять | Not add	оправдался | justify himself
RUAL	Не добавлять | Not add	оправдался | justify himself
SNGS	добавить | add	оправдался | justify himself

Из таблицы 2 видно, что в портфель инвестора на период 16.03.2015–27.03.2015 гг. рекомендуется включить акции следующих компаний: АФК «Система», ОАО «ЛУКОЙЛ», ОАО «Фармстандарт», Открытое акционерное общество «Сургутнефтегаз»; и не рекомендуется включать (или рекомендуется продать) акции: ОАО «Газпром», «Полиметалл», Объединенная

компания «РУСАЛ». За данный период не оправдался прогноз для акций компаний ОАО «ЛУКОЙЛ» и ОАО «Фармстандарт», Таким образом, из семи прогнозов, связанных с куплей – продажей рассматриваемых активов, достоверными оказались 5 прогнозов, что составляет 71,43%.

Заключение

Основываясь на полученных результатах, можно заключить:

1. Осуществление инвестиций играет существенную роль в обеспечении стабильного роста экономики и улучшает инвестиционный климат на рынке, где оценка эффективности инвестиций и поиски путей ее повышения весьма актуальны в настоящее время.

2. Предлагаемый подход на основе модифицированной сбалансированной системы показателей (индикаторов, моделей) способен стать эффективным инструментом управления инвестиционным портфелем ценных бумаг для достижения инвестором поставленной стратегической цели роста стоимости и доходности приобретённых им активов, включая в себя оценку влияния на стратегическую цель основных факторов рыночного риска в действующих условиях экономики, что позволяет получить обоснованно достоверные результаты.

Создание алгоритма использования предлагаемого подхода позволит сформировать единую политику управления инвестиционным портфелем ценных бумаг и позволит справиться с трудностями внедрения подхода (его внедрения).

Целесообразность использования предлагаемой методики представляется обоснованной, поскольку в целом, было построено 14 прогнозов связанных с куплей – продажей ценных бумаг, из которых достоверными оказались 11 прогнозов, что составляет 78,57%, поэтому рассматриваемая методика может с высокой степенью надёжности использоваться при построении соответствующих краткосрочных прогнозов, а на основании произведённого анализа дисконтирования текущей стоимости актива относительно рыночного риска и соответствующей прикладной программы появляется возможность, оценки эффективности сформированного портфеля и уровня профессионализма менеджера по работе с ценными бумагами.

ЛИТЕРАТУРА

1 Болдырева Е., Дорджиева О., Мукубенова Э. Эволюция финансовой системы аграрного региона на примере Республики Калмыкия. // Международный сельскохозяйственный журнал. 2015. № 5. С. 30–33.

2 Болдырева Е.С. Бухгалтерский баланс как информационная составляющая контроля над деятельностью сельскохозяйственных организаций. // В сборнике: Модели хозяйственного развития: теория и практика Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной юбилею профессора Л.Ц. Бадмахалгаева. 2015. С. 100–102.

3 Кокоткина Т.Н., Кулалаева И.В., Михайлова С.М., Садовин Н.С. Оценка доходности и стоимости активов. // Известия Тульского государственного университета. Экономические и юридические науки. 2017.

4 Макаева К.И., Учурова Е.О., Тагирова Е.В., Буваева Ю.А. Финансовая стратегия корпорации: понятие и виды. // Экономика и предпринимательство. 2016. № 11–1 (76–1). С. 303–307.

5 Хулхачиева Г.Д. Оценка инвестиционной деятельности Республики Калмыкия. // В сборнике: Проблемы и перспективы развития менеджмента в России и за рубежом Материалы Всероссийской научно-практической конференции. 2016. С. 628–635.

6 Хулхачиева Г.Д., Павлова Н.Ц., Тюрбеев О.Г. Развитие методики применения аналитических процедур при проведении аудита эффективности. // Экономика и предпринимательство. 2017. № 2–1 (79–1). С. 613–618.

7 Хулхачиева Г.Д., Болдырева Е.С., Анюшева А.В., Болданникова К.А. Разработка методических подходов к проведению стратегического анализа предприятия. // Экономика и предпринимательство. 2017. № 2–1 (79–1). С. 580–588.

8 Шаринова Г.А. Кредитные и гибридные методы финансирования инвестиционных проектов. // В сборнике: Экономическая безопасность и финансово-кредитные отношения в современных условиях: подходы, проблемы и направления совершенствования Сборник трудов конференции. Калмыцкий государственный университет им. Б.Б. Городовикова. 2016. С. 179–183.

9 Шаринова Г.А. Источники финансирования инвестиционных проектов. // Экономика. Предпринимательство. Окружающая среда. 2016. Т. 2. № 66.С. 14–17.

10 Шаринова Г.А., Павлова Н.Ц. Защита компаний от поглощения в условиях неопределенности. // Российское предпринимательство. 2016. Т. 17. № 22. С. 3207–3214.

11 Chiapello E. Accounting and the birth of the notion of capitalism // Critical Perspectives on Accounting. 2007. № 13(3). P. 263–296.

12 Epstein G.A. Financialization and the world economy. Northampton, MA: Edward Elgar Publishing, 2005.

13 Horowitz N. Art of the deal: Contemporary art in a global financial market. Princeton: Princeton University Press., 2010.

14 Hutter M. Balanced investment. On speculation in the art market // Text Zur Kunst. 2014. P. 80–95.

15 Krippner G. The financialization of the American economy // Socio-Economic Review. 2005. № 3. P. 173–208.

REFERENCES

1 Boldyreva E., Dordzhiyev O., Mukubenov E. Evolution of a financial system of the agrarian region on the example of the Republic of Kalmykia. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural magazine] 2015. no. 5. pp. 30–33. (in Russian)

2 Boldyreva E.S. Balance sheet as information component of control over activity of the agricultural organizations. Modeli khozyaistvennogo razvitiya: teoriya i praktika [In the collection: Models of economic development: the theory and the practician. Materialy of the International scientific and practical conference devoted to anniversary of professor L. Ts. Badmakhalgayev] 2015. pp. 100–102. (in Russian)

3 Kokotkina T.N., Kulalayeva I.V., Mikhaylov S.M., Sadovin N.C. Assessment of profitability and cost of assets. *Izvestiya TulGU* [News of the Tula state university. Economic and jurisprudence] 2017. (in Russian)

4 MakayevaK.I., UchurovaE.O., TagirovaE.V., Buvayeva Yu. A. Financial strategy of corporation: concept and types. *Ekonomika i predprinimatel'stvo* [Economy and business] 2016. no. 11–1(76–1). pp. 303–307. (in Russian)

5 Khulkhachiyeva G.D. Assessment of investment activity of the Republic of Kalmykia. *Problemy i perspektivy razvitiya menedzhmenta Rossii* [In the collection: Problems and the prospects of development of management in Russia and abroad Materials of the All-Russian scientific and practical conference] 2016. pp. 628–635. (in Russian)

6 Khulkhachiyeva G.D., Pavlov N. Ts., Tyurbeev O.G. Development of a technique of application of analytical procedures when carrying out audit of efficiency. *Ekonomika i predprinimatel'stvo* [Economy and business]. 2017. no. 2–1(79–1). pp. 613–618. (in Russian)

7 Khulkhachiyeva G.D., Boldyrev E.S., Anyusheva A.V., Boldannikova K.A. Development of methodical approaches to carrying out the strategic analysis of the enterprise. *Ekonomika i predprinimatel'stvo* [Economy and business]. 2017. no. 2–1(79–1). pp. 580–588. (in Russian)

8 Sharinova G.A. Credit and hybrid methods of financing of investment projects. Ekonomicheskaya bezopasnost' i finansovo-kreditnye otnosheniya v sovremennykh usloviyakh [In the collection: Economic security and the financial and credit relations in modern conditions: approaches, problems and directions of improvement Collection of works of a conference. Kalmyk state university of B.B. Gorodovikov] 2016. pp. 179–183. (in Russian)

9 Sharinova G.A. Sources of financing of investment projects. *Ekonomika i predprinimatel'stvo* [Economy and business] 2016. vol. 2. no. 66. pp. 14–17. (in Russian)

10 Sharinova G.A., Pavlova N. Ts. Protection of the companies against absorption in the conditions of uncertainty. Rossiiskoe predprinimatel'stvo [Russian business] 2016. vol. 17. no. 22. pp. 3207–3214. (in Russian)

11 Chiapello E. Accounting and the birth of the notion of capitalism. Critical Perspectives on Accounting. 2007. no. 13(3). pp. 263–296.

12 Epstein G.A. Financialization and the world economy. Northampton, MA, Edward Elgar Publishing, 2005.

13 Horowitz N. Art of the deal: Contemporary art in a global financial market. Princeton, Princeton University Press., 2010.

14 Hutter M. Balanced investment. On speculation in the art market. Text Zur Kunst. 2014. pp. 80–95.

15 Krippner G. The financialization of the American economy. Socio-Economic Review. 2005. no. 3. pp. 173–208.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Очир С. Борлыков магистр, кафедра экономической безопасности, учета и финансов, Калмыцкий государственный университет им. Б.Б. Городовикова, ул. Пушкина, 11, г. Элиста, 358000, Россия, borkaeva@mail.ru

Анна Д. Дорджиева магистр, кафедра экономической безопасности, учета и финансов, Калмыцкий государственный университет им. Б.Б. Городовикова, ул. Пушкина, 11, г. Элиста, 358000, Россия, Kafedra-uan@mail.ru

Елена А. Куртушова магистр, кафедра экономической безопасности, учета и финансов, Калмыцкий государственный университет им. Б.Б. Городовикова, ул. Пушкина, 11, г. Элиста, 358000, Россия, Fan08elista@mail.ru

Александра Б. Манджиева магистр, кафедра экономической безопасности, учета и финансов, Калмыцкий государственный университет им. Б.Б. Городовикова, ул. Пушкина, 11, г. Элиста, 358000, Россия, Fan08elista@mail.ru

Басанг В. Ошланов магистр, кафедра экономической безопасности, учета и финансов, Калмыцкий государственный университет им. Б.Б. Городовикова, ул. Пушкина, 11, г. Элиста, 358000, Россия

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Ochir S. Borlykov master student, department of economic security, account and finance, Kalmyk state university of B.B. Gorodovikov, Pushkin St., 11, Elista, 358000, Russia, borkaeva@mail.ru

Anna D. Dordzhieva master student, department of economic security, account and finance, Kalmyk state university of B.B. Gorodovikov, Pushkin St., 11, Elista, 358000, Russia, Kafedra-uan@mail.ru

Elena A. Kurtushova master student, department of economic security, account and finance, Kalmyk state university of B.B. Gorodovikov, Pushkin St., 11, Elista, 358000, Russia, Fan08elista@mail.ru

Aleksandra B. Mandzhieva master student, department of economic security, account and finance, Kalmyk state university of B.B. Gorodovikov, Pushkin St., 11, Elista, 358000, Russia, Fan08elista@mail.ru

Basan V. Oshlanov master student, department of economic security, account and finance, Kalmyk state university of B.B. Gorodovikov, Pushkin St., 11, Elista, 358000, Russia

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

CONTRIBUTION

All authors equally took part in writing the manuscript and are responsible for plagiarism

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

ПОСТУПИЛА 12.12.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 08.02.2017

RECEIVED 12.12.2016

ACCEPTED 2.8.2017

Оригинальная статья/Original article

УДК 360

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-398-412

Инновационное развитие как эффективная стратегия организации

Ирина П. Богомолова [1] uopioe@yandex.ru
Елена И. Кривенко [1] e.krivenko@bk.ru
Елена С. Стряпчих [1] elena_stryapchih@mail.ru
Татьяна В. Шевалдова [2] kafedrappp@mail.ru

[1] Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия
[2] Ульяновский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, б-р Новый Венец, 1, г. Ульяновск, 432017, Россия

Реферат. В настоящее время инновационные процессы становятся существенным фактором, определяющим стратегический успех предприятия на рынке товаров и услуг, устойчивость и стабильность его развития. Задача стратегического управления состоит в приспособлении организации к изменениям внешней среды. Инновационное развитие предприятия и его производственной деятельности предполагает разработку идеи и обоснование инвестиционного проекта, материально-техническое и финансовое обеспечение, управление деятельностью создаваемого при этом объекта, включая ликвидацию или перепрофилирование его в соответствии с изменяющимися внешними условиями и возможностью достижения поставленных инвестором целей. Специфика инновационной стратегии организации зависит от профиля ее деятельности, уровня производственно-технического развития, направленности и объема, реализуемых в производственных и исследовательских подразделениях работ в рамках инновационного цикла по различным видам новшеств, сферы их применения. Разработка инновационной политики развития предприятия начинается с оценки конкурентоспособности предприятия и стратегии конкурентной борьбы. Среди различных методов и средств усиления конкурентного статуса предприятия особое место сегодня занимает активизация инновационных процессов, главная часть которых – создание новой продукции, услуг, информации, интеллектуальных ценностей, т. е. новаторский процесс постоянного поиска новых возможностей, умение извлекать и использовать для решения постоянных задач новые материалы интеллектуальные ресурсы из самых разных источников. Формирование инновационного процесса в соответствии со стратегической концепцией инновационного развития предприятия позволит повысить качество принимаемых управленческих решений и обеспечить рост эффективности инновационной деятельности в целом и каждой отдельной инновации в частности.

Ключевые слова: инновации, развитие, организация

Innovative development as an effective strategy of organization

Irina P. Bogomolova [1] uopioe@yandex.ru
Elena I. Krivenko [1] e.krivenko@bk.ru
Elena S. Stryapchikh [1] elena_stryapchih@mail.ru
Tat'yana V. Shevaldova [2] kafedrappp@mail.ru

[1] Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia
[2] Ulyanovsk State Agrarian University named after P.A. Stoly-pin, Novy Venets, 1, Ulyanovsk, 432017, Russia

Summary. At present, innovative processes become an important factor determining the strategic success of an enterprise in the market of goods and services, the stability and stability of its development. The task of strategic management is to adapt the organization to changes in the external environment. Innovative development of the enterprise and its production activities involves the development of ideas and justification of the investment project, material and technical and financial support, management of the activity of the facility created, including the liquidation or re-profiling of it in accordance with changing external conditions and the opportunity to achieve the goals set by the investor. The specific nature of the organization's innovation strategy depends on the profile of its activities, the level of production and technical development, the focus and volume implemented in the production and research units of the innovation cycle on various types of innovations and the scope of their application. The development of an innovative enterprise development policy begins with an assessment of the enterprise's competitiveness and competition strategy. Among the various methods and means of strengthening the competitive status of an enterprise, the activation of innovative processes, the main part of which is the creation of new products, services, information, intellectual values, is a special place today, that is, an innovative process of constantly searching for new opportunities, the ability to extract and use to solve permanent tasks, new materials, intellectual resources from a variety of sources. Formation of the innovation process in accordance with the strategic concept of innovative development of the enterprise will improve the quality of management decisions and ensure the growth of innovation activity in general and each individual innovation in particular.

Keywords: innovation, development, organization

Для цитирования
Богомолова И.П., Кривенко Е.И., Стряпчих Е.С., Шевалдова Т.В. Инновационное развитие как эффективная стратегия организации // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 1. С. 398–412. doi:10.20914/2310-1202-2018-1-398-412

For citation
Bogomolova I.P., Krivenko E.I., Stryapchikh E.S., Shevaldova T.V. Innovative development as an effective strategy of organization. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 1. pp. 398–412. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-1-398-412

Введение

В основе управления инновационным развитием лежит разработка стратегии, ее адаптация к специфике компании и реализация.

Разработка стратегии организации – непрерывный процесс, сопряженный с постоянным изменением положений стратегии, которое, в свою очередь, обусловлено изменениями внешней среды организации. Задача стратегического управления состоит в приспособлении организации к этим изменениям.

На формирование стратегии компании оказывают влияние многие факторы. Взаимодействие этих факторов носит специфический характер для каждой отрасли и компании и всегда изменяется во времени. К основным факторам, формирующим стратегии, можно отнести следующие [2]: социальные, политические, гражданские и регулирующие нормы; привлекательность отрасли и условия конкуренции; специфические рыночные возможности и угрозы; сильные и слабые стороны организации, ее конкурентные возможности; личные амбиции, философия бизнеса и этические воззрения менеджеров; ценности и культура компании.

Классификация стратегий организации представлена в таблице 1.

Таблица 1.

Классификация стратегий развития организации

Table 1.

Classification of strategies of the organization

Признак | Sign	Классификация | Classification
С точки зрения иерархии управления From the point of view of the management hierarchy	1. Корпоративная стратегия | 1. Corporate strategy
	2. Деловая стратегия | 2. Business strategy
	3. Функциональная стратегия | 3. Functional strategy
	4. Операционная стратегия | 4. Operational strategy
С точки зрения развития предприятия From the point of view of enterprise development	1. Стратегия роста | 1. Growth strategy a) концентрированного роста | concentrated growth b) интегрированного роста | integrated growth c) диверсифицированного роста | diversified growth
	2. Стратегия сокращения | 2. Reduction strategy
	3. Комбинированная стратегия | 3. Combined strategy
С точки зрения достижения конкурентных преимуществ From the point of view of achievement of competitive advantages	1. Лидерство в издержках | 1. Cost leadership
	2. Дифференциация продукции | 2. Product differentiation
	3. Фокусирование | 3. Focus a) на издержках | costs b) на дифференциации продукции | on product differentiation
С точки зрения развития отрасли From the point of view of industry development	1. На стадии зарождения отрасли | 1. At the stage of origin of the industry
	2. На стадии зрелости отрасли | 2. At the maturity stage of the industry
	3. На стадии спада отрасли | 3. At the stage of decline of the industry

Все перечисленные стратегии являются комплексными и охватывают стратегические действия на той или иной ступени управления. Ответственность за разработку стратегии лежит на соответствующих руководителях. За корпоративную стратегию отвечают управляющие высшего ранга, решения в данном случае обычно принимаются советом директоров корпорации. Деловая стратегия находится в ведении генеральных директоров и руководителей предприятий, тогда как по функциональным стратегиям решения принимают руководители среднего звена. Операционные стратегии разрабатывают руководители на местах (менеджеры низшего звена управления).

Если компания занимается монопрофильной деятельностью, то корпоративный уровень отсутствует, и стратегия разрабатывается для стратегического хозяйственного центра или центра прибыли, то есть на деловом уровне [3].

Основная часть

С точки зрения развития предприятия выделяют стратегии проиллюстрированные на рисунке 1. Основные виды стратегий на разных стадиях жизненного цикла организации проиллюстрированы на рисунке 2.

Опираясь на данные представленные на рисунке 2, можно сделать вывод, что стратегия развития организации – это долгосрочное качественно определенное направление развития организации, касающееся сферы, средств и формы ее деятельности, системы взаимоотношений внутри организации, а также позиции организации в окружающей среде, приводящее организацию к ее целям [2].

Классификацию стратегий можно представить следующим образом: с точки зрения иерархии управления (кооперативная, деловая, функциональная, операционная стратегии); с точки зрения развития предприятия (стратегия роста, стратегия сокращения, комбинированная стратегия); с точки зрения достижения конкурентных преимуществ (лидерство в издержках, дифференциация, фокусирование); с точки зрения развития отрасли (на стадиях зарождения, зрелости и спада отрасли).

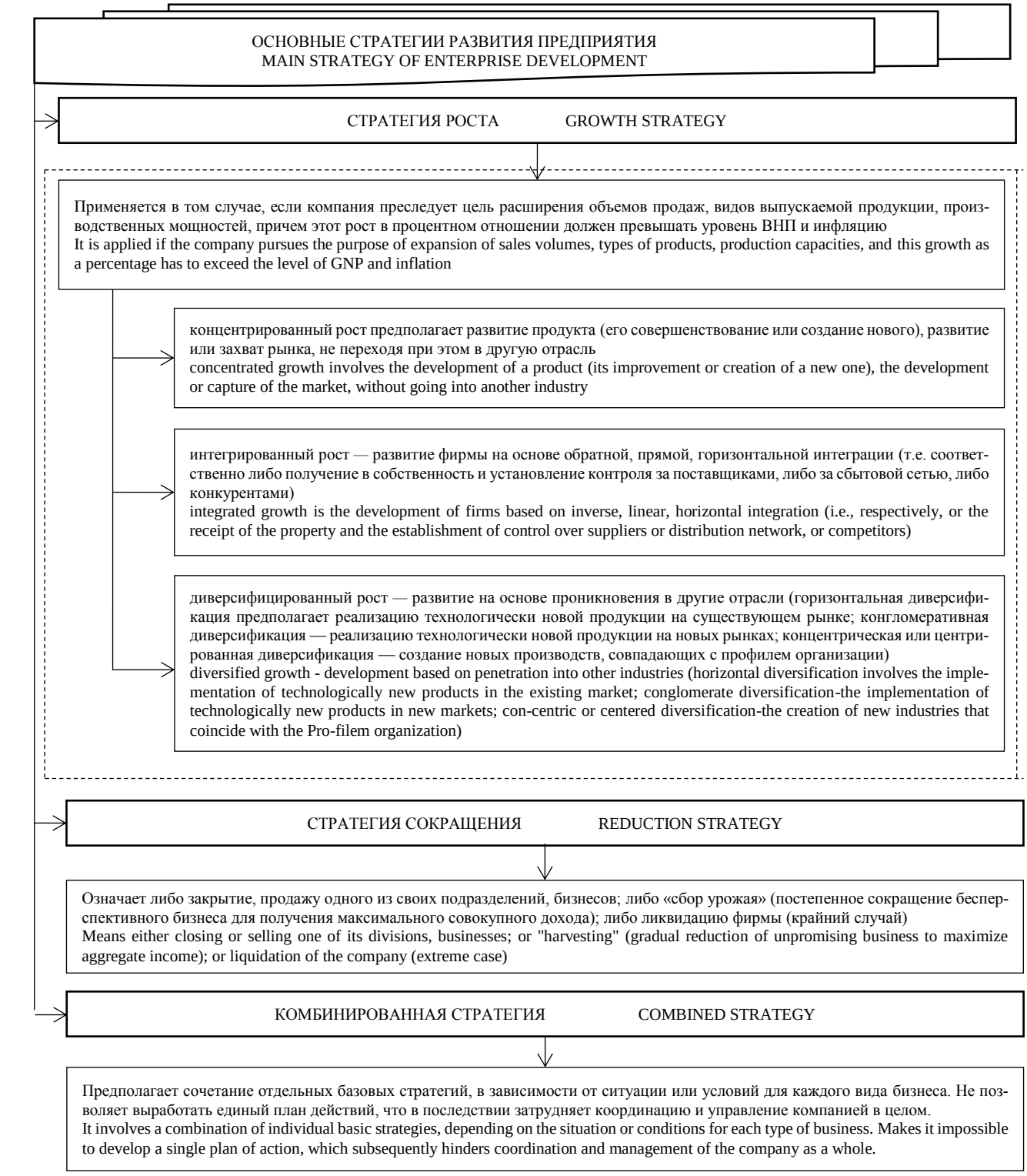


Рисунок 1. Основные стратегии развития предприятия

Figure 1. The main strategy of enterprise development

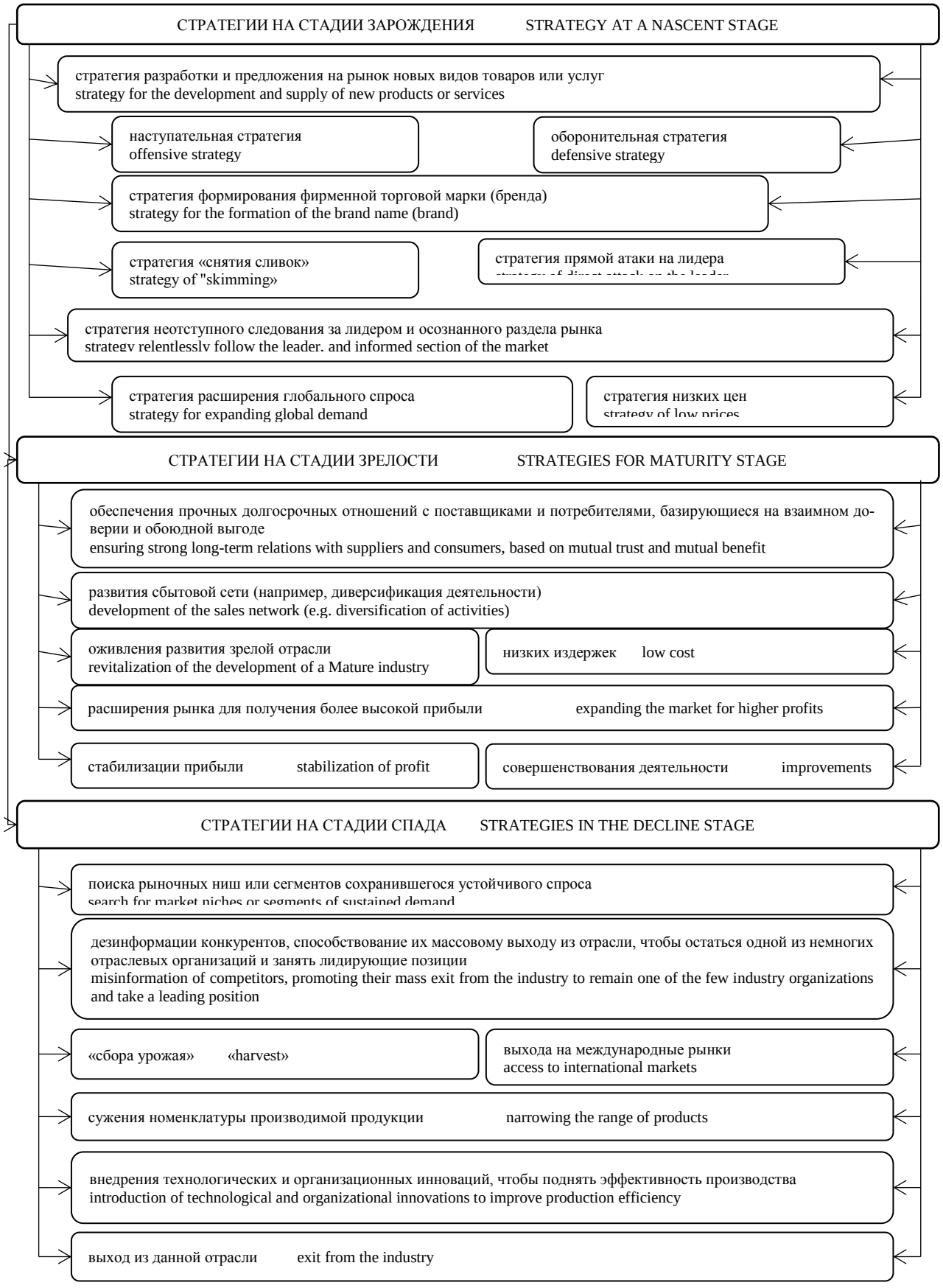


Рисунок 2. Стратегии на разных стадиях жизненного цикла организации
Figure 2. Strategies at different stages of the life cycle of the organization

Процесс разработки стратегии развития можно рассматривать как динамическую совокупность пяти взаимосвязанных управленческих процессов. Эти процессы логически вытекают один из другого. Однако существует устойчивая связь и соответственно обратное влияние каждого процесса на остальные и на всю их совокупность. Разработка эффективной стратегии компании начинается с формирования видения и выбора направления развития. Ясно сформулированное стратегическое видение – необходимая предпосылка устойчивого стратегического лидерства. Видение необходимо для эффективного руководства и принятия ответственных решений; оно ориентирует компанию на будущее, определяет приоритетные потребности покупателей и виды деятельности, а также долгосрочную конкурентную позицию компании.

Выбор направления развития начинается с поиска ответов на три вопроса; куда компания должна идти, как изменится ситуация в отрасли в будущем и как это изменение скажется на положении компании [3].

На этапе выбора формулируются стратегии, позволяющие достичь поставленных целей. Главной задачей данного этапа является разработка возможно большего числа альтернатив стратегий, позволяющих достичь поставленных целей. Это значительно расширяет выбор и позволяет не пропустить потенциально лучший вариант [3].

Стратегические альтернативы – это набор вариантов стратегического развития организации, позволяющих достичь стратегических целей организации во всем их многообразии. Каждая стратегическая альтернатива предоставляет организации разные возможности и характеризуется разными затратами и результатами.

Стратегические альтернативы можно условно подразделить на три типа:

– альтернативы постепенного совершенствования;

– альтернативы обновления;

– инновационные альтернативы.

Альтернативы постепенного совершенствования – это варианты продолжения, корректировки действующих, ранее принятых стратегий организации.

Альтернативы обновления, отталкиваясь от текущей стратегии организации, в то же время существенно меняют направление деятельности, предусматривая крупные изменения в масштабах, облике и целях стратегии, критическое отношение к доминирующим представлениям о рынке и существующим способам ведения бизнеса.

Инновационные альтернативы всегда ведут к радикальным изменениям в стратегии организации, используют совершенно новые продукты прорывного характера или новые способы ведения конкурентной борьбы, требуют нового подхода к мышлению и анализу.

В процессе разработки стратегических альтернатив и стратегического выбора осуществляются следующие действия [3]:

1. Разрабатывается как можно большее число возможных стратегических альтернатив, привлекая к этой работе не только высших руководителей, но и менеджеров среднего звена;

2. Стратегические варианты дорабатываются, уточняются с точки зрения развития ситуации во внешней среде, возможных изменений внутренней среды организации. В результате формируется «гнездовая структура» каждого альтернативного варианта, имеющая несколько уровней иерархии, которая представлена на рисунке 3.



Рисунок 3. Уровни формирования портфеля стратегий в организации

Figure 3. Levels of portfolio formation strategies in the organization

3. Производится оценка предлагаемых к рассмотрению стратегических альтернатив с точки зрения достижения миссии, стратегических целей, существующих ограниченных возможностей их реализации.

Для достижения успеха стратегии должны быть согласованы и тесно взаимодействовать друг с другом. Каждый уровень образует стратегическую среду для следующего уровня, т. е. на стратегический план нижнего уровня накладываются ограничения стратегий более высоких уровней иерархии. Процесс формирования иерархии стратегий может быть различным.

Различают стратегическое планирование сверху вниз, при котором высшие менеджеры инициируют процесс формирования стратегии и уполномочивают отдельные бизнесы и функциональные подразделения формулировать собственные стратегии как средства реализации корпоративной стратегии. Другой подход – это стратегическое планирование снизу-вверх, при котором процесс формирования стратегии стимулируется предложениями хозяйственных и функциональных подразделений.

Организационно процесс разработки стратегических альтернатив может быть представлен в виде работы одной или нескольких команд специалистов (оперативных групп). Каждая команда, используя тот или иной стратегический подход к формированию альтернативных вариантов (или их комбинацию) начинают последовательно генерировать стратегические альтернативы (сначала альтернативы постепенного совершенствования, потом альтернативы обновления и, наконец, инновационные альтернативы).

Основные подходы к формированию стратегических альтернатив представлены на рисунке .

После формирования нескольких вариантов портфелей стратегий осуществляется анализ эффективностей вероятных портфелей и выбор наиболее близкого к оптимальному. Для этого используют следующие методы [6]:

- метод стратегических соответствий – заключается в оценке соответствия сфер бизнеса корпоративной стратегии посредством расчета стратегических соответствий между ними (используется для многопродуктовых компаний), при возможно построение матрицы стратегических соответствий сфер бизнеса;
- функционально-стоимостной анализ – предполагает анализ нескольких альтернативных вариантов стратегий на предмет их интегральной эффективности, т. е. с учетом временного фактора, составляется множество соотношений между величинами функций и затратами на их реализацию.
- технико-экономические расчеты – приведение разновременных затрат по вариантам в сопоставимые условия, применяют метод приведенных затрат и метод интегрального экономического эффекта.

Основная задача этапа выполнения стратегии состоит в том, чтобы создать необходимые предпосылки для успешной реализации стратегии. Таким образом, выполнение стратегии – это проведение стратегических изменений в организации, переводящих ее в такое состояние, в котором организация будет готова к проведению стратегии в жизнь [6].

Этап оценки и контроля выполнения стратегии являются логически завершающим процессом, который обеспечивает устойчивую обратную связь между ходом процесса достижения целей и собственно целями, стоящими перед организацией.

Основные задачи любого контроля следующие [5]:

- определение того, что и по каким показателям проверять;
- оценка состояния контролируемого объекта в соответствии с принятыми стандартами, нормативами или другими эталонными показателями;
- выяснение причин отклонений, если таковые вскрываются в результате проведенной оценки;
- осуществление корректировки, если она необходима и возможна.

Таким образом, процесс разработки стратегии развития можно рассматривать как динамическую совокупность пяти взаимосвязанных управленческих процессов: определение миссии и целей организации, анализ внешней и внутренней среды, выбор стратегии развития организации, выполнение стратегии, оценка и контроль выполнения. Эти процессы логически вытекают один из другого.

Развитие организаций происходит, как правило, путем освоения разнообразных инноваций. Эти инновации могут затрагивать все сферы деятельности организации. Следует отметить, что любые достаточно серьезные инновации в одной сфере деятельности организации, обычно, требуют незамедлительных изменений в сопряженных участках, а иногда и общей перестройки организационных структур менеджмента [6].

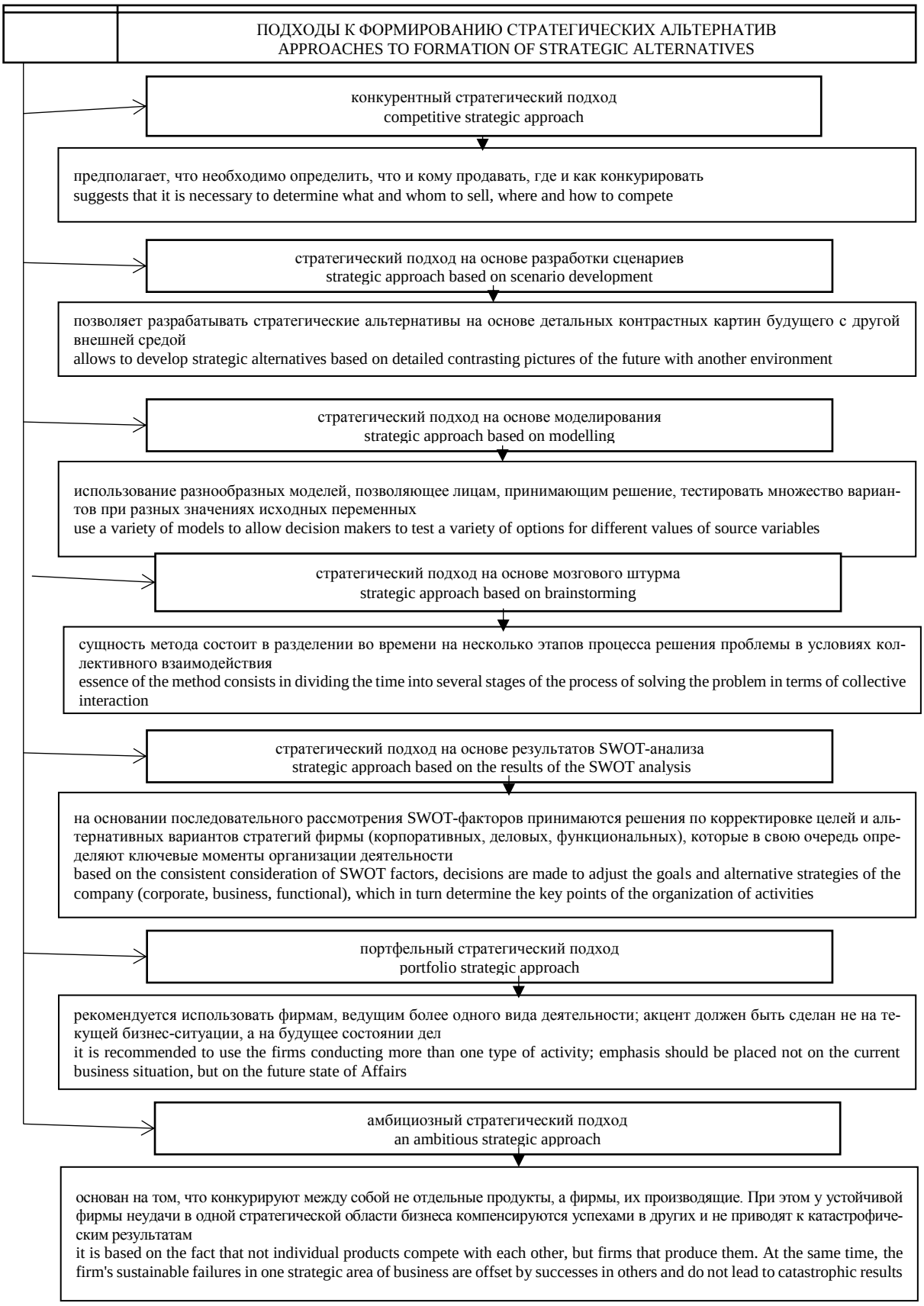


Рисунок 4. Основные подходы к формированию стратегических альтернатив

Figure 4. The main approaches to formation of strategic alternatives

Инновации – залог успешного развития компании. Даже если фирма постоянно модернизирует свои товары, рынки, на которых она работает, могут войти в стадию спада, и стремящимся к развитию компаниям, время от времени приходится «высаживаться на новые территории». Кроме того, инновации имеют решающее значение для поддержания или повышения уровня доходности. Под «прессом» конкурентной борьбы показатели рентабельности, достаточно быстро после выхода товаров на рынок начинают сокращаться. Модернизация продукта и расширение специализации позволяет в лучшем случае поддерживать уровень прибыли, а действительно значительный доход приносят только по-настоящему новаторские товары.

Инициаторы инноваций работают в условиях повышенного риска, но при удачной реализации нововведений имеют запас «экономической прочности», который выражается в наличии портфеля новой конкурентоспособности продукции и более низких по сравнению со средними удельных издержек производства.

Как свидетельствует статистика, деятельность по созданию и внедрению инноваций, несмотря на большой риск, характеризуется высокой прибыльностью, в среднем более, чем в 3 раза превышающей среднюю прибыль инвестиций в экономически развитых странах [5].

Выделяется и такое понятие как «инновационный тип развития» – способность экономики производить и реализовывать продукты и услуги преимущественно инновационного свойства с помощью поддерживаемой на современном научном уровне технологической базы при совокупности факторов и условий, позволяющих обеспечивать инновационность товаров и совокупность технологий их создания на постоянной воспроизводственной основе. Для доиндустриальных периодов развития было характерно преимущественно экстенсивное развитие экономики. Интенсивный тип развития от преимущественно экстенсивного отличается использованием широкой совокупности качественных факторов роста и существенно возрастающими показателями эффективности использования всех ресурсов, в особенности трудовых.

Инновационный тип развития экономики начинается с переходом к постиндустриальной стадии общественного прогресса с его многократно возрастающими преобразующими возможностями научно-технических системных достижений. Становится характерным производство инновационной, постоянно обновляемой, диверсифицируемой продукции. Имеет место системное использование всех инновационных факторов: технических, организационных, управленческих, информационных, мотивационных, предпринимательских и пр. Многократно возрастают показатели эффективности. Непрерывно возобновляются конкурентные преимущества продукции и хозяйственной системы, прежде всего по потребительским параметрам.

Ключевыми факторами успеха российских компаний, работающих в пищевой промышленности, должны стать: правильный выбор направления адаптивного развития, освоение инновационных технологий и современных видов оборудования, внедрение современных методов организации и управления производством [4].

Таким образом, к факторам, определяющим необходимость инновационного развития, можно отнести следующие (рисунок 5).

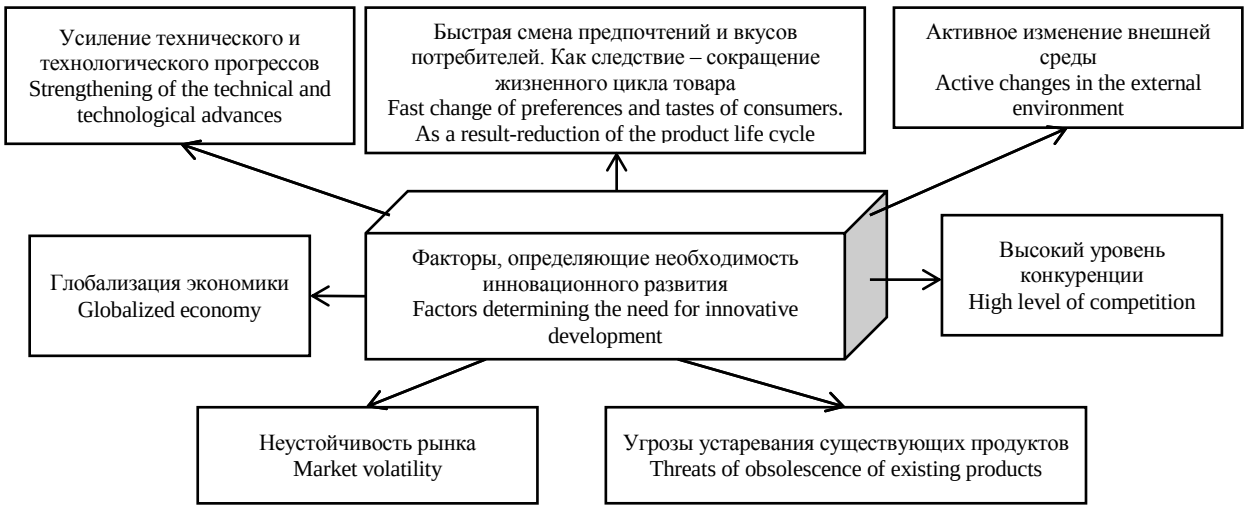


Рисунок 5. Факторы, определяющие необходимость инновационного развития

Figure 5. Factors determining the need for innovative development

В настоящее время инновационные процессы становятся существенным фактором, определяющим стратегический успех предприятия на рынке товаров и услуг, устойчивость и стабильность его развития.

Среди различных методов и средств усиления конкурентного статуса предприятия особое место сегодня занимает активизация инновационных процессов, главная часть которых – создание новой продукции, услуг, информации, интеллектуальных ценностей, т. е. новаторский процесс постоянного поиска новых возможностей, умение извлекать и использовать для решения постоянных задач новые материалы интеллектуальные ресурсы из самых разных источников.

Под инновационным развитием можно понимать использование своих инновационных возможностей для осуществления инновационной деятельности, реализации инновационных процессов [5].

Основные преимущества инновационного пути развития представлены на рисунке 6.

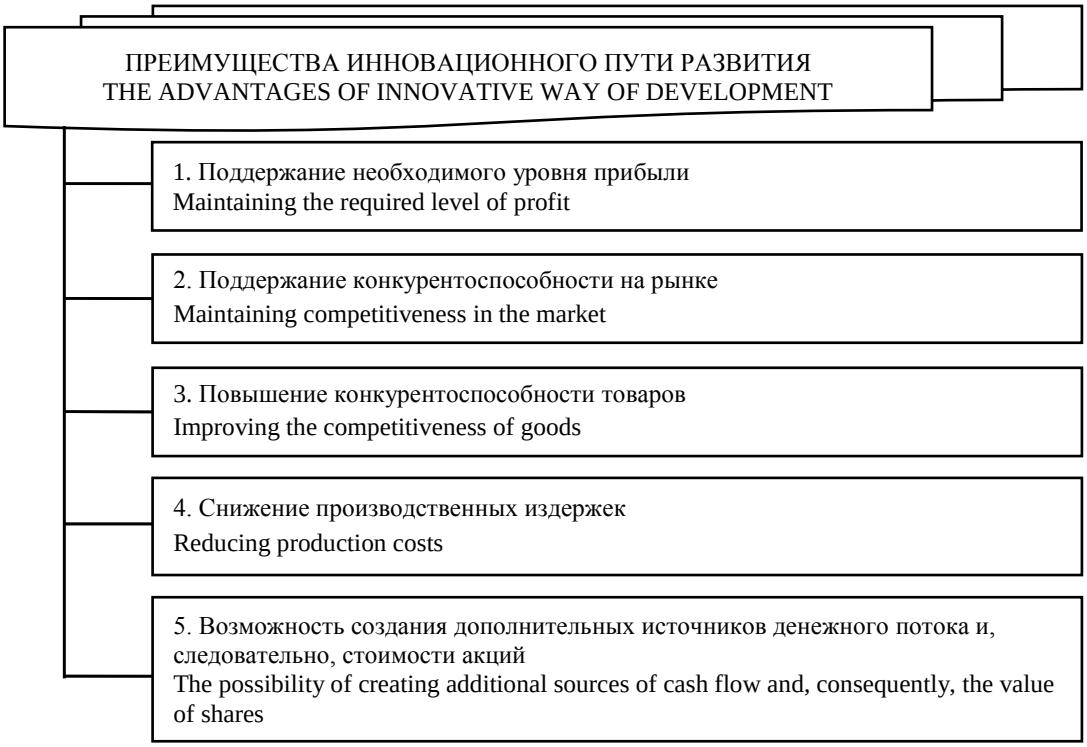


Рисунок 6. Основные преимущества инновационного развития предприятия

Figure 6. The main advantages of innovative development of enterprise

Как правило, разработка инновационной политики развития предприятия начинается с оценки конкурентоспособности предприятия и стратегии конкурентной борьбы. Как показал анализ, возможны три направления конкурентной борьбы:

- снижение издержек на традиционный товар (данный процесс есть инновация);
- совершенствование продукции, на которую уже сформирован коммерческий спрос (такая продукция относится к инновационной);
- выпуск принципиально новой продукции на основе принципиально новой технологии (рассмотренный вид производственного предпринимательства называется венчурным (наиболее рисковые инновации)) [5].

Успешное развитие предприятий в современных условиях во многом зависит от осуществляемой ими инновационной деятельности, которая, в свою очередь, определяется их инвестиционной активностью и привлекательностью, так как внедрение инноваций невозможно без привлечения инвестиций.

Инновационное развитие предприятия и его производственной деятельности предполагает разработку идеи и обоснование инвестиционного проекта, материально-техническое и финансовое обеспечение, управление деятельностью создаваемого при этом объекта, включая ликвидацию или перепрофилирование его в соответствии с изменяющимися внешними условиями и возможностью достижения поставленных инвестором целей.

Концепция инновационного развития может быть представлена основными положениями, которые учитываются при осуществлении инновационного процесса на предприятии:

- оценка текущего экономического положения предприятия;
- выявление ключевых проблем предприятия, в том числе в инновационной сфере;
- определение преимуществ предприятия, в том числе – в инновационной сфере;
- выявление возможностей роста и существующих ограничений;
- разработка стратегии инновационного развития предприятия;
- постановка стратегических целей инновационного развития предприятия;
- определение стратегических задач инновационного развития предприятия;
- формирование ресурсного потенциала инновационного развития предприятия;
- поиск средств реализации процесса инновационного развития;
- поиск способов достижения устойчивости предприятия.

Выбор стратегии – важнейшая составляющая цикла инновационного развития.

В отечественной практике вопрос выбора того или иного типа инновационной стратегии наиболее остро стоит перед предприятиями, обладающими высоким научно-техническим потенциалом и развитой производственной базой, он актуален как для тех, кто имеет сильных конкурентов на внутреннем рынке, так и для монополистов.

Содержание инновационной стратегии обуславливается ее характером, особенностями инновационной деятельности предприятия и взаимосвязями между основными элементами единой организационной стратегии [7-13].

Характер инновационной стратегии определяется рядом особенностей. Особенности планирования проявляются в процессе определения его реальных временных и количественных границ, принципов формирования и распределения всех видов ресурсов предприятия, возможностей применения различных приемов и методов управления нововведениями.

Специфика инновационной стратегии организации зависит от профиля ее деятельности, уровня производственно-технического развития, направленности и объема, реализуемых в производственных и исследовательских подразделениях работ в рамках инновационного цикла по различным видам новшеств, сферы их применения (рисунок 7).

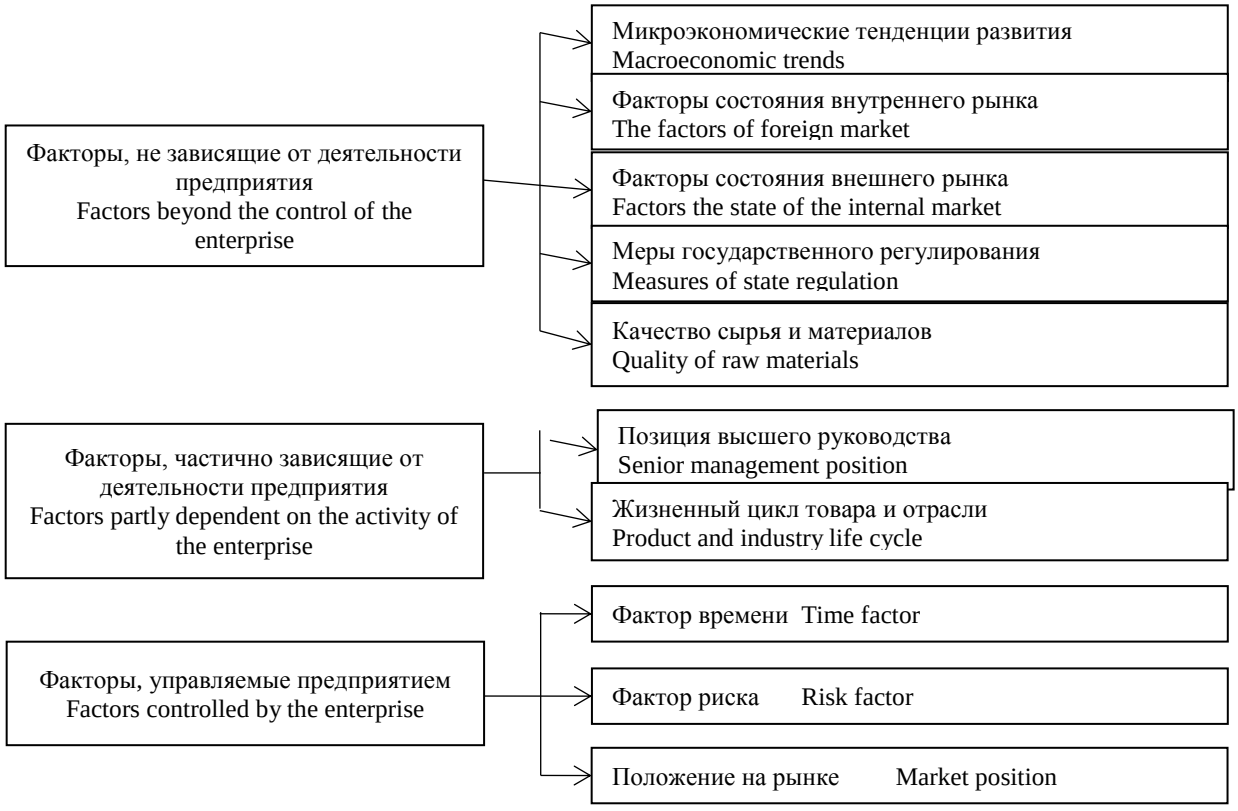


Рисунок 7. Факторы, определяющие выбор стратегии инновационного развития предприятия

Figure 7. The factors that determine the choice of strategy of innovative development of enterprise

В относительно стабильных экономических условиях инновации, как правило, являются исходной базой для повышения конкурентоспособности продукции, расширения и укрепления рыночных позиций, освоения новых областей применения изделий, т. е. активным средством бизнеса, составляющим содержание творческой, наступательной стратегии. В этом классе инновационных стратегий выделяются активные НИОКР; ориентированные на маркетинг; стратегия слияний и приобретений.

Производители, использующие стратегию активных НИОКР, получают самое существенное конкурентное преимущество, которое выражается в оригинальных научно-технических разработках, принципах и методах. Ключевые возможности интенсивности НИОКР обеспечиваются на основе диверсификации, освоения новой продукции и рынков. Задачи управления состоят в мобилизации дополнительных активов, в том числе, знания рынков, для вступления в новые рынки, и постоянном анализе деятельности производственных подразделений с точки зрения выявления возникающих технологических возможностей, а также в проведении внутренней реорганизации, необходимой для освоения новой продукции.

Стратегия, ориентированная на маркетинг, предусматривает целевую направленность всех элементов производственной системы, а также вспомогательных и обслуживающих видов деятельности на поиск средств решения проблем, связанных с выходом новшества на рынок.

Одним из самых распространенных вариантов инновационного развития предприятий является использование стратегии слияний и приобретений, поскольку предполагает меньший риск по сравнению с другими видами активной стратегии, опираясь на уже отлаженные производственные процессы, ориентируясь на освоенные рынки. Результатом реализации такой стратегии является создание новых производств, крупных подразделений, совместного бизнеса на основе объединения ранее самостоятельных структур [5].

Активные инновационные стратегии имеют значительно меньше внутренних отличий, чем адаптационные. Они наиболее эффективны для предприятий, реализующих целый комплекс направлений активной инновационной деятельности.

Конкретный тип инновационной стратегии в отношении новой продукции зависит от ряда факторов, важнейшими из которых являются технологические возможности и конкурентная позиция предприятия.

Технологические возможности определяются внутренними и внешними характеристиками инновационной деятельности.

К внутренним факторам относятся ранее сформировавшийся научный и технико-технологический потенциал, элементами которого являются кадры, портфель патентов.

Внешние проявления технологических возможностей предприятия – наличие и масштаб распространения лицензий, формы и характер взаимоотношений с поставщиками, потребителями.

Конкурентные возможности отражают показатели относительной доли рынка, контролируемой организацией, способность быстро реагировать на динамику рыночных структур и, как следствие этого, гибкий подход к содержанию целей инновационной стратегии организации, и т. д.

Таким образом, конкретный тип инновационной стратегии, прежде всего, зависит от состояния процессов взаимодействия предприятия с внешней средой.

Инновационные стратегии создают особо сложные условия для проектного, фирменного и корпоративного управления, связанные с повышением степени неопределенности результатов. К довольно сложному стратегическому управлению добавляются новые обстоятельства, связанные с резким повышением уровня неопределенности результатов по срокам, затратам, качеству и эффективности, что заставляет развивать такую специфическую функцию как управление инновационными рисками.

Инновационному развитию предприятия сопутствует усиление потока изменений на предприятии в связи с инновационной реструктуризацией. Реализация любой инновационной стратегии связана с неизбежностью перестройки предприятия – его реструктуризации, поскольку изменение состояния хотя бы одного элемента ведет к изменению состояния всех других составляющих. Эти потоки стратегических изменений следует сочетать со стабильными текущими производственными процессами. Потоки инновационных стратегических изменений протекают с учетом различий жизненных циклов изделий, технологий, спроса, товаров, организации. Возникающие задачи управления потоками инновационных стратегических изменений решаются на основе использования логистических принципов.

При реализации стратегии инновационного развития усиливаются противоречия в руководстве предприятия. Выбор и реализация инновационных стратегий неизбежно вызывает противоречие интересов и подходов к управлению у различных групп и отдельных руководителей [7].

Необходимо обеспечить сочетание интересов и согласование решений стратегического, научно-технического, финансового и производственного менеджмента, а также маркетинговых решений.

Предпосылками успешного формирования и осуществления инновационной стратегии служат конкретные условия, в которых она разрабатывается и реализуется, состояние научно-исследовательского сектора, производственных процессов, маркетинга, инвестиционной деятельности, стратегического планирования и их взаимосвязь как основных производственных элементов, общая стратегия организации, организационная структура управления [6].

Наиболее важные факторы, обеспечивающие эффективное формирование и реализацию инновационной стратегии проиллюстрированы на рисунке 8.

Модернизация и инновационное развитие страны, повышение уровня конкурентоспособности компаний, предполагает не только наличие умения разрабатывать, но и реализовывать стратегии.

Процесс разработки стратегии инновационного развития предприятия должен опираться на основные принципы – основополагающие правила, лежащие в основе разработки стратегии, раскрывающие ее сущность и назначение (рисунок 9).

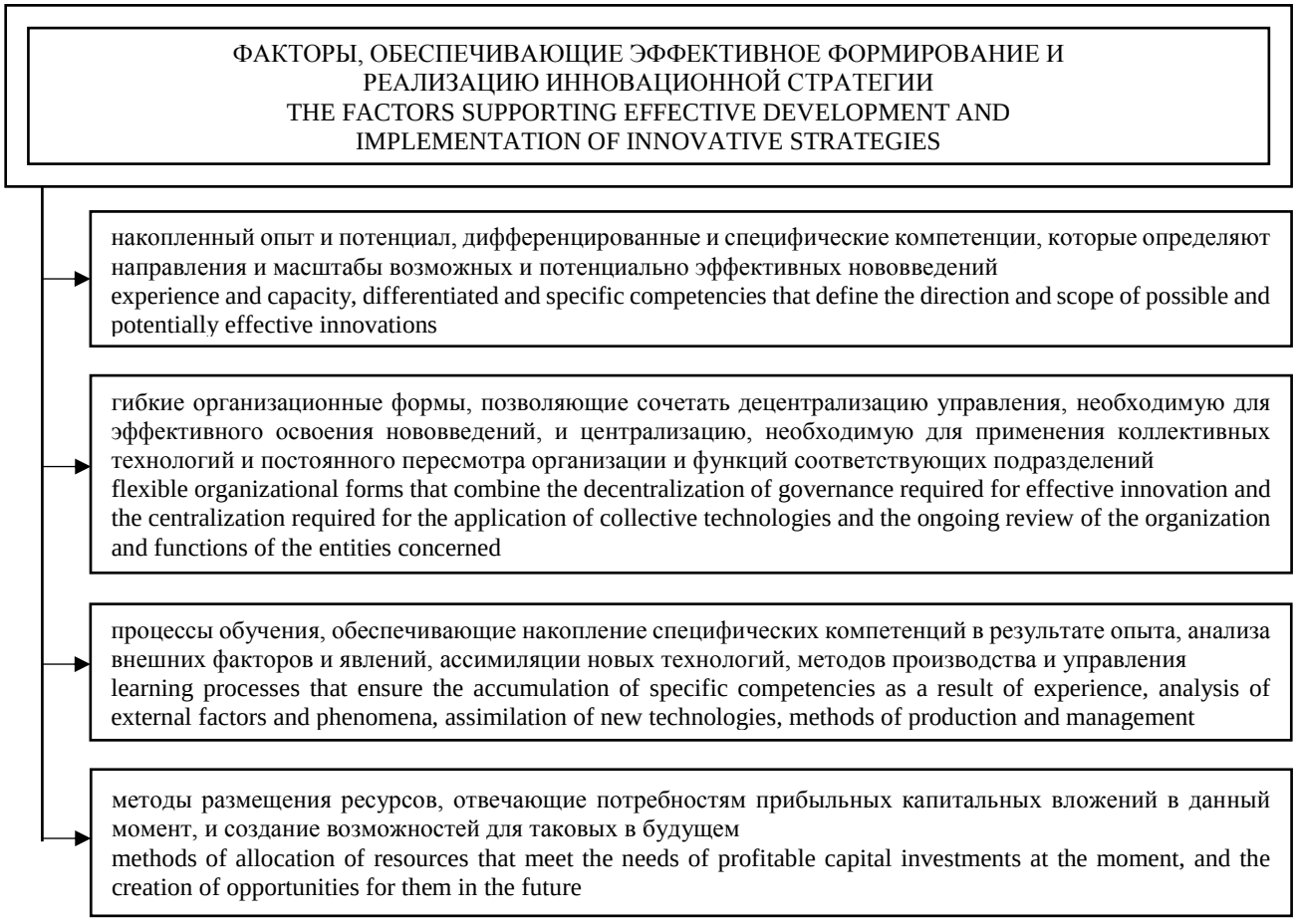


Рисунок 8. Факторы, обеспечивающие эффективное формирование и реализацию инновационной стратегии

Figure 8. The factors supporting effective development and implementation of innovative strategies

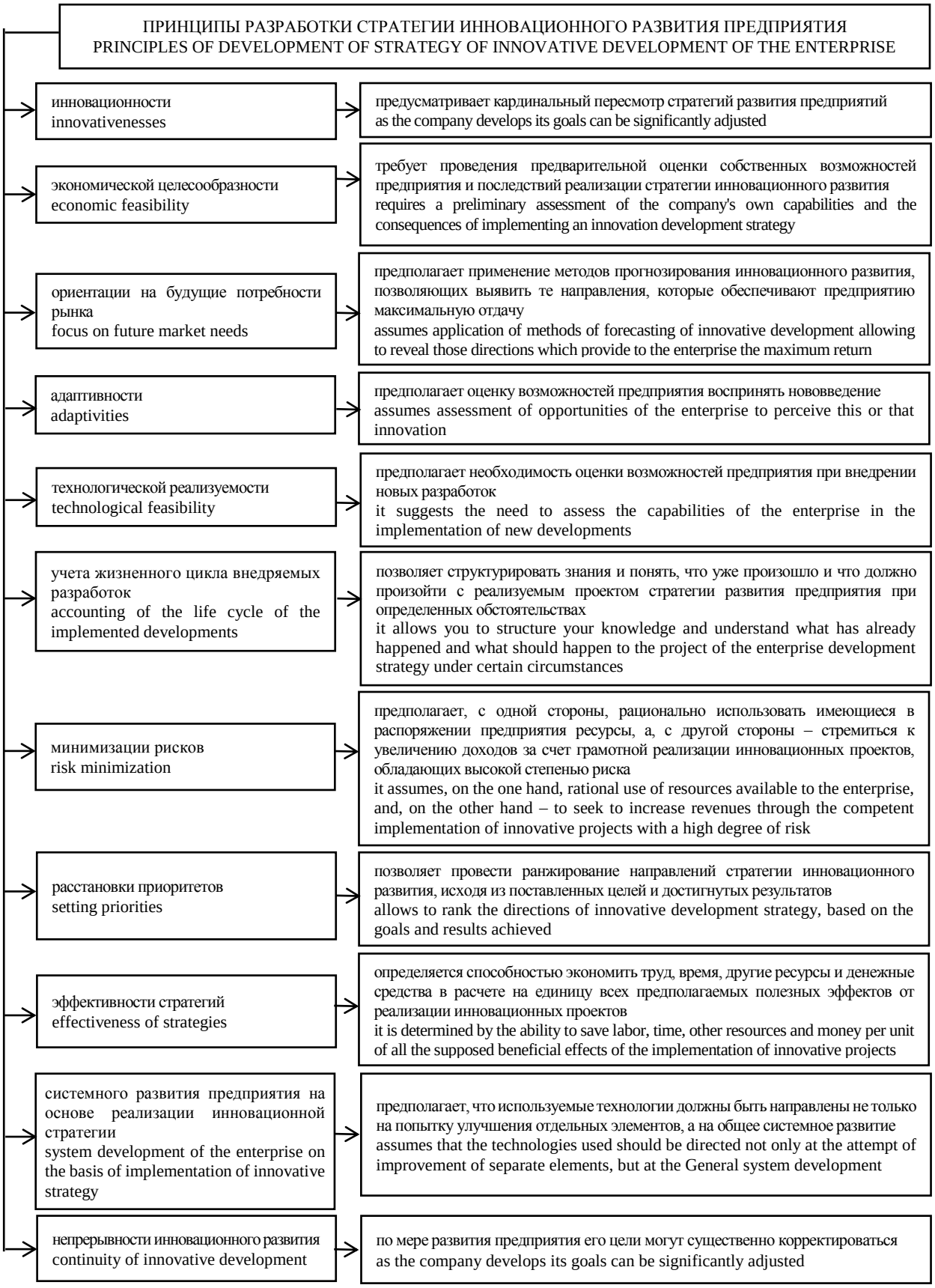


Рисунок 9. Принципы разработки стратегии инновационного развития предприятия

Figure 9. Principles of development of strategy of innovative development of the enterprise

Заключение

Использование перечисленных правил даст возможность повысить эффективность принимаемых управленческих решений при формировании и реализации инновационных стратегий развития предприятий [7].

Формирование инновационного процесса в соответствии со стратегической концепцией инновационного развития предприятия позволит повысить качество принимаемых управленческих решений и обеспечить рост эффективности инновационной деятельности в целом и каждой отдельной инновации в частности.

ЛИТЕРАТУРА

1 Аньшина В.М., Дагаева А.А. Концепции, стратегии и механизмы инновационного развития. М.: Дело, 2014. 246 с.

2 Воронина Л.А., Мищенко Л.Я. Формирование условий устойчивого развития экономических систем // Пищевая технология. 2011. № 2–3. С. 5–8.

3 Горфинкеля В.Я., Попадюк Т.Г. Инновационный менеджмент. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2015. 391 с.

4 Колосова Т.В. Совершенствование методов управления инновационным развитием современного предприятия. Н. Новгород: ННГАСУ, 2013. 129 с.

5 Кривенко Е.И., Стряпчих Е.С., Михайлова А.В. Направления инновационного развития предприятий на основе управленческого инструментария // Экономика и предпринимательство. 2016. № 10. С. 327–331.

6 Кривенко Е.И., Черников В.В., Кривенко Р.А. Управленческий инструментарий в инновационном развитии предприятии // Управление инновационным социально-экономическим развитием предприятий перерабатывающей промышленности на основе ресурсоэффективных механизмов. Воронеж: Воронежский ЦНТИ, 2014. С. 117–127.

7 Рыжкова Т.В., Горелова Л.В. Стратегия инновационного развития предприятия // Вестник Екатерининского института. 2013. № 2 (22). С. 31–40.

8 Kaplan R. S. Strategic performance measurement and management in nonprofit organizations // Nonprofit management and Leadership. 2001. V. 11. №. 3. P. 353-370.

9 Tamer Cavusgil S., Calantone R. J., Zhao Y. Tacit knowledge transfer and firm innovation capability // Journal of business & industrial marketing. 2003. V. 18. №. 1. P. 6-21.

10 Cassiman B., Veugelers R. In search of complementarity in innovation strategy: Internal R&D and external knowledge acquisition // Management science. 2006. V. 52. №. 1. P. 68-82.

11 Chen C. J., Huang J. W. Strategic human resource practices and innovation performance. The mediating role of knowledge management capacity // Journal of business research. 2009. V. 62. №. 1. P. 104-114.

12 Дерканосова А.А. Анализ перспективы производства отечественных кормовых препаратов // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2012. №2. С. 194-196. doi:10.20914/2310-1202-2012-2-194-196.

13 Мистров Л.Е., Дерканосова А.А. Методы информационного воздействия при синтезе стратегий управления конкурентоспособностью социально-экономических организаций // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2013. № 4. С. 282-288. doi:10.20914/2310-1202-2013-4-282-288.

REFERENCES

1 Anshina V.M., Dagaeva A.A. Kontseptsii, strategii i mekhanizmy [Concepts, strategies and mechanisms of innovative development] Moscow, Case, 2014. 246 p. (in Russian)

2 Voronina L.A., Mishchenko L.Ya. Formation of conditions for the sustainable development of economic systems. *Pishchevaya tekhnologiya* [Food technology] 2011. no. 2-3. pp. 5-8. (in Russian)

3 Gorfinkelya V.Ya., Popadyuk T.G. Innovatsionnyi menedzhment [Innovative management] Moscow, UNITY-DANA, 2015. 391 p. (in Russian)

4 Kolosova T.V. Sovershenstvovanie metodov upravleniya [Perfection of methods of management of innovative development of the modern enterprise] Nizhnii Novgorod, NNGASU, 2013. 129 p. (in Russian)

5 Kryvenko E.I., Stryapchikh E.S., Mikhailova A.V. Directions of innovative development of enterprises on the basis of management tools. Ekonomika i predprinimatel'stvo [Economics and entrepreneurship] 2016. no. 10. pp. 327-331. (in Russian)

6 Krivenko E.I., Chernikov V.V., Krivenko R.A. Management tools in the innovative development of the enterprise. Upravlenie innovatsionym sotsial'no-ekonomicheskim razvitiem [Management of innovative socio-economic development of enterprises in the processing industry on the basis of resource-efficient mechanisms] Voronezh, VTsNTI, 2014. pp. 117-127. (in Russian)

7 Ryzhkova T.V., Gorelova L.V. Strategy of innovative development of the enterprise. *Vestnik Ekaterininskogo instituta* [News of the Ekaterininsky Institute] 2013. no. 2 (22). pp. 31-40. (in Russian)

8 Kaplan R. S. Strategic performance measurement and management in nonprofit organizations. Nonprofit management and Leadership. 2001. vol. 11. no. 3. pp. 353-370.

9 Tamer Cavusgil S., Calantone R. J., Zhao Y. Tacit knowledge transfer and firm innovation capability. Journal of business & industrial marketing. 2003. vol. 18. no. 1. pp. 6-21.

10 Cassiman B., Veugelers R. In search of complementarity in innovation strategy: Internal R&D and external knowledge acquisition. Management science. 2006. vol. 52. no. 1. pp. 68-82.

11 Chen C. J., Huang J. W. Strategic human resource practices and innovation performance. The mediating role of knowledge management capacity. Journal of business research. 2009. vol. 62. no. 1. pp. 104-114.

12 Derkanosova A.A. Analysis of prospect of production of domestic fodder preparations. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies] 2012. no. 2. pp. 194-196. (in Russian) doi:10.20914/2310-1202-2012-2-194-196

13 Mistrov L.E., Derkanosova A.A. Methods of information exposure in the synthesis of control strategies of com-petitive stability of a socio-economic organizations. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies] 2013. no. 4. pp. 282-288. (in Russian) doi:10.20914/2310-1202-2013-4-282-288

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Ирина П. Богомолова д.э.н., профессор, зав. кафедрой, кафедра управления, организации производства и отраслевой экономики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, uopioe@yandex.ru

Елена И. Кривенко к.э.н., доцент, кафедра управления, организации производства и отраслевой экономики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, e.krivenko@bk.ru

Елена С. Стряпчих ст. преподаватель, кафедра управления, организации производства и отраслевой экономики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, elena_stryapchih@mail.ru

Татьяна В. Шевалдова ст. преподаватель, кафедра права, педагогики и психологии, Ульяновский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, б-р Новый Венец, 1, г. Ульяновск, 432017, Россия, kafedrappp@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 30.01.2018

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 22.02.2018

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Irina P. Bogomolova Dr. Sci. (Econ.), professor, management, production organization and branch economy department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, uopioe@yandex.ru

Elena I. Krivenko Cand. Sci. (Econ.), associate professor, management, production organization and branch economy department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, e.krivenko@bk.ru

Elena S. Stryapchikh senior lecturer, management, production organization and branch economy department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, elena_stryapchih@mail.ru

Tat'yana V. Shevaldova senior lecturer, chair of law, Pedagogy and Psychology, Ulyanovsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Novy Venets, 1, Ulyanovsk, 432017, Russia, kafedrappp@mail.ru

CONTRIBUTION

All authors equally participated in writing the manuscript and responsible for the plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 1.30.2018

ACCEPTED 2.22.2018

Оригинальная статья/Original article

УДК 360

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-413-418

Стратегические направления социального управления экономикой Воронежской области

Андрей А. Галкин [1] an–9620@rambler.ru
Юрий А. Саликов [2] saural@rambler.ru
Юрий Н. Слепченко [3] slepchenko@rambler.ru

[1] Воронежский экономико-правовой институт, Ленинский пр-т, 119-А, г. Воронеж, 394042, Россия
[2] Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия
[3] Адвокатский кабинет Слепченко Юрия Николаевича, пр-т Патриотов, 31/2, г. Воронеж, 394065, Россия

Реферат. За последние десятилетия в российском обществе произошли значительные изменения. В частности, активно формируется виртуальное информационное и финансовое пространство, где нет привычных границ территорий, развивается в новых формах общественное сознание и социальное общение, происходит масштабный обмен знаниями и манипулирование сознанием. Как следствие этих процессов, в развитии отечественной экономики острейшей и усиливающейся общественной потребностью выступает ее фокусирование на социальных ориентирах. Насущной необходимостью становится создание механизмов: утверждения единообразных, равноправных, общественных основ законности во всех регионах РФ; поддержания гражданского мира; интеллектуального самовоспроизводства нации через соответствующую систему образования, просвещения, здравоохранения; снижения дифференциации доходов; самореализации человека. Длящаяся социальная терпимость – не выражение рабских или героических черт характера российских граждан, а скорее проявление ожиданий от политического процесса того, на что оказалась с налета не способна незрелая рыночная экономика. В данной работе выделены потенциальные факторы стратегического развития региона на примере Воронежской области. На основе анализа ее конкурентных преимуществ обоснованы пять стратегических направлений социального управления экономикой: первое – создание и поддержание здоровой атмосферы устойчивого развития региона; второе – стимулирование совокупного потребительского спроса области; третье – демократизацию капитала; четвертое – социальная ориентация в сельском хозяйстве; пятое – корректировка экологической политики области. Для каждого направления выделены подходы для реализации и распространения. Так, первое направление предполагает: повышение социальной ответственности предпринимателей, всего населения, исполнительных и законодательных органов власти перед обществом. Второе основывается на умелом расширении вмешательства (усиления роли административного регулирования) со стороны региональных и муниципальных органов власти в экономику. Третье должно вовлечь в экономику области значительные инвестиции, расширить и укрепить средний класс, людей живущих не только на заработную плату, но и на другие доходы. Четвертое направление предполагает повышение экономической безопасности страны и сохранение целостности территорий и региона в целом, а пятое – сбережение природных ресурсов и усиление экологического контроля. Рассмотрены механизмы и особенности реализации этих направлений как автономно, так и комплексно.

Ключевые слова: конкурентные преимущества стратегического развития области, стратегические направления социального управления экономикой региона

Strategic directions of social management of the Voronezh region economy

Andrei A. Galkin [1] an–9620@rambler.ru
Yurii A. Salikov [2] saural@rambler.ru
Yurii N. Slepchenko [3] slepchenko@rambler.ru

[1] Voronezh Institute of Economics and Law, Leninsky av., 119–A, Voronezh, 394042, Russia
[2] Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia
[3] Lawyer's office Sleptchenko Yuri Nikolayevich, Patriots Av., 31/2, Voronezh, 394065, Russia

Summary.Over the past decades, Russian society has changed significantly. A virtual information and financial space is being formed, where there are no customary boundaries of territories. Social communication begins to develop in new forms, knowledge is exchanged and social consciousness is manipulated. To develop the economy, the most acute social need is its focus on social landmarks. An urgent need is the creation of mechanisms: the approval of uniform, equitable, social bases of legality in all regions of the Russian Federation; maintenance of civil peace; intellectual self–reproduction of the nation, through the appropriate system of education, education, health; reduction of income differentiation; self–realization of man. The ongoing social tolerance is not an expression of the slavish or heroic traits of the nature of Russian citizens, but rather the manifestation of expectations from the political process of what the immature market economy was not capable of accomplishing. Potential factors of the region's strategic development or its competitive advantages are highlighted in the paper. Five strategic directions of social management of the region's economy are grounded: the first is the creation and maintenance of a healthy atmosphere for sustainable development of the region; the second – stimulation of the aggregate consumer demand of the Voronezh region; the third is the democratization of capital; the fourth – the social orientation in agriculture; the fifth – the adjustment of the environmental policy of the region. For each direction, the distribution approaches are highlighted. So, the first direction involves: increasing the social responsibility of entrepreneurs, the entire population, executive and legislative authorities to society. The second is based on the skilful expansion of the intervention of regional and municipal authorities in the economy. The third should involve considerable investments in the regional economy, expand and strengthen the middle class, people living not only on wages, but also on other incomes. The fourth involves: improving the economic security of the country and preserving the integrity of the territories and the region as a whole. The fifth is aimed at saving natural resources and strengthening environmental control. The mechanisms for implementing these directions are considered.

Keywords:competitive advantages of strategic development of the region, strategic directions of social management of the region's economy

Для цитирования

Галкин А.А., Саликов Ю.А., Слепченко Ю.Н. Стратегические направления социального управления экономикой Воронежской области // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 1. С. 413–418. doi:10.20914/2310-1202-2018-1-413-418

For citation

Galkin A.A., Salikov Ju.A., Slepchenko Ju.N. Strategic directions of social management of the Voronezh region economy. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 1. pp. 413–418. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-1-413-418

Введение

Главная стратегическая цель развития региона – повышение благосостояния всех его жителей. В соответствии с этой целью должны развиваться все экономические отношения в области. Основное содержание этой цели закреплено в Законе воронежской области «О стратегии социально-экономического развития» [1]. Вместе с тем, внешние и внутренние факторы требуют корректировки стратегии, кроме того, формальные нормы автоматически никогда не приведут к планируемому результату. Требуется постоянная работа по корректировке стратегии развития области, разработке и эффективному внедрению механизмов реализации стратегии [2, 9–15].

В данном исследовании авторы считают необходимым отразить стратегические направления социального развития экономики региона.

Основная часть

В настоящее время Воронежская область не относится к числу самых богатых регионов РФ, но согласно статистическим данным последнего десятилетия она достаточно активно развивается, чему, на наш взгляд, способствуют определенные факторы стратегического развития. Обобщая результаты целого ряда соответствующих публикаций, можно выделить следующие основные стратегические конкурентные преимущества области:

1. Крупный по численности населения регион страны;

2. Высокий образовательный и креативный потенциал, наличие широкой сети вузов;

3. Развитый научный потенциал который дает возможность участие предприятий региона в реализации федеральных и областных целевых программ, ориентированных на реформирование и инновационное обновление промышленного и аграрного производства;

4. Крупный индустриальный центр с диверсифицированной структурой. Это преимущество приобретает особую важность при усиливающейся потребности в широкомасштабной модернизации материально-технической базы экономики России;

5. Относительно благоприятные природные условия для развития сельского хозяйства и относительно высокая доля Воронежской области в производстве отдельных видов сельскохозяйственной продукции в России. В том числе и биологически чистых продуктов;

6. Выгодное географическое и транспортное положение, благоприятствующее развитию межрегиональных экономических связей;

7. Широкая институциональная среда, становление и развитие института государственно-частного партнерства;

8. Значительный потенциал строительного и промышленного комплекса;

9. Высокая степень насыщенности учреждениями банковской системы;

10. Наличие разведанных месторождений никелевых и золотоплатиновых руд как потенциальный объект значительных инвестиций;

11. Объективные предпосылки развития туристско-рекреационной сферы и др.

Конкурентные преимущества, действующие экономические санкции против России и ответный протекционизм позволили добиться значительного реального роста экономики сельского хозяйства, есть реальный рост промышленности и услуг. Вместе с тем, важно понимать, на что идет этот рост? Есть ли смысл в этом росте, если значительная часть населения Воронежской области не повышает уровень жизни, а работающие пенсионеры жалуются, что едва могут прокормить себя на пенсию и заработанную плату? Жители области имеют право повышать свое благосостояние.

По нашему мнению, а также мнению ряда экономистов [4, 6], стратегическое направление социального управления экономикой региона следует увязать с созданием и поддержанием здоровой атмосферы устойчивого развития региона. В этой связи важно выделить три направления.

Во-первых, важно повысить социальную ответственность предпринимателей. Всем предпринимателям области необходимо четко понимать, что следует считать главной своей целью. Конкурировать необходимо не просто за высокие прибыли, а за высокие добавленные стоимости, то есть за прибыли и заработные платы. Будут расти доходы населения – будет расти и развиваться экономика всех субъектов. Фирмам необходимо отказаться от теневых форм социально-трудовых отношений: объективно показывать результаты своей деятельности, и платить реальные налоги; отражать белые заработные платы, выстраивать справедливые и прозрачные системы оценки и вознаграждения персонала; устанавливать реальные тарифы на товары и услуги естественных монополий.

Во-вторых, социальная ответственность касается всех людей. Значительная часть населения области работают нелегально, а, значит, эти люди не платят налоги. В области много мигрантов из ближнего зарубежья, нелегально работающих или незаконно приобретающих «законные» права пребывания и работы в нашем регионе. Все эти люди в той или иной степени пользуются «правилом безбилетника»

в отношении получения некоторых льгот социальной защиты, им не отказывают в помощи в медицинских учреждениях, как принято в развитых странах, их детям не предоставляют право получать бесплатное среднее и высшее образование. Эти традиции рано или поздно придется приводить в соответствие с цивилизованными нормами и механизмами их реализации.

В-третьих, свою социальную ответственность перед обществом должны, прежде всего, ощутить исполнительные и законодательные органы власти. В этой связи, наиболее острой проблемой выступает коррупция государственных чиновников. Механизм коррупции, как правило, предполагает выработку противоречивых норм, позволяющих чиновникам вести себя оппортунистически. По-прежнему актуальной стратегией социального управления экономикой Воронежской области, на наш взгляд, является адаптация населения к институту рынка. Население области, необходимо адаптировать к институту рынка, посредством народного контроля ведущих партий региона. Объяснять людям: какие основные нормы рыночного поведения и что такое норма свободы; как можно заработать на фондовом рынке доход сопоставимый с заработной платой; что такое рациональное потребление, и как совершать меньше ненужных покупок. В целом, необходимо повысить обратную связь управления региональными и муниципальными органами власти области с населением. По нашему мнению, важнейшие решения как на местном уровне, так на областном, не должны приниматься без одобрения и учёта мнения населения. Так, достаточно болезненным вопросом для населения воронежской области в последние годы является разработка никеля в Новохоперском и Борисоглебском районах. В этой связи, региональным и местным органам власти необходимо усилить экологический контроль, требовать современного экологически чистого способа добычи и обработки никелевых руд, учитывать мнение местного населения.

Властные органы должны лучше понимать потребности общества и стараться адекватно их реализовывать. Они должны ясно и четко видеть стратегические цели развития области и в соответствии с этими целями строить свою деятельность каждый на своем уровне. Для этого необходимо активно привлекать жителей области в принятии решений по улучшению благосостояния региона путём создания общественных советов, возрождения профсоюзной деятельности в крупных населённых пунктах и возрождения сходов жителей в небольших поселениях.

Региональным и муниципальным органам власти необходимо усилить внимание к проблемам в сферах здравоохранения и образования. Важно прекратить практику «поборов» в детских садиках, школах, поликлиниках и больницах. Создать действующие механизмы ликвидации очередей, обеспечивающие бесплатное устройство в детские садики и больницы, механизмы, уничтожающие коммерциализацию в получении обычного среднего образования, механизмы соблюдения конституционных прав воронежцев, как и других граждан РФ, на достойное бесплатное образование и здравоохранение. Муниципальным и региональным властям важно обеспечить механизмы равноправия всех слоев общества в получении образования, здравоохранения и других общественных благ. Некоторые из таких механизмов подробно отражены в работе [9].

Одним из главных стратегических направлений социального управления экономикой Воронежской области должно стать стимулирование совокупного потребительского спроса. Реализация этой стратегии невозможна без активного вмешательства региональных и муниципальных органов власти в экономику.

Существующие программы финансирования ряда отраслей, такие как: дорожная карта в образовании, здравоохранении, финансирование правоохранительных органов, ипотечного кредитования и другие помогают повышать потребительский спрос. Вместе с тем, здесь требуется серьезная работа (помощь областного правительства) по повышению эффективности механизмов реализации этих программ.

Главные инструменты экономической политики региона – финансовая политика (прежде всего налоговая и бюджетная) и денежно-кредитная. Приоритетным, на наш взгляд, является первый инструмент, так как его элементы действуют непосредственно, напрямую, денежно-кредитная политика в большей степени определяется инструментами национальной денежно-кредитной политикой. Так областные власти не вправе менять федеральные налоги (такие как налог на доходы с физических лиц), но могут отменить или изменить местные налоги, как например, очень болезненный транспортный налог. Для того чтобы доходы областного бюджета не пострадали, необходимо переводить часть теневой экономики в легальную, которая платит налоги.

Важным стратегическим направлением социального управления экономикой воронежской области, на наш взгляд, должна стать демократизация капитала. Мы часто слышим в средствах

массовой информации о нехватке инвестиций. Между тем весьма высоким инвестиционным потенциалом обладает население области. Необходимо проводить демократизацию капитала, то есть обеспечить участие работников в управлении прибылях и собственности. В первую очередь этот процесс должен включать непосредственную продажу акций действующих и создающихся предприятий их работникам, а также другим людям опосредовано через фондовый рынок.

Правительство области должно быть соучредителем многих вновь создаваемых предприятий на территории области. Этот процесс может вовлечь в экономику области значительные инвестиции, расширить и укрепить средний класс, людей, живущих не только на заработную плату, но и на другие доходы, а самое главное, исключить коррупционную составляющую.

Важнейшим стратегическим направлением социального управления экономикой Воронежской области, на наш взгляд, должна стать социальная ориентация в сельском хозяйстве. Здесь следует выделить два генеральных направления. Во-первых, говоря о сельском хозяйстве, необходимо понимать, что его состояние во многом определяет экономическую безопасность страны [3, 5, 7, 8]. Сельскохозяйственные регионы России по-прежнему находятся в глубокой депрессии, несмотря на экономический рост в сельском хозяйстве и Воронежская область не исключение.

Население области, как и страны в целом, в своем большинстве потребляет:

– некачественные сыры из растительных белков и пальмового масла поставляемого нам транзитом через Беларусь и Украину;

– импортное порошковое молоко;

– концентрированный сок из Китая, открыто не рекомендуемый для потребления экспертами по медицине;

– менее качественную и более дешевую, чем отечественная, говядину из Бразилии, Европы, Беларуси и других стран;

– яблоки, фрукты и овощи из разных стран.

Большинство этих продуктов вполне возможно производить в России более качественно (как это делалось ранее при плановой экономике), но сейчас для этого надо поддерживать и развивать, прежде всего, малые формы бизнеса в сельском хозяйстве. Сегодня в сельском хозяйстве, к сожалению, реализуется политика экономики олигархов, в силу чего рост сельхозпроизводства приходится исключительно на развитие агрохолдингов, а должен предполагать повышенную долю фермерского производства. Именно агрохолдинги получают основные льготы, выделяемые на агропромышленный сектор.

Важно четко понимать, что агрохолдинги не решат всех насущных задач, стоящих в сельском хозяйстве. Представители малого бизнеса – фермеры, которые по определению должны получать больше льгот, чем крупный бизнес, их не имеют, т. к. не работают на требуемом для этого уровне механизмы их получения. Создать и обеспечить эффективную работу механизмов поддержки фермерства, крестьянства в сельском хозяйстве – одна из важнейших стратегий социального управления экономикой Воронежской области. Она не должна противоречить развитию агрохолдингов, но должна уменьшить их относительную долю в развитии сельского хозяйства.

Во-вторых, комплексное развитие сельского хозяйства тесно связано с вопросом территориального развития и целостности региона, как и страны в целом. Уровень доходов в сельском хозяйстве недопустимо низкий. В итоге молодые люди, стремящиеся к обеспечению нормальных социальных условий, предпочитают не оставаться в сельскохозяйственных поселениях, а на их места приходят переселенцы из Китая, ближнего зарубежья, других стран. В конечном итоге некоторые сельскохозяйственные поселения могут оказаться с принципиально чуждыми для данной территории событиями, традициями, культурой, что, в свою очередь, вызовет социальное напряжение и конфликты. Данная угроза для области является новой и нехарактерной с историко-культурных точки зрения, поэтому она нуждается в тщательном мониторинге. Для предупреждения и нормализации ситуации необходимо внести стратегические корректировки по соответствующим направлениям развития территорий внутри области и разработать ряд мер по стабилизации ситуации вплоть до чрезвычайных на случай социального обострения.

Не последнее место среди стратегических направлений социального управления экономикой региона должно отводиться экологической политики области. Главный упор необходимо сделать на сбережение природных ресурсов: земельных, водных, растительных и животных, а также на использовании в производствах преимущественно безотходных и экологически чистых технологий. В особом контроле нуждаются заповедники и заказники.

Заключение

В сфере социального управления экономикой Воронежской области на основе анализа ее конкурентных преимуществ, по нашему мнению, следует выделить пять приоритетных направлений стратегического управления: создание и поддержание здоровой атмосферы для устойчивого развития региона; стимулирование совокупного потребительского спроса области; демократизацию капитала; усиление социальной ориентации в сельском хозяйстве; корректировку экологической политики области.

Данные направления могут реализовываться как автономно, так и комплексно с помощью соответствующих мероприятий, программ, проектов. При этом первое направление предполагает повышение социальной ответственности бизнеса и органов власти; второе – усиление роли административного регулирования экономических процессов; третье – вовлечение в экономику области значительных инвестиций, расширение и укрепление так называемого «среднего класса»; четвёртое – повышение экономической безопасности страны и сохранение целостности территорий и региона в целом; пятое – сбережение природных ресурсов и усиление экологического контроля.

ЛИТЕРАТУРА

1 Закон Воронежской области «О стратегии социально-экономического развития Воронежской области на период до 2020 года» от 30 июня 2010 года № 65-оз (с изменениями на: 02.06.2017).

2 Букреев А.М., Рисин И.Е., Трещевский Ю.И. Стратегия социально-экономического развития Воронежской области до 2035 года: особенности разработки, базовые компоненты //Социально-экономическое развитие Воронежской области в долгосрочной перспективе: стратегические приоритеты, цели, механизмы. Доклады региональной научно-практической конференции. Воронеж: Издательство: Истоки, 2017. С. 12–22.

3 Богомолова И.П., Шатохина Н.М. Мониторинг обеспечения продовольственной безопасности Воронежской области //Материалы LIV отчетной научной конференции преподавателей и научных сотрудников ВГУИТ за 2015 год. Воронеж: ВГУИТ,2016. С. 160.

4 Галкин А.А., Бородкина Т.А. Макроэкономические факторы внешней среды российских организаций, определяющие особенности их стратегического менеджмента // Вестник НГИЭИ. 2017. № 7. С. 65–72.

5 Мещеряков Д.А., Галкин А.А. Формирование экономической политики импортозамещения для экономической безопасности современной России // ФЭС: Финансы. Экономика. Стратегия. Научно-практический и методологический журнал. 2015. № 5. С. 38–41.

6 Мещеряков Д.А. Значение институциональной среды в модернизации экономики России. //Стратегия социально-экономического развития общества: управленческие, правовые, хозяйственные аспекты Сборник научных статей 7-й Международной научно-практической конференции. Ответственный редактор А.А.Горохов. Курск: Университетская книга, 2017. С. 190–192.

7 Мизанбекова С.К., Богомолова И.П., Богомолов А.В. направления эффективного развития рынка зерна в аспекте решения проблем продовольственного обеспечения // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2017. Т. 79. № 3 (73). С. 294–303.

8 Кузьменко Н.И., Саликов Ю.А. К вопросу о факторах экономической безопасности в стратегиях развития регионов // Материалы XIX отчетной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава под редакцией С.Л.Иголкина. Воронеж: ВЦНТИ, 2016. С. 39–43.

9 Саликов Ю.А., Галкин А.А., Бородкина Т.А. Возможности совершенствования методов и форм стратегического менеджмента в системе среднего общего образования // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 272–276.

10 Слепченко Ю.Н. Взаимодействие судов с иными государственными органами по защите прав граждан и юридических лиц //Конституции Российской Федерации 20 лет: проблемы реализации и перспективы развития. Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. Воронеж: ООО «Воронеж-Формат», 2013. С. 61–66.

11 Owen J.R., Kemp D. Social management capability, human migration and the global mining industry //Resources Policy. 2017. V. 53. P. 259–266.

12 Mosquera M.E.M. Social Management: A Field that Takes Shape in Diversity //Soziale Vielfalt. 2018. P. 219–227.

13 Gorlovskaya I., Ivanova L. Problems of strategic development of regional and meso-regional securities markets in Russia //Strategic Management. 2016. V. 21. P. 3–12.

14 Vujosevic M. The New Generation of European Sustainable Development Documents and Strategic Development Schemes of Serbia and Montenegro-The Problem of Correspondence //Overcoming Fragmentation in Southeast Europe. 2017. P. 213–256.

15 Kuznetsov Y., Filimonova N., Fedosova R. Strategic development of small businesses in Russian regions. 2014.

REFERENCES

1 O strategii sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya VO [Law of the Voronezh Region "On the Strategy of Social and Economic Development of the Voronezh Region for the Period to 2020" of June 30, 2010 n 65-oz (as amended on: 02.06.2017)] (in Russian).

2 Bukreev A.M., Risin I.E., Treschevsky Yu.I. Strategy of social and economic development of the Voronezh region until 2035: features of development, basic components . Sotsial'no-ekonomichskoe razvitie VO v dolgosrochnoi perspective [Socio-economic development of the Voronezh region in the long term: strategic priorities, goals, mechanisms. Reports of the regional scientific-practical conference] Voronezh, Istoki, 2017. pp. 12–22. (in Russian)

3 Bogomolova I.P., Shatokhina N.M. Monitoring of Food Security in the Voronezh Region. Materialy LIV otchetnoi konferentsii VGUIT [Materials of the LIV Report of the Scientific Conference of Teachers and Scientists of VSUET for 2015] Voronezh, VGUIT, 2016. pp. 160. (in Russian)

4 Galkin A.A., Borodkina T.A. Macroeconomic factors of the external environment of Russian organizations that determine the specific features of their strategic management. *Vestnik NGIEI* [Bulletin of the NSIEI] 2017 no. 7. pp. 65–72. (in Russian)

5 Meshcheryakov DA, Galkin AA Formation of economic policy of import substitution for economic security of modern Russia. *FES* [Finances. Economy. Strategy] 2015. no. 5. pp. 38–41. (in Russian)

6 Meshcheryakov D.A. The importance of the institutional environment in modernizing the Russian economy. Strategiya sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya obshchestva [Strategy of social and economic development of society: administrative, legal, economic aspects Collection of scientific articles of the 7th International Scientific and Practical Conference. The responsible editor AA. Gorokhov] Kursk, Universitetskaya kniga, 2017. pp. 190–192. (in Russian)

7 Mizanbekova S.K., Bogomolova I.P., Bogomolov A.V. directions of effective development of the grain market in the aspect of solving food supply problems. *Vestnik VGUIT*. [Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies] 2017. vol. 79. no. 3 (73). pp. 294–303. (in Russian)

8 Kuzmenko NI, Salikov Yu.A. To the question of factors of economic security in the strategies of regional development. Materialy XIX otchetnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii professorsko-prepodavatel'skogo sostava [Proceedings of the nineteenth scientific and practical conference of the teaching staff under the editorship of S.L.Igolkina] Voronezh, VTsNTI, 2016. pp. 39–43. (in Russian)

9 Salikov Yu.A., Galkin AA, Borodkina TA Possibilities of improving the methods and forms of strategic management in the system of secondary general education. *Vestnik VGUIT*. [Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies] 2016. no. 4. pp. 272–276. (in Russian)

10 Slepchenko Yu.N. Interaction of courts with other state bodies to protect the rights of citizens and legal entities. Konstitutsii RF 20 let [The Constitution of the Russian Federation for 20 years: implementation problems and development prospects. Collection of materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference] Voronezh, OOO Voronezh-Format, 2013. pp. 61–66. (in Russian)

11 Owen J.R., Kemp D. Social management capability, human migration and the global mining industry.Resources Policy. 2017. vol. 53. pp. 259–266.

12 Mosquera M.E.M. Social Management: A Field that Takes Shape in Diversityю Soziale Vielfalt. 2018. pp. 219–227.

13 Gorlovskaya I., Ivanova L. Problems of strategic development of regional and meso-regional securities markets in Russia. Strategic Management. 2016. vol. 21. pp. 3–12.

14 Vujosevic M. The New Generation of European Sustainable Development Documents and Strategic Development Schemes of Serbia and Montenegro-The Problem of Correspondence. Overcoming Fragmentation in Southeast Europe. 2017. pp. 213–256.

15 Kuznetsov Y., Filimonova N., Fedosova R. Strategic development of small businesses in Russian regions. 2014.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Андрей А. Галкин к.э.н., доцент, кафедра менеджмента, Воронежский экономико-правовой институт, Ленинский пр-т, 119-А, г. Воронеж, 394042, Россия, an–9620@rambler.ru

Юрий А. Саликов д.э.н., профессор, кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия,saural@rambler.ru

Юрий Н. Слепченко к.ю.н., доцент, Адвокатский кабинет Слепченко Юрия Николаевича, пр-т Патриотов, 31/2, г. Воронеж 394065, Россия, slepchenko@rambler.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

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

Юрий А. Саликов общее руководство проектом, консультация в ходе исследования

Юрий Н. Слепченко поиск аналитических материалов в отечественных и зарубежных источниках, подготовка первоначального варианта текста

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 07.12.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 31.01.2018

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Andrei A. Galkin Cand. Sci. (Econ.), associate professor, Management department, Voronezh Institute of Economics and Law, Leninsky av., 119-A, Voronezh, 394042, Russia, an–9620@rambler.ru

Yurii A. Salikov Dr. Sci. (Econ.), professor, Economic Security and Financial Monitoring department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia,saural@rambler.ru

Yurii N. Slepchenko Cand. Sci. (Law), associate professor, Lawyer's Office Sleptchenko Yury Nikolaevich, Patriots av., 31/2, Voronezh, 394065, Russia, slepchenko@rambler.ru

CONTRIBUTION

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

Yurii A. Salikov general project management, consultation during the study

Yurii N. Slepchenko search for analytical materials in domestic and foreign sources, preparation of the original text

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 12.7.2017

ACCEPTED 1.31.2018

Оригинальная статья/Original article

УДК 338.436

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-419-426

Методический подход к оценке эффективности функционирования интегрированных формирований – участников локального рынка мясной продукции

Ирина Е. Устюгова [1] ystygova@yandex.ru

[1] Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Реферат. Стабилизация и развитие рынка мясной продукции, повышение эффективности его функционирования в немалой степени зависят от структурных преобразований, направленных на совершенствование интеграционных процессов. Особую актуальность в настоящее время приобретает поиск форм интеграционного взаимодействия, способных объединить эффективными партнерскими связями как можно больше различных субъектов региональной экономики с тем, чтобы сконцентрировать ресурсы на реализации приоритетных направлениях развития региональной социально-экономической системы, повысить эффективность использования производственной и социальной инфраструктуры. В сложившихся условиях приоритетными факторами эффективности становятся: отраслевая специализация и технологическая совместимость субъектов; обоснованность выбора интегратора; концентрация сельскохозяйственного производства; финансово-экономическое и производственно-техническое состояние участников; задействованные механизмы координации и управления; оптимальность пропорций между звеньями технологической цепи; уровень загрузки производственных мощностей; степень удовлетворения сырьевых потребностей за счет внутренних поставок. По нашей оценке, дальнейшее развитие объединений должно носить интенсивно-экстенсивный характер и осуществляться за счет реализации инвестиционно-инновационных программ, направленных на освоение качественно новых технологий и техники, методов организации труда и управления интегрированным производством. Методический инструментарий, использованный нами для обоснования выдвинутых положений и установления закономерностей развития интегрированных структур в региональном АПК, может быть использован для проведения многосторонней оценки эффективности с различным уровнем детализации результатов. Разработанная нами методика комплексной оценки эффективности функционирования интегрированных структур в АПК позволяет: – выявить потенциальные источники роста эффективности функционирования объединения и характер их использования; – установить направления хозяйствования, подверженные снижению эффективности за счет превышения предельных параметров; – спрогнозировать перспективы дальнейшего развития интегрированного формирования, в т.ч. путем изменения состава участников.

Ключевые слова: локальный рынок, мясная продукция, интеграционные формирования

Methodical approach to estimation of efficiency of functioning of the integrated formations – participants of the local market of meat production

Irina E. Ustyugova [1] ystygova@yandex.ru

[1] Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Summary.Stabilization and development of the market of meat products, increase of efficiency of its functioning to a large extent depend on the structural transformations directed on improvement of integration processes. The search for forms of integration interaction that can unite as many different subjects of the regional economy as possible by effective partnerships in order to focus resources on the implementation of priority directions of the regional socio-economic system, improve the efficiency of the use of production and social infrastructure is of particular relevance now. Under the current conditions, the priority factors of efficiency are: industry specialization and technological compatibility; the validity of the choice of an integrator; the concentration of agricultural production; financial, economic, industrial and technical condition of the participants; the mechanisms of coordination and management; the optimality of proportions between the links of the technological chain; the level of capacity utilization; the degree of satisfaction of raw materials needs through domestic supplies. According to our assessment, the further development of associations should be intensive and carried out through the implementation of investment and innovation programs aimed at the development of high-quality new technologies and techniques, methods of labor organization and management of integrated production. The methodological tools used by us to justify the proposed provisions and establish the laws of development of integrated structures in the regional agro-industrial complex can be used to conduct a multilateral assessment of effectiveness with different levels of detail of the results. The method of complex assessment of functioning efficiency of the integrated structures in the agroindustrial complex developed by us allows:-to reveal potential sources of growth of efficiency of functioning of Association and character of their use; – to establish the directions of managing, subject to efficiency decrease due to excess of limit parameters; – to predict prospects of further development of the integrated formation, including by change of structure of participants.

Keywords:local market, meat products, integration formations

Для цитирования

Устюгова И.Е. Методический подход к оценке эффективности функционирования интегрированных формирований – участников локального рынка мясной продукции // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 1. С. 419–426. doi:10.20914/2310-1202-2018-1-419-426

For citation

Ustyugova I.E. Methodical approach to estimation of efficiency of functioning of the integrated formations – participants of the local market of meat production. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 1. pp. 419–426. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-1-419-426

Введение

Стабилизация и развитие рынка мясной продукции, повышение эффективности его функционирования в немалой степени зависят от структурных преобразований, направленных на совершенствование интеграционных процессов. Особую актуальность в настоящее время приобретает поиск форм интеграционного взаимодействия, способных объединить эффективными партнерскими связями как можно больше различных субъектов региональной экономики с тем, чтобы сконцентрировать ресурсы на реализации приоритетных направлениях развития региональной социально-экономической системы, повысить эффективность использования производственной и социальной инфраструктуры [2].

На протяжении длительного периода времени Воронежская область специализировалась на мясном животноводстве, причем весьма результативно. К настоящему времени регион находится на втором месте среди субъектов РФ (уступая лишь Белгородской области) по наращиванию численности поголовья КРС. Анализируя доступные результаты, следует признать, что природой формирования локального рынка мяса и мясной продукции в регионе стали интеграционные процессы трех типов: внутрихозяйственная переработка, договорные отношения, вертикально-интеграционные структуры. Наиболее эффективными оказались интеграционные процессы третьего типа, развитие которых привело к формированию функционально-инфраструктурного каркаса локального рынка мясной продукции. На современном этапе процессы интеграционного взаимодействия продолжают развиваться. Учитывая перспективность данного рынка и его значимость для региональной экономики, развитие интеграционных отношений с участием его агентов, по нашему мнению, следует рассматривать в качестве приоритетного направления регионального развития и осуществлять его регулирование в соответствии с целями и задачами региональной политики. Так, в фокусе регулирования должны оказаться наиболее эффективные участники рынка, отобранные в соответствии со следующими критериями: эффективность (технико-технологическая, организационно-экономическая, социально-экономическая, эколого-экономическая); универсальность; целесообразность; устойчивость.

Процедура экономической интерпретации расчетов состоит из следующих операций:

Выбор уровня детализации анализа и формы представления полученных результатов. Использование разработанных приемов диагностики требует определения уровня детализации анализа результатов в соответствии с целью проводимой оценки (определение общего уровня эффективности, выявление резервов повышения эффективности и пр.) В рамках методики нами предложены четыре уровня детализации, каждому из которых соответствуют различные виды анализа: интегральный, зональный, интегральный и графический [5].

Основная часть

Анализ эффективности функционирования формирования функциональных возможностей диагностических приемов заключается в следующем:

Интегральный анализ позволяет оценить общий уровень эффективности функционирования агропромышленного формирования, в т. ч. его подсистем (сельхозпроизводство, переработка, торговля), и дать экономическую интерпретацию величинам с помощью шкалы (таблица 1).

В результате могут быть выявлены приоритетные направления развития объединения, в т. ч. необходимость оптимизации состава участников и пропорций технологической цепочки и реализации и реализации инновационных программ, освоение новых технологий, методов управления;

Зональный анализ проводится путем выявления на графической плоскости с осями «результативность-оптимальность» зоны размещения точки с координатами, соответствующими значениями аналогичных обобщающих коэффициентов. Характеристика зон (активного развития, стабилизации, деградации системы, оживления) приведена в специально разработанной интеграционной матрице. По результатам анализа может быть описано состояние системы, выявлены условия и направления ее развития [1].

Интервальный анализ строится на сравнении значений обобщающих коэффициентов оптимальности путем определения их абсолютного отклонения друг от друга. Такой подход позволяет избежать возникновения кумулятивного эффекта, механизм действия которого заключается в перекрытии низких значений одного показателей более высоким значением другого. По результатам оценки с использованием разработанной аналитической матрицы могут быть выявлены характер развития и динамика параметров в исследуемой подсистеме, установлены приемлемые в сложившихся условиях инструменты планирования хозяйственной деятельности [4].

Графический анализ проводится путем построения аналитических многоугольников в единой системе координатной осей (рисунок 1). Координаты парных параметров «результативности» и «оптимальности» определяются величиной аналогичных частных коэффициентов.

Таблица 1.

Экономическое содержание интегральных параметров

Table1.

The economic content of the integral parameters

Параметр | Parameter	Изменение | Change	Экономическое содержание | Economic content
Крайняя нижняя граница интервала АЕ (точка А с координатой 0) | The lower limit of the AE interval (point a with the coordinate 0)		
$К^{рез}$, $К^{опт}$, $К^{эф}$	Теоретически не возможно | Theoretically impossible	–
Интервал принадлежности АВ (0;0,9) | AV membership interval (0;0.9)		
$К^{рез}$	Снижается | Decreases	Резервы роста эффективности функционирования за счет дополнительного привлечения ресурсов исчерпаны; | Reserves of growth of efficiency of functioning due to additional attraction of resources are exhausted;
$К^{опт}$		Формирование превысило свои предельные резервы; | The formation has exceeded its limit reserves;
$К^{эф}$		Развитие должно носить интенсивный характер; | The formation has exceeded its limit reserves;
Интервал принадлежности ВС (0,9;1) | The formation has exceeded its limit reserves; |		
$К^{рез}$, $К^{опт}$, $К^{эф}$	Буферная зона | Buffer zone	Погрешность отклонения параметра от 1, вызванного действием внешних неконтролируемых факторов; | The error deviation of the parameter from 1 caused by the influence of external uncontrollable factors;
Медиана интервала АЕ (точка С с координатой 1) | Median of AE interval (point C with coordinate 1)		
$К^{рез}$	Не изменилась по отношению к базе расчета | Has not changed in relation to the calculation base	Резервы роста эффективности за счет дополнительного привлечения ресурсов отсутствуют; | There are no reserves of efficiency growth due to additional resources attraction;
$К^{опт}$		Формирование достигло своих предельных размеров; | The formation reached its limitsizes;
$К^{эф}$		Развитие должно носить интенсивный характер; | Development should be intensive;
Интервал принадлежности CD(1; 1,1) | CD membership interval(1; 1.1)		
$К^{рез}$, $К^{опт}$, $К^{эф}$	Буферная зона | Buffer zone	Погрешность отклонения параметра от 1, вызванного действием внешних неконтролируемых факторов; | The error deviation of the parameter from 1 caused by the influence of external uncontrollable factors;
Интервал принадлежности DE (1,1; 2) | Membership interval DE (1,1; 2)		
$К^{рез}$	Увеличивается | Increases	Существуют резервы повышения эффективности за счет дополнительного привлечения ресурсов; | There are reserves to increase efficiency through additional resource mobilization;
$К^{опт}$		Интегрированное формирование не достигло своих предельных размеров и может расширяться; | Integrated shaping has not reached its maximum size and can expand;
$К^{эф}$		Развитие может носить экстенсивность характер. | Development can be extensive.

Примечания:1. Таблица разработана по результатам собственных исследований;2. $К^{рез}$, $К^{опт}$, $К^{эф}$ – соответственно общий уровень результативности и оптимальности, интегральная эффективность.

Для связи с редакцией: post@vestnik-vsuet.ru



Рисунок 1. Графическое представление результатов анализа в разрезе стадий воспроизводственного процесса

Figure1. Graphical representation of the analysis results in the context of the stages of the reproduction process

Примечание. Рисунок составлен автором по результатам собственных исследований

Преимущество данного вида оценки: диагностике подвергаются частные коэффициенты, что позволяет углубить анализ до уровня стадий воспроизводственного процесса; обеспечивается возможность выявления «резервных» (в которых имеются источники повышения эффективности) и «критических» (в которых превышены предельны параметры) зон хозяйствования [7].

Системные закономерности развития интегрированных структур в АПК Воронежской области.

Для оценки уровня эффективности и выявления закономерностей развития кооперативно-интеграционных процессов в региональном АПК нами был использован описанный выше методический подход. Выборка для анализа в подсистеме «сельскохозяйственное производство» составила 38 объединений, в подсистеме «интеграция» – 13. Аналитический период2014–2017 гг.

Суть установленных закономерностей заключается в следующем:

1. Зависимость уровня эффективности от вида интеграционных отношений и отраслевой специализации предприятия-интегратора. Положительную динамику роста эффективности в подсистеме «сельскохозяйственное производство» (К эф >1,0) демонстрируют объединения, выстроенные на принципах горизонтальной и вертикальной интеграции (в 2010 г. соответственно по 39 и 56%) (таблица 2).

Таблица 2.

Средние интегральные коэффициенты эффективности интегрированных формирований в разрезе районов Воронежской области

Table 2.

The average integral ratios of the effectiveness of integrated units in the context of the Voronezh region

Район | Area	Вид формирований | Type of formations					
	Горизонтально-интегрированные | Horizontally-integrated		Вертикально-интегрированные | Vertically integrated		Технологически несвязанные | Technologically unrelated	
	Кол-во | Number	$К^{эф}$	Кол-во | Number	$К^{эф}$	Кол–во | Number	$К^{эф}$
1	2	3	4	5	6	7
Аннинский | Anna	–	–	–	–	–	–
Бобровский | Bobrovsky	–	–	–	–	3	0,94
Богучарский | Bogucharsky	–	–	–	–	–	–

Продолжение табл. 2

1	2	3	4	5	6	7
Бутурлиновский | Buturlinovsky	–	–	2	1,12	1	0,92
Верхнемамонский | Verkhnemamonsky	–	–	–	–	–	–
Верхнехавский | Verkhnekhavsky	1	1,21	1	0,91	–	–
Воробьевский | Vorob	–	–	–	–	–	–
Грибановский | Gribanovsky	1	0,87	–	–	1	0,81
Калачеевский | Kalacheevsky	–	–	–	–	–	–
Каменский | Kamensk	1	0,87	–	–	–	–
Кантемировский | Kantemir	–	–	–	–	–	–
Каширский | Kashira	2	1,13	–	–	–	–
Лискинский | Liski	–	–	–	–	–	–
Нижнедевицкий | Petropavlovsk	–	–	2	1,00	1	1,06
Новоусманский | Novousmansky	–	–	–	–	–	–
Новохоперский | Novokhopersky	2	0,97	2	0,81	–	–
Ольховатский | Biology	–	–	–	–	–	–
Острогожский | Ostrogozhsky	2	1,14	–	–	2	0,86
Павловский | Pavlovsky	–	–	–	–	–	–
Панинский | Paninsky	–	–	1	0,98	–	–
Петропавловский | Petropavlovsky	–	–	–	–	–	–
Поворинский | Povorinsky	–	–	–	–	1	0,53
Подгоренский | Podgorensky	2	1,13	–	–	–	–
Рамонский | Ramon	–	–	–	–	–	–
Репьевский | Repevsky	2	0,88	–	–	2	0,85
Россошанский | Rossoshansky	4	0,99	–	–	–	–
Семилукский | Semiluki	–	–	–	–	–	–
Таловский | Talovsky	–	–	1	1,26	–	–
Терновский | Ternovsky	–	–	–	–	–	–
Хохольский | Khokholsky	1	0,96	–	–	–	–
Эртильский | Ertil	–	–	–	–	–	–
Средние по области | Average by region	18	1,02	9	1,03	11	0,87

Примечание. Таблица составлена авторам по результатам собственных исследований

Кроме этого, данные структуры занимают верхние позиции областного рейтинга (в 2017 г. соответственно 6 и 3 из первых 10 позиций). Стабильно высокий уровень эффективности имеют формирования с интеграторами ООО «Заречное», ООО «Мираторг», ООО «Экопродукт». Лидирующие позиции в рейтинге эффективности интеграционного взаимодействия (в подсистеме «интеграция») занимают объединения, в состав которых входят крупные свино- и птицекомплексы [2].

2. Цикличность развития и обусловленность функциональной зависимости видом интеграции. По результатам исследований установлено, что наиболее распространенными видами зависимости величины интегрального коэффициента эффективности от времени (в 95% выборки) является sin-образная и cos-образная функциональные зависимости. Реже встречается линейная нисходящая зависимость (рисунок 2).

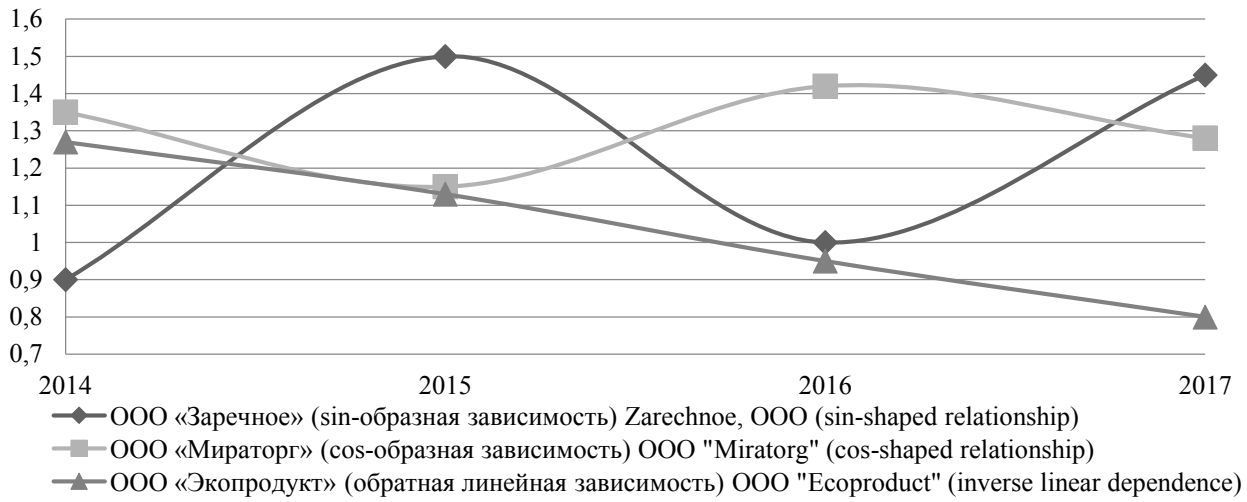


Рисунок 2. Типовые функциональные зависимости интегрального коэффициента эффективности от времени в интеграционных формированиях АПК Воронежской области

Figure 2. Typical functional dependences of the integral coefficient of efficiency on time in the integration formations of the Voronezh region AIC

Примечание. Рисунок составлен автором по результатам собственных исследований

Sin-образная зависимость отражает опережающую тенденцию и экстенсивно-интенсивный характер развития объединения. Достигнутый уровень эффективности обусловлен проявлением первичного интеграционного эффекта, в т. ч. краткосрочного синергетического. В такой ситуации объективно необходимым является разработка и реализация мероприятий по отладке организационно-экономического механизма взаимодействия участников, оптимизации их состава и производственных параметров в целях укрепления хозяйственного потенциала структуры [6].

Cos-образная зависимость характеризует запаздывающую тенденцию и интенсивно-экстенсивный характер развития. Достигнутый уровень эффективности – результат проявления вторичного интеграционного эффекта, в т. ч. долгосрочного синергетического. Такой тип эффективности более устойчив к снижению в условиях динамично меняющейся внешней среды. Наряду с эффектом масштаба, имеющим место на начальных этапах развития, проявляется эффект опыта в результате согласованного взаимодействия участников в единой производственной системе.

Распределение аналитической совокупности формирований по выделенным типам зависимостей представлено в таблице 3.

Таблица 3.

Распределение интеграционных структур АПК Воронежской области по типам функциональных зависимостей

Table 3.

The distribution of the integration structures of agro industrial complex of the Voronezh region types of functional dependencies

Вид формирований Type of formations		Тип зависимости Type of dependency			Период цикла развития, лет The period of the cycle of development, years	
		sin-образная sin-shaped	cos-образная cos-shaped	линейная нисходящая linear downward	sin	cos
Горизонтально-интегрированные Horizontally-integrated	Кол-во Number	10	8	0	5,20	5,25
	%	56	44	-		
Вертикально-интегрированные Vertically integrated	Кол-во Number	2	7	0	5,00	5,14
	%	22	78	-		
Технологически несвязанные Technologically unrelated	Кол-во Number	3	6	2	4,67	4,67
	%	27	56	18		
По выборке в целом For the sample as a whole	Кол-во Number	15	21	2	4,95	5,01
	%	40	55	5		

Примечание. Таблица составлена авторам по результатам собственных исследований

В совокупности горизонтально-интегрированных формирований преобладает sin-образная зависимость (56%), что объясняется действием эффекта масштаба. Подавляющее большинство вертикально-интегрированных структур (78%) развивается по cos-образной циклической кривой, что является результатом компиляции эффекта масштаба и эффекта опыта. Средний период цикла развития при любой функциональной зависимости составляет 4–5 лет.

Преобладание среди аналитической совокупности cos-образной функции развития доказывает общепринятое утверждение о том, что производственный потенциал интегрированных формирований наиболее полно используется к 4–5 году совместного функционирования участников. Данной закономерностью подтверждается и то, что создание формирований, составляющих указанную совокупность, следует считать экономически целесообразным, а сами объединения – целостными производственными системами, от которых в перспективе следует ожидать высоких производственно-экономических результатов.

3. Преобладание экстенсивно-интенсивного характера развития объединений. Существенная доля организаций выборочной совокупности (в 2014 г. – 45%, в 2015 г. – 60%, в 2016 г. – 50%, в 2017 г. – 39% по показателям в подсистеме "сельскохозяйственное производство"; 60% в 2010 г. по показателям в подсистеме"интеграция") находится в фазе активного развития. Это свидетельствует о том, что: объединения обладают производственным потенциалом, который не реализуется в полной мере; имеют неиспользуемые резервы повышения эффективности за счет вовлечения в оборот дополнительных объемов ресурсов; развиваются нарастающими темпами; высока вероятность проявления положительного синергетического эффекта. В качестве представителей данной категории следует отметить объединения ООО «Мираторг», ООО «Экопродукт».

Оценка эффективности функционирования интегрированного формирования ООО «Заречное».

С использованием данных агропромышленного объединения ООО «Заречное» Воронежской области нами был проведен углубленный анализ эффективности функционирования в подсистемах "сельскохозяйственное производство" и "интеграция" до уровня стадий воспроизводственного процесса. По результатам оценки установлено следующее:

– приоритетными направлениями повышения эффективности в подсистеме "сельскохозяйственное производство" являются: увеличение объемов финансирования, повышение продуктивности хозяйствования (в первую очередь в животноводстве), повышение уровня материальной заинтересованности работников (рисунок 2); в подсистеме "интеграция" – углубление степени переработки сельскохозяйственного сырья и пр. Выбор указанных сфер обусловлен значениями частных коэффициентов результативности и оптимальности(К рез j >1, К опт j >1) и их соотношением между собой (К опт j > К рез j);

– "критическими" сферами являются: недостаточно эффективное использование имеющихся базовых и обеспечивающих ресурсов. В частности, снижается выход кормовых единиц с 1 баллогектра сельхозугодий. В перспективе возможно ухудшение результативности использования кормов для выращивания свиней и получения молока [1].

Заключение

Нами установлено, что эффективность развития интегрированных структур в АПК Воронежской области обусловлена действием закономерностей системного характера. В сложившихся условиях приоритетными факторами эффективности становятся: отраслевая специализация и технологическая совместимость субъектов; обоснованность выбора интегратора; концентрация сельскохозяйственного производства; финансово-экономическое и производственно-техническое состояние участников; задействованные механизмы координации и управления; оптимальность пропорций между звеньями технологической цепи; уровень загрузки производственных мощностей; степень удовлетворения сырьевых потребностей за счет внутренних поставок.

По нашей оценке, дальнейшее развитие объединений должно носить интенсивно-экстенсивный характер и осуществляться за счет реализации инвестиционно-инновационных программ, направленных на освоение качественно новых технологий и техники, методов организации труда и управления интегрированным производством. Методический инструментарий, использованный нами для обоснования выдвинутых положений и установления закономерностей развития интегрированных структур в региональном АПК, может быть использован для проведения многосторонней оценки эффективности с различным уровнем детализации результатов. Разработанная нами методика комплексной оценки эффективности функционирования интегрированных структур в АПК позволяет:

– выявить потенциальные источники роста эффективности функционирования объединения и характер их использования;

– установить направления хозяйствования, подверженные снижению эффективности за счет превышения предельных параметров;

– спрогнозировать перспективы дальнейшего развития интегрированного формирования, в том числе путем изменения состава участников.

ЛИТЕРАТУРА

1 Сироткина Н.В., Рублевская А.А. Механизм формирования эффективных интегрированных структур в АПК // Вестник Тихоокеанского государственного университета. 2012. № 1. С. 221–230.

2 Сироткина Н.В., Рублевская А.А. Формирование и функционирование интегрированных хозяйственных образований пищевой промышленности. Воронеж, 2012. 260 с.

3 Булгакова И.Н., Вертакова Ю.В. Использование теории игр при управлении территориальным развитием (на примере оценки эффективности интегрированных структур) // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. 2017. № 2(104). С. 61–67.

4 Баутин В.М., Филатова М.В., Стукало О.Г. Формирование и развитие индустрии продовольствия региона: факторы, предпосылки, механизмы, перспективы // ФЭС: Финансы. Экономика. Стратегия. 2015. № 9. С. 37–39.

5 Стукало О.Г., Устюгова И.Е., Негороженко Ю.В. Совершенствование продовольственной безопасности на основе интеграционных процессов в агропромышленном комплексе региона // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4.

6 Coase R. New Institutional Economics // American Economic Review. 1998. № 2. P. 72–74.

7 Crawford J., Olleson S. The Nature and Forms of International Resposibility // International Law. 2003. – P.452

8 Etzioni A. Organization Control Strukture // Handbook of Organizations. P. 16.

9 Kastells M. Information era: economy, society, culture. M.: GU VSHE, 2000. 608 p.

10 Stiglitz J., Akerlof G., Spence M. L'asymetrie au coeur de la nouvellemicroeconomie // Problems econ. 2001. № 2734. P.19–24.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Ирина Е. Устюгова ст .преподаватель, кафедра управления, организации производства и отраслевой экономики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, ystygova@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Ирина Е. Устюгова Полностью подготовила рукопись и несет ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 29.12.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 08.02.2018

REFERENCES

1 Sirotkina N.V. et al. Mechanism of formation of the effective integrated structures in agriculture. *Vestnik Tikhookeanskogo GU* [Bulletin of Pacific St state University] 2012. no. 1. pp. 221–230. (in Russian)

2 Sirotkina N.V. et al. Formirovanie I funktsionirovanie integrirovannykh khozyaistvennykh obrazovanii [Formation and functioning of integrated economic edutions of the food industry] Voronezh, 2012. 260 p. (in Russian)

3 Bulgakova I.N., Vertakova Yu. V. The use of game theory in the management of territorial development (for example, the evaluation of the effectiveness of integrated structures). *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta* [Proceedings of Saint-Petersburg SEU] 2017. no. 2(104). pp. 61–67. (in Russian)

4 Bautin V.M., Filatov M.V., Stukalo O.G. Formation and development of food industry in the region: factors, assumptions, mechanisms, prospects. *FES* [Finance. Economy. Strategy]2015. no. 9. pp. 37–39. (in Russian)

5 Stukalo O.G., Ustyugova I.E., Negorozhenko YuV. Improving food security on the basis of integration processes in the agroindustrial complex of the region. *Vestnik VGUIT*. [Vestnik VSUET] 2016. no. 4. (in Russian)

6 Coase R. New Institutional Economics. American Economic Review. 1998. no. 2. pp. 72–74.

7 Crawford J., Olleson S. The Nature and Forms of International Resposibility. International Law. 2003. pp. 452

8 Etzioni A. Organization Control Strukture. Handbook of Organizations. pp. 16.

9 Kastells M. Information era: economy, society, culture. Moscow, GU VSHE, 2000. 608 p.

10 Stiglitz J., Akerlof G., Spence M. L'asymetrie au coeur de la nouvellemicroeconomie. Problems econ. 2001. no. 2734. pp.19–24

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Irina E. Ustyugova senior lecturer, management, organization of production and industrial economy department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, ystygova@yandex.ru

CONTRIBUTION

Irina E. Ustyugova Completely prepared the manuscript and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 12.29.2017

ACCEPTED 2.8.2018

Оригинальная статья/Original article

УДК 63:620.96

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-427-431

Опыт функционирования молочного кластера Воронежской области в аспекте соблюдения критериев экономической эффективности

Александр В. Котарев [1] uprav@agroeco.vsau.ru
Алена О. Котарева [1]
Иван В. Лесников [2] info@apkvrn.ru

[1] Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I
[2] Воронежский областной центр информационного обеспечения АПК

Реферат. В статье дан анализ тенденций развития сектора молочного животноводства на основе формирования молочного кластера. Показано, что структура молочного скотоводства Воронежской области выстроена в виде молочного кластера, в функционировании которого принимают участие большинство существующих предприятий молочной отрасли. Наиболее крупными участниками молочного кластера являются: ООО «ЭкоНиваАгро», ГК «Молвест», Агрохолдинг «Дон-Агро». В кластере осуществляются все операции процесса производства цельномолочной продукции, начиная от производства кормов и разведения племенных животных и заканчивая доставкой готовой продукции до конечных потребителей. Также в кластер вошли вспомогательные организации, осуществляющие научное, образовательное, исследовательское и ветеринарное сопровождение всей производственной цепочки. В рамках кластера налажено эффективное взаимодействие всех его участников, необходимое для получения молока и молочной продукции высокого качества. Достоинством молочного кластера в Воронежской области является возможность предоставления адресных льгот организациям, имеющим важное значение для экономики региона, а государство получает возможность регулирования инновационной деятельности, инвестиционных потоков и оценки эффективности финансовых вложений. Реализация инвестиционных проектов в животноводстве в среднесрочной перспективе (на период до 2020 года) позволит увеличить производство молока на 30%. Экономическая эффективность молочного скотоводства – это совокупная категория, которая отражает влияние технологических, экономических, социальных и экологических факторов на результативность производства. Кластерное развитие отрасли молочного скотоводства Воронежской области позволяет получить положительный синергический эффект, снизить транзакционные издержки, повысить генетический потенциал молочного скота

Ключевые слова: молочное скотоводство, молочный кластер, производство молока, Воронежская область

The experience of functioning of the dairy cluster of the Voronezh region in the aspect of observing the criteria of economic efficiency

Alexander V. Kotarev [1] uprav@agroeco.vsau.ru
Alyona O. Kotareva [1]
Ivan V. Lesnikov [2] info@apkvrn.ru

[1] Voronezh state agrarian University named after Emperor Peter I
[2] Voronezh regional center of informational support of AIC

Summary.In the article the analysis of tendencies of development of sector of dairy animal industries on the basis of formation of a dairy cluster is given. It is shown that the structure of dairy cattle breeding in the Voronezh region is built in the form of a milk cluster, in the functioning of which most of the existing enterprises of the dairy industry take part. The largest participants of the dairy cluster are: EkoNivaAgro LLC, GK Molvest, Agroholding Don-Agro. In the cluster, all the operations of the whole milk production process are carried out, starting from the production of feed and breeding of breeding animals and ending with the delivery of finished products to the end users. Also, the cluster included auxiliary organizations that carry out scientific, educational, research and veterinary support of the entire production chain. Within the framework of the cluster, effective interaction of all its participants is established, which is necessary for obtaining high quality milk and dairy products. The advantage of a dairy cluster in the Voronezh region is the opportunity to provide targeted benefits to organizations that are important for the economy of the region, and the state gets the opportunity to regulate innovation, investment flows and evaluate the effectiveness of financial investments. The implementation of investment projects in animal husbandry in the medium term (for the period until 2020) will increase milk production by 30%. The economic efficiency of dairy cattle is a cumulative category that reflects the impact of technological, economic, social and environmental factors on the productivity of production. Cluster development of the dairy cattle breeding industry in the Voronezh Region allows obtaining a positive synergistic effect, reducing transaction costs, and increasing the genetic potential of dairy cattle.

Keywords:dairy farming, dairy cluster, milk production, Voronezh region

Введение

Важнейшим условием устойчивого развития агропромышленного комплекса является его конкурентоспособность, которая определяется конкурентоспособностью производимой продукции, отдельных отраслей и сельскохозяйственных товаропроизводителей. Молочное скотоводство необходимо рассматривать не только как основную отрасль сельского хозяйства, производящую незаменимый продукт питания и основу уклада жизни в сельской местности, но также как важнейший вид аграрного бизнеса.

Основным критерием экономической эффективности молочного скотоводства является максимальное производство необходимой обществу конкурентоспособной сельскохозяйственной

Для цитирования

Котарев А.В., Котарева А.О., Лесников И.В. Опыт функционирования молочного кластера Воронежской области в аспекте соблюдения критериев экономической эффективности // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 1. С. 427–431. doi:10.20914/2310-1202-2018-1-427-431

For citation

Kotarev A.V., Kotareva A.O., Lesnikov I.V. The experience of functioning of the dairy cluster of the Voronezh region in the aspect of observing the criteria of economic efficiency. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 1. pp. 427–431. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-1-427-431

продукции с единицы земельной площади при наименьших затратах в расчете на единицу продукции. В настоящее время широко распространена позиция исследователей экономической эффективности аграрного производства, в соответствии с которой для изучения категории экономическая эффективность ее подразделяют на несколько составляющих: производственно-технологическая эффективность; производственно-экономическая эффективность; социально-экономическая эффективность; эколого-экономическая эффективность [2].

Появление региональных специализированных агропромышленных кластеров в последнее время обусловлено рыночной ситуацией и усилением конкуренции между игроками отраслевого рынка. Кластер – совокупность существующих в территориальной близости и функциональной зависимости друг от друга субъектов деятельности с устойчивыми отношениями между собой.

Активизировалось формирование региональных молочных кластеров. К основным положительным моментам создания кластеров в молочном скотоводстве можно отнести широкие возможности для их инновационного развития, более полную реализацию эффекта масштаба производства и сравнительные преимущества отрасли в регионах России. В связи с этим актуальным становится изучение принципов функционирования и опыта эффективного развития кластеров в АПК [4].

Отметим, что кластерные процессы вследствие взаимодействия природно-экономических, технико-технологических, организационных, социальных и других факторов проявляются довольно специфически, так как, являясь формой вертикальных и горизонтальных взаимосвязей, кластер соединяет различные по характеру сферы общественного производства: сельское хозяйство, промышленность, торговлю, финансовую и производственную инфраструктуры. При этом, специфика и особенности сельскохозяйственного производства, в котором экономические и природные процессы воспроизводства переплетаются друг с другом, придают кластеру особый характер и специфические черты [3].

За последние годы в Воронежской области достигнута устойчивая положительная динамика развития отрасли молочного скотоводства. Этого удалось достичь, во многом благодаря применению именно кластерного подхода. Положительная динамика развития сектора молочного животноводства привела к формированию молочного кластера.

Результаты и обсуждение

Вся структура молочного скотоводства Воронежской области выстроена в виде регионального молочного кластера (рисунок 1).



Рисунок 1. Структура молочного кластера Воронежской области

Figure 1. The structure of the dairy cluster in Voronezh region

В функционировании молочного кластера принимают участие большинство из существующих на сегодня предприятий молочной отрасли. Кроме этого в кластере завязан весь процесс производства цельномолочной продукции, начиная от производства кормов и разведения племенных животных, и заканчивая доставкой готовой продукции до конечных потребителей. Также в кластер вошли и вспомогательные организации, осуществляющие научное, образовательное, исследовательское и ветеринарное сопровождение функционирования всей производственной цепочки.

В рамках кластера налажено эффективное взаимодействие всех его участников, что необходимо для получения молока и молочной продукции самого высокого качества. Наиболее крупными участниками молочного кластера являются: ООО «ЭкоНиваАгро», ГК «Молвест», Агрохолдинг «Дон-Агро».

Таблица 1.

Крупнейшие холдинги по объему производства сырого молока за 2016 год

Table 1.

The largest holdings in terms of raw milk production in 2016

Сельхозпредприятия Agricultural enterprise	Комплексы (фермы) Complexes (farms)	тонн tons	% от областного производства % of regional production
ООО "ЭкоНиваАгро" LLC “EkoNivaAgro”	8	148110	27,5
ОАО "Молвест" OJSC "Molvest"	5	50584	9,4
ГК "Дон-Агро" GC “Don-Agro”	6	41643	7,7
ГК "Продимекс" GC "Prodimex"	13	26200	4,9
ООО "АгроТехГарант" LLC "AgroTehGarant"	7	20846	3,9
Итого: Total:	39	287383	53,4

Из данных таблицы 1 видно, что доля агрохолдингов в 2016 году составила более 53%от областного объема производства сырого молока.

В целом, в Воронежской области производство молока осуществляет порядка 200 СХП и КФХ. Их удельный вес в общем объеме составляет свыше 60% и ежегодно увеличивается с учетом неуклонного снижения (приведения в соответствие) численности поголовья и объемов производства в ЛПХ. Производство молока за 2016 год составило 828,9 тыс. тонн, в том числе в крупнотоварном секторе – 538,2 тыс. тонн (соответственно + 62 тыс. тонн к уровню 2015 года или 113%, +255,1 тыс. тонн к уровню 2008 года или 190%).

За последние несколько лет поставки молока сырья на промпереработку возросли на 150 тыс. тонн (ежегодно на 30–40 тыс. тонн). Общее поголовье коров (СХП + КФХ) превышает 135,3 тыс. голов, из которых более 90 тыс. голов – молочного направления. Поголовье крупного рогатого скота и коров устойчиво увеличивается на протяжении последних шести лет (на фоне его сокращения по России в целом).

Рост производства молока в регионе в значительной мере обусловлен ежегодным вводом в эксплуатацию 2–3-х молочных комплексов от 1200 до 5000 голов коров. За период с 2006 по 2015 год было введено в эксплуатацию 15 молочных комплексов. В 2016 году в регионе открыто два новых молочных комплекса на 5000 и 2800 голов дойного стада. В 2017 году приступили к строительству 4-х комплексов на 1200 и 2200 и двух по 2800 голов. В 2018 году запланировано строительство еще четырех. Это позволит региону уже в 2020 году увеличить объем производства молока до 1 миллиона 100 тыс. тонн.

Одновременно со строительством крупных ферм в Воронежской области активно применяется метод реконструкции имеющихся средних ферм на 400 – 600 голов, где стоимость 1 скотоместа в 2–3 раза дешевле [1].

Еще одним важным преимуществом кластера является возможность доступа к информации: маркетинговой, инновационной,

технологической, ценовой и т. д. Участие в кластере предоставляет также преимущества в плане инноваций: доступ к новым технологиям, прогрессивным методам работы, возможности быстрого реагирования на условия изменяющейся внешней среды (поставщики и потребители).

Объединение и сотрудничество внутри кластерного образования помогает разделить высокие затраты и риски при освоении инноваций, управление которыми не возможно в условиях отдельных сельхозорганизаций. Поэтому, с позиций рассмотрения преимущества экономики региона, молочный кластер можно рассматривать как точку роста внутреннего рынка [5–10].

Достоинством молочного кластера в Воронежской области также является возможность предоставление адресных льгот организациям, имеющим важное значение для экономики региона, а государство получает возможность регулирования инновационной деятельности, инвестиционных потоков и оценки эффективности финансовых вложений. Реализация инвестиционных проектов в животноводстве в среднесрочной перспективе (на период до 2020 года) позволит увеличить производство молока на 30%.

Таким образом, по результатам исследования сделаем вывод, что экономическая эффективность молочного скотоводства – это совокупная категория, которая отражает влияние технологических, экономических, социальных и экологических факторов на результативность производства.

Поэтому, считаем, что при определении экономической эффективности развития молочного скотоводства кроме прямого соизмерения результатов и затрат необходимо также учитывать изменение социальных условий работников отдельных предприятий и населения в целом, а также сохранение экологичности окружающей среды. В связи с этим, повышение экономической эффективности развития молочного скотоводства должно сопровождаться ростом доходов, улучшением условий труда и сохранением окружающей среды. Рассматривая молочное скотоводство как сложную экономическую систему, в которой все элементы функционируют в тесном взаимодействии между собой, необходимо отметить, что система факторов, влияющих на эффективность развития молочного скотоводства, будет определяться факторами, оказывающими воздействие на эффективность производства молока.

Заключение

Кластерное развитие отрасли молочного скотоводства в Воронежской области позволяет: получить положительный синергический эффект в процессе взаимодействия субъектов кластера на основе кооперации и конкуренции, а участники кластера имеют возможность совместно использовать положительный опыт внедрения инноваций; снизить транзакционные издержки, в связи с тем, что в рамках взаимодействия внутри кластера повышаются возможности накопления и использования различной информации; повысить генетический потенциал молочного скота, поскольку взаимодействие сельхозорганизаций внутри кластера расширяет потенциал каждого участника в организации работ, направленных на увеличение племенного поголовья и повышения генетического потенциала.

ЛИТЕРАТУРА

1 Животноводство Воронежской области. Воронеж, 2016. 117 с.

2 Оглоблин Е., Свободин В. Модель эффективного ведения сельского хозяйства региона // АПК: экономика, управление. 1995. № 8. С. 14–21.

3 Порвадов М.Г., Черникова С.А. Особенности формирования организационно-экономического механизма агропромышленного кластера // Молодой ученый. 2010. № 8. Т. 2. С. 42–44.

4 Суровцев В.Н. Региональные молочные кластеры: принципы формирования и механизмы развития. СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2017. 114 с.

5 Abisheva G. et al. The Model of Region Stable Development Provision Provision //American Journal of Industrial and Business Management. 2014. V. 4. №. 11. P. 627.

6 Senthilkumar S. Adoption of innovative dairy farming technology in the farmer's field //Asian J. Dairy & Food Res. 2018. V. 37. №. 1. P. 26-27.

7 De Vries W. et al. Environmental impacts of innovative dairy farming systems aiming at improved internal nutrient cycling: a multi-scale assessment //Science of the Total Environment. 2015. V. 536. P. 432-442.

8 Bauer M. et al. Development of Regional Meat Cluster as a Means to Raise the Competitiveness of Livestock Industry //IEJME-Mathematics Education. 2016. V. 11. №. 7. P. 2057-2070.

9 Babkin A., Vertakova Y., Plotnikov V. Study and assessment of clusters activity effect on regional economy // SHS Web of Conferences. EDP Sciences, 2017. V. 35. P. 01063.

10 Bondarenko N. E., Maksimova T. P., Zhdanova O. A. Agro-Industrial clusters: opportunities for innovative development and financing // The Journal of Internet Banking and Commerce. 2016.

REFERENCES

1 Zhivotnovodstvo Voronezhskoi oblasti [Animal Voronezh region] Voronezh, 2016, 117 p. (in Russian)

2 Ogloblin E., Svobodin V. Model of efficient agriculture in the region. *APK: ekonomika, upravlenie* [AIC: economy, management] 1995. no. 8. pp. 14–21. (in Russian)

3 Porvatov M.G., Chernikova S.A. the features of formation of organizational-economic mechanism of the agroindustrial cluster. *Molodoi uchenyi* [Young scientist] 2010. no. 8. vol. 2. pp. 42–44. (in Russian)

4 Surovtsev V.N. Regional'nye molochnye klastery [Regional dairy cluster: principles of formation and mechanisms of development] Saint-Petersburg, Publishing house FINEC, 2017. 114 p. (in Russian)

5 Abisheva G. et al. The Model of Region Stable Development Provision Provision. American Journal of Industrial and Business Management. 2014. vol. 4. no. 11. pp. 627.

6 Senthilkumar S. Adoption of innovative dairy farming technology in the farmer's field. Asian J. Dairy & Food Res. 2018. vol. 37. no. 1. pp. 26-27.

7 De Vries W. et al. Environmental impacts of innovative dairy farming systems aiming at improved internal nutrient cycling: a multi-scale assessment. Science of the Total Environment. 2015. vol. 536. pp. 432-442.

8 Bauer M. et al. Development of Regional Meat Cluster as a Means to Raise the Competitiveness of Livestock Industry. IEJME-Mathematics Education. 2016. vol. 11. no. 7. pp. 2057-2070.

9 Babkin A., Vertakova Y., Plotnikov V. Study and assessment of clusters activity effect on regional economy. SHS Web of Conferences. EDP Sciences, 2017. vol. 35. pp. 01063.

10 Bondarenko N. E., Maksimova T. P., Zhdanova O. A. Agro-Industrial clusters: opportunities for innovative development and financing. The Journal of Internet Banking and Commerce. 2016.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Александр В. Котарев к.э.н., доцент, кафедра управления и маркетинга в АПК, Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, uprav@agroeco.vsau.ru

Алена О. Котарева к.э.н., ст. преподаватель, кафедра управления и маркетинга в АПК, Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I,

Иван В. Лесников директор, Воронежский областной центр информационного обеспечения АПК, info@apkvrn.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 31.01.2018

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 15.02.2018

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Alexander V. Kotarev Cand. Sci. (Econ.), associate Professor, management and marketing in agribusiness department, Voronezh state agrarian University named after Emperor Peter I, uprav@agroeco.vsau.ru

Alyona O. Kotareva Cand. Sci. (Econ.), senior lecturer, management and marketing in agribusiness department, Voronezh state agrarian University named after Emperor Peter I,

Ivan V. Lesnikov director, Voronezh regional center of informational support of APK, info@apkvrn.ru

CONTRIBUTION

All authors equally participated in writing the manuscript and are responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 1.31.2018

ACCEPTED 2.15.2018

Оригинальная статья/Original article

УДК 338

DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-432-439

Оценка и прогнозирование риска снижения финансовой устойчивости организации

Надежда А. Серебрякова [1] nadserebryakova@mailru
Татьяна А. Волкова [2] volkovata14@mailru
Светлана А. Волкова [3] svetlan_volkova@mailru
Анна В. Ендовицкая [3] aendov@yandexru

[1] Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия
[2] Российский экономический университет им Г.В. Плеханова (Воронежский филиал) ул. Карла Маркса 67а, г. Воронеж, Россия
[3] Воронежский государственный технический университет, Московский пр-т, 179, г. Воронеж, Россия

Реферат. В статье исследуются вопросы оценки риска снижения финансовой устойчивости организации. Рассмотрено содержание риска снижения финансовой устойчивости и определены основные подходы к ее анализу. В результате исследования выявлено, что наиболее распространенным является традиционный подход. В рамках данного подхода определены ключевые направления анализа финансовой устойчивости организации и дана их содержательная характеристика. Результаты расчётов и анализа риска снижения финансовой устойчивости зависят от наличия/отсутствия искажений в финансовой отчетности. На основе проведенного исследования были определены операции организации, которые могут повлечь ухудшение структуры баланса и снижение финансовой устойчивости. Отмечается, что прогнозирование финансовых затруднений позволит своевременно реагировать на изменения и разрабатывать адекватные меры для снижения финансовых рисков. Риск снижения финансовой устойчивости носит разносторонний характер, а между факторами риска отмечается высокая корреляция. В связи с этим представляется целесообразным говорить о целесообразности использования в практике управления финансовой устойчивостью риск-ориентированного подхода. Данный подход позволит решить проблему неэффективного управления и несоблюдения законодательства в процессе отражения фактов экономической жизни, что улучшит качество анализа финансового положения организации. Предложенный алгоритм управления риском снижения финансовой устойчивости позволит составить план действий по минимизации неблагоприятных воздействий. В заключении сделан вывод, что устойчивое развитие и стабильное состояние хозяйствующих субъектов в современных условиях определяется их способностью своевременно реагировать на изменение условий среды функционирования, что отражают показатели финансовой устойчивости. Поэтому необходимым условием эффективной работы организации является достижение ею финансовой устойчивости.

Ключевые слова: финансовая устойчивость организации риск снижения финансовой устойчивости факторы финансовой устойчивости управление риском снижения финансовой устойчивости риск-ориентированный подход

Assessment and forecasting of the risk of reducing the financial soundness of an enterprise

Nadezhda A Serebryakova [1] nadserebryakova@mailru
Tat'yana A Volkova [2] volkovata14@mailru
Svetlana A Volkova [3] svetlan_volkova@mailru
Anna V Endovitskaya [3] aendov@yandexru

[1] Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia
[2] Russian Economic University GV Plekhanov (Voronezh branch), Karl Marx str., 67a, Voronezh, Russia
[3] Voronezh state technical university, Moscow av., 179, Voronezh, Russia

Summary.The article examines the issues of risk assessment for reducing the financial stability of the enterprise. The content of the risk of financial stability is considered and the main approaches to its analysis are determined. The study revealed that the most common is the traditional approach. In the framework of this approach, key areas for analyzing the financial stability of an organization are defined and their meaningful characteristics are given. The results of the calculation and analysis of the risk of a decrease in financial stability depend on the presence/absence of distortions in the financial statements. Based on the conducted research, the organization's operations were identified, which can lead to a deterioration in the structure of the balance sheet and a decrease in financial stability. It is noted that the forecasting of financial difficulties will allow timely reacting to changes and developing adequate measures to reduce financial risks. The risk of reducing financial sustainability is multifaceted, and there is a high correlation between risk factors. In this regard, it seems appropriate to talk about the advisability of using a risk-oriented approach in the practice of financial stability management. This approach will solve the problem of ineffective management and non-compliance with legislation in the process of reflecting the facts of economic life, which will improve the quality of analysis of the financial situation of the enterprise. The proposed algorithm for managing the risk of reducing financial stability will make it possible to draw up a plan of action to minimize adverse impacts. In conclusion, it was concluded that sustainable development and stable status of economic entities in modern conditions is determined by their ability to respond in a timely manner to changing conditions of the functioning environment, which reflects the indicators of financial stability. Therefore, the necessary condition for the effective operation of the organization is its financial sustainability.

Keywords:financial stability of the organization the risk of reducing financial stability factors of financial stability managing the risk of reducing financial stability risk-oriented approach

Для цитирования

Серебрякова Н.А, Волкова Т.А., Волкова С.А., Ендовицкая А.В. Оценка и прогнозирование риска снижения финансовой устойчивости организации // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 1. С. 432–439. doi:10.20914/2310-1202-2018-1-432-439

For citation

Serebrjakova N.A., Volkova T.A., Volkova S.A., Endovickaja A.V. Assessment and forecasting of the risk of reducing the financial soundness of an enterprise. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 1. pp. 432–439. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-1-432-439

Введение

Деятельность любой организации связана с рисками, но наиболее опасными из них являются риск потери финансовой устойчивости и банкротства. Проблема диагностики и прогнозирования финансовой устойчивости имеет непреходящее значение и поэтому ее несомненная значимость постоянно подчеркивается, как отечественными, так и зарубежными специалистами в области финансового управления.

Финансовая устойчивость – это целеполагающее свойство финансового анализа, а поиск целеполагающих возможностей, средств и способов ее укрепления представляет глубокий экономический смысл и определяет характер его проведения и содержания, утверждает Л.Т. Гиляровская [2].

Многие авторы подчеркивают, что финансовая устойчивость организации определяется правилами, направленными одновременно на поддержание равновесия финансовых структур и на избежание рисков для инвесторов и кредиторов [7–10]. Целью данной публикации является освещение авторского понимания оценки риска снижения финансовой устойчивости, ее задач, а также разработка алгоритма анализа и прогнозирования исследуемого риска.

Основная часть

Риск снижения финансовой устойчивости организации можно определить как возможность возникновения финансовых потерь и ухудшения условий деятельности из-за неэффективной структуры капитала и разбалансированности денежных потоков [5]. Риск снижения финансовой устойчивости организации некорректно рассматривать только в текущем периоде, так как на возникновение данного риска оказывает влияние совокупность факторов внешней и внутренней среды, воздействующих как кратковременно, так и приобретающих характер тенденций. В долгосрочной перспективе деятельности организации необходимо составить прогноз по возникновению риска снижения финансовой устойчивости и разработать план действий по его снижению, а в краткосрочной перспективе можно определить конкретные методы и способы, способствующие оптимизации капитала и выбору взвешенных решений.

Оценка риска потери финансовой устойчивости может осуществляться как на основе абсолютных, так и относительных финансовых показателей.

Существующие методы диагностики финансовой устойчивости организаций классифицируются по ряду признаков (таблица 1).

Традиционный, ресурсный и ресурсно-управленческий подходы реализуются в рамках коэффициентного метода.

Методы и модели, основанные на стохастическом анализе, позволяют получить систему показателей и выявить недостатки в хозяйственной деятельности организации, охарактеризовать финансовую устойчивость.

Таблица 1.

Классификация подходов к оценке риска потери финансовой устойчивости состояния организаций

Table 1.

Classification of approaches to the assessment of the risk of loss of financial stability of the state of organizations

Подход An approach	Метод диагностики Diagnostic method	Содержание метода и показатели Method content and indicators
1	2	3
Традиционный Traditional	Коэффициентный Coefficient	Показатели, характеризующие активы организации, источники их формирования и другие стороны финансово-хозяйственной деятельности без группировки по определенному признаку Indicators characterizing the assets of the organization, the sources of their formation and other parties to financial and economic activities without grouping on a specific basis
Ресурсный Resource	Коэффициентный Coefficient	Показатели из различных по экономическому содержанию и назначению групп, но их назначение – характеристика экономического развития и использования ресурсов Indicators from different in terms of economic content and purpose groups, but their purpose - a characteristic of economic development and use of resources
Ресурсно-управленческий Resource and management	Коэффициентный Coefficient	Показатели наращивания экономического потенциала дополнены темпом роста управленческих расходов Indicators of economic capacity building are supplemented by the tempo of management costs

Продолжение табл. 1

1	2	3
Основанный на использовании стохастического анализа Based on the use of stochastic analysis	Коэффициентный. Многофакторные модели прогнозирования банкротства Coefficient. Multifactorial models of forecasting bankruptcy	Сопоставление показателей данной и аналогичных организаций, обанкротившихся или избежавших банкротства, сопоставление результатов расчета с рейтинговым числом Comparison of the indicators of this and similar organizations that went bankrupt or escaped bankruptcy, a comparison of the calculation results with the rating number
Основанный на использовании теории нечетких множеств Based on the use of the theory of fuzzy sets	Моделирование экономических процессов на основе нечетких чисел Modeling of economic processes based on fuzzy numbers	Расчет степени вероятности определяемого уровня финансовой устойчивости организации Calculation of the degree of probability of the determined level of financial stability of the organization

Надежность выводов о возможности потери финансовой устойчивости существенно повышается, если дополнить финансовый анализ прогнозированием вероятности потери финансовой устойчивости организации с использованием методов многофакторного стохастического анализа (модели Альтмана, Лиса, Таффлера, Сайфуллина и Кадыкова, Зайцевой) [3].

Методы и модели, основанные на теории нечетких множеств являются наиболее перспективными современными технологиями, применяемыми для оценки сложных систем управления организацией. Теория нечетких множеств позволяет определить для набора отдельных показателей степень вероятности определяемого уровня финансовой устойчивости организации, построить классификацию уровня финансовой устойчивости и определить нечеткие множества для оценки финансовой устойчивости. Ограничивается практическое применение данного метода тем, что для проведения расчетов требуются специальные математические знания.

Наиболее разработанным и распространенным является традиционный подход. Данный подход представлен в нормативных методиках и в работах экономистов [2]. Согласно данному подходу анализ риска снижения финансовой устойчивости можно разделить на три взаимосвязанных направления: анализ влияния факторов на финансовую устойчивость организации; оценка риска снижения финансовой устойчивости; анализ финансовой устойчивости по источникам данных.

Первое направление анализа предполагает выделение основных внутренних и внешних факторов, влияющих на финансовую устойчивость организации. В частности, важно оценить влияние ликвидности активов и платежеспособности на финансовую устойчивость. Если у организации недостаточно ликвидных средств, и если у нее низкие значения показателей платежеспособности, то увеличивается риск снижения финансовой устойчивости. Значительным является влияние структуры капитала и обязательств на финансовую устойчивость. Финансовая устойчивость может снижаться из-за привлечения заемных средств и возникновения обязательств перед кредиторами. Кроме того, появляется риск невыплаты по обязательствам перед кредиторами.

Существенное влияние на финансовую устойчивость оказывает инфляция. Инфляция обесценивает активы организации и будущие поступления денежных средств, что влечет за собой снижение финансовой устойчивости. Следует отметить и влияние динамики валютных курсов на финансовую устойчивость. Немаловажно знать, какое воздействие на финансовую устойчивость оказывает фактор равномерности денежного потока и качество прибыли.

Поступление денежных средств в организациях ряда отраслей экономики (в строительстве, туристическом бизнесе, сельском хозяйстве и др.) зависит от сезонных колебаний, когда основная денежная масса поступает за относительно короткий период. Поэтому, определяя финансовую устойчивость организации за год можно получить удовлетворительные результаты, в то время, как результаты расчетов по отдельным кварталам или месяцам могут соответствовать признакам финансовой несостоятельности.

Следует обратить внимание на влияние отдельных аспектов бизнеса на общую финансовую устойчивость организации. В целом, организация может быть финансово устойчивой, поскольку в данном случае происходит сглаживание результатов. Но, анализ информации по отдельным сегментам, позволит выявить отдельные процессы с большим расходом ресурсов, активов, с нерентабельной деятельностью, что способствует ухудшению общего результата деятельности организации.

В рамках второго направления «Оценка риска снижения финансовой устойчивости» следует выделить основные аналитические показатели. Фактором риска финансовой несостоятельности является несоответствие между требуемой величиной оборотных активов и возможностями средств по их формированию [1].

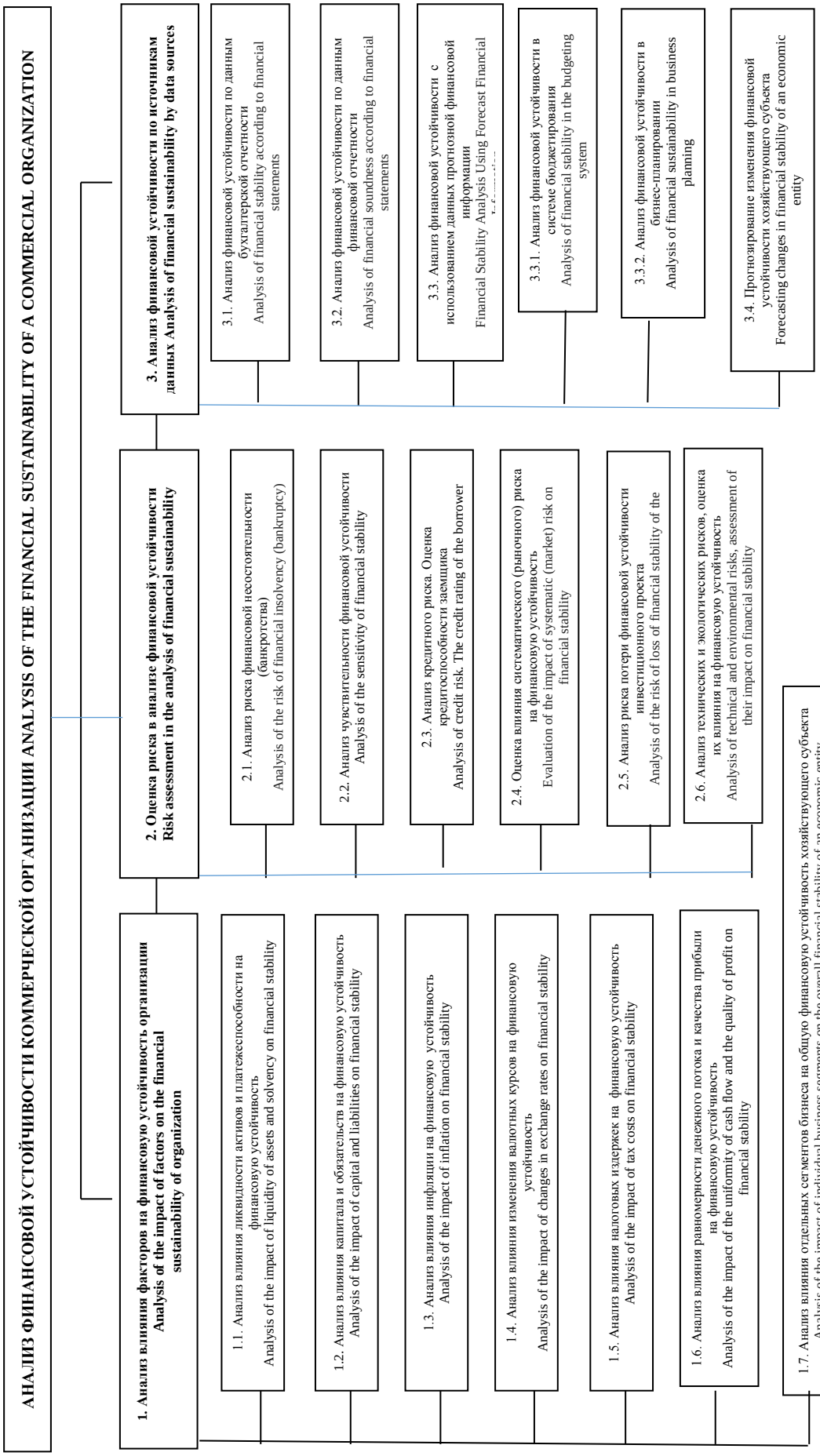


Рисунок 1. Содержание и направления анализа финансовой устойчивости коммерческой организации

Figure 1. Contents and directions of financial stability analysis of a commercial organization

Анализ чувствительности финансовой устойчивости позволяет выявить, насколько чувствительны показатели финансовой устойчивости к изменению отдельных факторов (величины обязательств, платежеспособности, валютных курсов и пр.). С целью проведения анализа чувствительности финансовой устойчивости составляется модель зависимости (детерминированной или стохастической) обобщающего показателя финансовой устойчивости от воздействия системы факторов. Факторы, представляющие собой аналитические показатели, последовательно (или по взаимосвязанным группам) варьируются до тех пор, пока обобщающий показатель в этой модели не будет свидетельствовать о потере организацией финансовой устойчивости.

Уровень чувствительности определяется на основе соотношения допустимого отрицательного изменения факторного показателя, при котором организация будет находится в состоянии«нулевой» устойчивости с фактическим значением этого факторного показателя.

Оценка кредитного риска и анализ кредитоспособности заемщика – неотъемлемая часть второго направления в анализе финансовой устойчивости коммерческой организации. Оценка влияния систематического (рыночного) риска на финансовую устойчивость (который формируется под воздействием макроэкономических факторов). Оценка риска потери финансовой устойчивости проводится организацией при реализации инвестиционного проекта с целью определения степени влияния результатов реализации инвестиционных планов на общую устойчивость организации-проектоустроителя.

Оценка влияния технических и экологических рисков на финансовую устойчивость осуществляется для того, чтобы организация смогла своевременно перейти к использованию более прогрессивного оборудования и отказаться от устаревших технологий. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, в воду, на землю могут повлечь за собой серьезные штрафы и другие взыскания, вследствие которых может произойти не только остановка деятельности организации, а даже ее ликвидация.

Третье направление анализа финансовой устойчивости – это анализ финансовой устойчивости по источникам данных.

Анализ финансовой устойчивости по данным бухгалтерской отчетности организации – является внешним анализом. Анализ финансовой устойчивости с использованием данных прогнозной финансовой информации – внутренний анализ, проводимый на перспективу. Для этого составляется прогнозная бухгалтерская отчетность, по которой можно выявить и просчитать последующие изменения уровня финансовой устойчивости. Прогнозирование финансовой устойчивости организации по своему содержанию близко к анализу финансовой устойчивости, при этом используются данные прогнозной финансовой информации.

Финансовое положение организации можно корректно охарактеризовать с помощью трех классических моделей: баланса активов и пассивов, баланса доходов и расходов и баланса поступлений и платежей. Поэтому методологической основой прогнозирования финансовой устойчивости должны быть эти три баланса. Прогнозирование финансового состояния организации представляет собой процесс создания нескольких вариантов ее финансовой модели.

Поскольку формирование указанных балансов процедура формализованная, правила которой определены нормами бухгалтерского учета, процесс финансового прогнозирования может быть компьютеризован.

Для оценки влияния на финансовое состояние вероятных изменений основных факторов прогнозные расчеты целесообразно производить по нескольким вариантам с различными исходными данными.

Важно отметить, что на результаты расчётов и анализа влияет качество используемой финансовой отчетности, наличие/отсутствие в ней искажений, также профессионализм аналитика.

При соблюдении требований к информации высока вероятность выявления риска снижения финансовой устойчивости путем анализа финансовой отчетности. Также представляется достаточно информативным метод идентификации риска посредством использования «внешних документов», основанный на анализе аудиторских отчетов и иных экспертных заключений о финансовом положении организации.

Наиболее рискованные виды операций, которые можно идентифицировать посредством анализа бухгалтерской отчетности организации систематизированы в таблице 2.

Таблица 2.

Наиболее рискованные операции в деятельности организаций в структуре бухгалтерского баланса

Table 2.

The most risky operations in the activity of enterprises in the structure of the accounting balance

Операции с повышенным риском Operations with an increased risk	Отражение экономического содержания операций с повышенным риском в статьях баланса Reflecting the economic content of high-risk transactions in balance sheet items	
	Статья Article	Изменение Change
Внесение имущества в качестве вклада в уставный капитал другой компании с последующей перепродажей доли третьим лицам (заинтересованным лицам) The investment of property as a contribution to the authorized capital of another company with the subsequent resale of the stake to third parties (interested parties)	Основные средства. Финансовые вложения Fixed assets. Financial investments	Уменьшение Увеличение с последующим списанием суммы Decrease Increase with subsequent write-off of the amount
Внесение имущества в качестве вклада в уставный капитал дружественной компании или фирмы однодневки The introduction of property as a contribution to the authorized capital of a friendly company or a one-day company	Основные средства. Финансовые вложения Fixed assets. Financial investments	Уменьшение Увеличение Decrease Increase
Погашение задолженности перед заинтересованными / третьими лицами ценным имуществом, в том числе основными средствами Repayment of debt to interested / third parties with valuable property, including fixed assets	Основные средства Кредиторская задолженность Fixed assets Accounts payable	Уменьшение Уменьшение Decrease Decrease
Предоставление беспроцентного займа дружественной компании, аффилированному лицу Providing an interest-free loan to a friendly company, an affiliate	Финансовые вложения Financial investments	Увеличение в зависимости от срока займа Increase depending on the term of the loan
Выдача коммерческих или товарных кредитов и их невозвращение, перечисление предоплаты поставщику под бестоварную операцию Issuance of commercial or commodity credits and their non-return, transfer of advance payment to the supplier for a non-existent operation	Дебиторская задолженность Receivable indebtedness	Увеличение Increase
Вексельные схемы, в которых в качестве оплаты товаров, работ, услуг должник принимает фиктивные векселя Bills of exchange in which the debtor accepts bogus bills as payment for goods, works, services	Дебиторская задолженность Receivables	Увеличение Increase
Формирование искусственной задолженности перед дружественным кредитором Formation of artificial debt to a friendly creditor	Кредиторская задолженность Accounts payable	Увеличение Increase
Осуществление финансовых вложений в некачественные ценные бумаги при отсутствии доходов по ним Realization of financial investments in low-quality securities in the absence of income on them	Финансовые вложения Financial investments	Увеличение Increase
Оформление поручительств по кредитам третьих лиц, не имеющих отношения к юридическому лицу Making guarantees on loans of third parties that are not related to a legal entity	Обеспечения обязательств и платежей выданные Guarantees of obligations and payments issued	Увеличение забалансовой статьи Increased off-balance sheet item

Аналогично представленным в таблице данным в дальнейшем можно расширить перечень операций с учетом специфики деятельности организации и ее отраслевой принадлежности. Информационной базой для выявления подобных операций может служить как внешняя (официальная), так и управленческая отчетность, формируемая согласно внутренним требованиям управленческого персонала. Прогнозирование финансовых затруднений дает возможность своевременно разрабатывать меры для снижения риска, позволяет более объективно составлять планы развития организации.

По результатам анализа и оценки выявленных факторов риска снижения финансовой устойчивости определяются методы и инструменты нивелирования негативного воздействия, кроме того, с целью формализации действий

риск-менеджера и оперативности применения методов нейтрализации риска необходимо создание нормативно-методического обеспечения, в котором содержится перечень стандартных процедур по управлению риском.

Управление риском снижения финансовой устойчивости в организации предусматривает комплекс следующих мероприятий (рисунок 2):



Рисунок 2. Алгоритм управления риском снижения финансовой устойчивости

Figure 2. Algorithm for managing the risk of reducing financial stability

Используемая в организации система управления рисками, в том числе и риском снижения финансовой устойчивости должна обеспечить своевременность выявления проблемных зон и принятие необходимых мер для их ликвидации.

Потеря финансовой устойчивости тесно связана с риском банкротства, принимая во внимание высокую корреляцию данных рисков, можно говорить об их взаимозависимости и взаимовлиянии. В этой связи представляется целесообразным использование в целях управления финансовой устойчивостью риск-ориентированного подхода. В экономической литературе риск-ориентированный подход связывают с внутренним аудитом, контролем и надзором. Риск-ориентированный подход призван решать не столько проблемы, связанные с ухудшением финансового положения организации, сколько проблему риска неэффективного управления и несоблюдения законодательства в процессе ведения учета. Следовательно, главная задача риск-ориентированного подхода состоит в возможности идентификации назначения и типа операции во взаимосвязи с разновидностью принимаемого риска и мониторинга операций с высоким риском на постоянной основе. Потенциально рискованные операции или используемые пороговые значения должны регулярно пересматриваться, чтобы определить, насколько они соответствуют установленному уровню риска.

Заключение

Резюмируя вышеизложенное, можно сделать следующие выводы. В нестабильных экономических условиях, характеризующихся высоким уровнем неопределенности, невозможно обойтись без создания эффективной системы управления рисками, неотъемлемым элементом которой является управление риском снижения финансовой устойчивости. Для формализации процесса оценки риска нами были определены основные этапы анализа риска снижения финансовой устойчивости организации, которые позволяют всесторонне исследовать факторы риска. В целях управления риском снижения финансовой устойчивости разработан алгоритм управления. Применение риск-ориентированного подхода позволит оптимизировать процесс риск-менеджмента.

ЛИТЕРАТУРА

1 Волкова Т.А., Волкова С.А. Механизм обеспечения экономической безопасности предприятия / Сборник научных статей VI Международной научно-практической конференции. 2016. С. 66–68.

2 Гиляровская Л.Т., Ендовицкая А.В. Анализ и оценка финансовой устойчивости коммерческих организаций. М: Юнити-Дана, 2012, 168 с

3 Serebryakova N.A., Volkova T.A., Volkova S.A. Risk management as a factor of sustainable development of enterprise // Contributions to Economics. 2017. № 9783319606958. P. 159–166.

4 Пименов Н.А. Финансовая устойчивость и безопасность организации // Вестник ВТУМТ. 2015. № 3. С. 12 – 15.

5 Симонов С.Г., Хаматханова М.А., Сафонов Д.А. Экономическая безопасность малого бизнеса: системный подход // Фундаментальные исследования. 2016. № 1–1. С. 198–202.

6 Серебрякова Н.А. Перспективные направления развития инновационной активности предприятий пищевой промышленности // Теоретические и прикладные вопросы экономики и сферы услуг. 2014. № 8. С. 19–22.

7 Taylor A.M. Credit, financial stability, and the macroeconomy // Annu. Rev. Econ. 2015. Т. 7. №. 1. С. 309-339.

8 Buiter W.H. The role of central banks in financial stability: how has it changed? // The Role of Central Banks in Financial Stability: How Has It Changed? 2014. С. 11-56.

9 Lee C.C., Hsieh M.F. Bank reforms, foreign ownership, and financial stability // Journal of International Money and Finance. 2014. Т. 40. С. 204-224.

10 Krishnamurthy A., Vissing-Jorgensen A. The impact of Treasury supply on financial sector lending and stability // Journal of Financial Economics. 2015. Т. 118. №. 3. С. 571-600.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Надежда А. Серебрякова д.э.н., профессор, кафедра теории экономики и учетной политики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, nadserebryakova@mailru

Татьяна А. Волкова к.э.н. доцент, кафедра экономики и экономической безопасности, Российский экономический университет им ГВ Плеханова (Воронежский филиал), ул. Карла Маркса 67а, г. Воронеж, Россия, volkovata14@mailru

Светлана А. Волкова к.э.н. доцент, кафедра экономики и управления на предприятии машиностроения, Воронежский государственный технический университет, Московский пр-т, 179, г. Воронеж, Россия, svetlan_volkova@mailru

Анна В. Ендовицкая к.э.н. доцент, кафедра бухгалтерского учета анализа и аудита, Российский экономический университет им ГВ Плеханова (Воронежский филиал), ул. Карла Маркса 67а, г. Воронеж, Россия, aendov@yandexru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 29.01.2018
ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 16.02.2018

REFERENCES

1 Volkova T.A., Volkova S.A. The mechanism of economic security of the enterprise. Sbornik nauchnykh statei VI Mezhdunarodnoi konferentsii [Collection of scientific articles of the VI International Scientific and Practical Conference] 2016. pp. 66–68. (in Russian)

2 Gilyarovskaya L.T., Endovitskaya A.V. Analiz I otsenka finansovoi ustoichivosti [Analysis and assessment of financial sustainability of commercial organizations] Moscow, Unity-Dana, 2012, 168 p. (in Russian)

3 Serebryakova N.A., Volkova T.A., Volkova S.A. Risk management as a factor of sustainable development of enterprise. Contributions to Economics. 2017. no. 9783319606958. pp. 159–166.

4 Pimenov N.A. Financial stability and security of organization. *Vestnik VTUMT*. [Proceedings of VTUMT] 2015. no. 3. pp. 12 – 15. (in Russian)

5 Simonov S.G., Khamatkhanova M.A., Safonov D.A. Economic security of small business: a system approach. *Fundamental'nye issledovaniya* [Fundamental research] 2016. no. 1–1. pp. 198–202 (in Russian)

6 Serebryakova N.A. Perspective directions of development of innovation activity of enterprises of the food-processing industry. *Teoreticheskie I prikladnye voprosy ekonomiki* [Theoretical and applied questions of economy and service sectors] 2014. no. 8. pp. 19–22 (in Russian)

7 Taylor A.M. Credit, financial stability, and the macroeconomy. *Annu. Rev. Econ*., 7(1), 2015. pp. 309-339.

8 Buiter W.H. The role of central banks in financial stability: how has it changed? In The Role of Central Banks in Financial Stability: How Has It Changed? 2014. pp. 11-56.

9 Lee C.C., Hsieh M.F. Bank reforms, foreign ownership, and financial stability. *Journal of International Money and Finance*, 2014. 40. pp. 204-224.

Krishnamurthy A., Vissing-Jorgensen A. The impact of Treasury supply on financial sector lending and stability. *Journal of Financial Economics*, 2015. 118(3). pp. 571-600

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Nadezhda A Serebryakova Dr. Sci. (Econ.), theory of Economics and accounting politics department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, nadserebryakova@mailru

Tat'yana A Volkova Cand. Sci. (Econ.), associate professor, Russian Economic University GV Plekhanov (Voronezh branch), Karl Marx str., 67a, Voronezh, Russia, volkovata14@mailru

Svetlana A Volkova Cand. Sci. (Econ.), associate professor, Voronezh state technical university, Moscow av., 179, Voronezh, Russia, svetlan_volkova@mailru

Anna V Endovitskaya Cand. Sci. (Econ.), associate professor, Russian Economic University GV Plekhanov (Voronezh branch), Karl Marx str., 67a, Voronezh, Russia, aendov@yandexru

CONTRIBUTION

all authors equally participated in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 1.29.2018
ACCEPTED 2.16.2018

Приветствуется подача статей онлайн! Адрес: http://vguit.elpub.ru/vguit/

Требования к оформлению материалов для журнала «Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий»

1. Материалы представляются в двух видах: на электронном носителе и распечатанные на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (1 экз.) на лазерном принтере. Они должны быть набраны в редакторе MS Word версия не ниже 6.0 (Office не выше 2007) и напечатаны через одинарный интервал в две колонки шрифтом:

•основной текст - Times New Roman Cyr 11 с полями: левое 22 мм, правое 18 мм, верхнее и нижнее 25 мм;

•колонтитулы от края - верхний и нижний 18 мм;

•заголовки по центру - Times New Roman Cyr 11, жирный;

•красная строка -1 см;

•перенос слов - автоматический.

Со смещением на 5 см от рамки текста в начале статьи набираются:

•УДК - Times New Roman Cyr 12;

•должность, И. О. Ф., место работы, телефон, Email авторов - Times New Roman Cyr 12 (на русском и английском языках) ;

•название статьи - Times New Roman Cyr 16, жирный, строчной (без переноса) (на русском и английском языках);

•без смещения 5 см реферат - Times New Roman Cyr 9 (объем 200-250 слов на русском и английском языках);

•без смещения 5 см ключевые слова – Times New Roman Cyr 9, до 10 слов (на русском и английском языках);

2. Объем для статьи – 4-8 с. Структурно статья должна иметь четко выраженное *введение,* в котором ставится задача (описывается решаемая проблема), *основную часть,* где излагаются используемые авторами пути решения поставленной задачи, приводятся и обсуждаются результаты, и *заключение,* в сжатой форме подводящее итог работы. Повторение одних и тех же данных в статье, таблице и графике не допускается. Размерность всех характеристик приводится в системе СИ.

3. К каждой статье под заглавием дается реферат (объем 1000-2000 печатных знаков) на русском и английском языках через 1 строку друг от друга. Название статьи, фамилия и инициалы приводятся отдельно на английском языке.

4. Название статьи или краткого сообщения должно быть лаконичным и точно отражать содержание.

5. Иллюстрации в формате jpeg или gif:

•должны быть расположены после ссылки на них в тексте;

•должны выполняться на компьютере с обозначением всех необходимых букв и символов в соответствии с ЕСКД и Р 50-77-80. Все буквенные и цифровые обозначения, приведенные на рисунках, поясняются в основном или подрисуночном тексте. Подрисуночные подписи даются Times New Cyr 10, на формат рисунка.

Графические объекты (диаграммы, графики) должны быть активными (т.е. подлежать редактированию стандартными средствами, например, MS Excel).

6. Формулы и буквенные обозначения:

•буквы латинского алфавита, используемые в индексах, набирают курсивом;

•буквы русского и греческого алфавита - прямым шрифтом; знак вектора - полужирным;

•нумерация формул в тексте сквозная. Нумеруются только те формулы, на которые есть ссылки в тексте.

Формат формул (стандартный редактор) :

- стиль - "математический";
- размер символа — 11

Sizes (Размеры)	
Full (Обычный)	11 – 10
Subscript/Superscript (Крупный индекс)	7
Sub-subscript/Superscript (Мелкий индекс)	5
Symbol (Крупный символ)	12
Subsymbol (Мелкий символ)	9

7. Таблицы (слово печатается вразрядку) должны быть с заголовками и обязательно располагаться после ссылки на них в тексте. Графы в таблицах должны иметь краткие заголовки. Упоминаемые в заголовках величины сопровождаются соответствующими единицами измерений.

8. Литература (слово печатается: Times New Roman Cyr 11, жирный, прописной) на русском и на английском языке включает от 5-10 источников, использованные автором при написании статьи. Ссылки в тексте даются в квадратных скобках: [1], помещаются в конце статьи. В список не включается литература 10-летней давности. Список литературы должен быть представлен на русском и на английском языках.

8.1. **За правильность приведенных в списке литературы данных ответственность несут авторы.** Библиографический список на русском языке озаглавливается словом ЛИТЕРАТУРА (Times New Roman Cyr 11, полужирный шрифт) и представляется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008 «Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления». Ссылки на электронные документы должны оформляться согласно ГОСТ 7.82-2001 «Библиографическая запись. Библиографическое описание электронных ресурсов» (см. Приложение 1). Англоязычная часть библиографического описания озаглавливается словом REFERENCES (Times New Roman Cyr 11, полужирный шрифт) и представляется в адаптированном формате Harvard (см. Приложение 2).Каждый пункт библиографического описания нумеруется, после номера точка не ставится. В библиографическом описании приводятся фамилии авторов до трех, после чего для отечественных публикаций следует указать "и др.", для зарубежных — "et al.". Не допускается смешивать русскоязычную и англоязычную часть в одной ссылке, точно так же, как сокращать русскоязычный список литературы (ЛИТЕРАТУРА), перенося все англоязычные ссылки в REFERENCES. Рекомендуется представлять в REFERENCES, вместо русскоязычного варианта описания журнала-источника, описание его переводной версии при условии ее наличия. Транслитерацию фамилий авторов, названий статей, книг, журналов необходимо проводить, согласно системе транслитерации Библиотеки конгресса США (Library of Congress Slavic (Russian) Transliteration), рекомендуется использовать при этом системы автоматического перевода кириллицы в романский алфавит, а не делать транслитерацию вручную, во избежание ошибок.

9. В журнале публикуется не более 2 статей одного автора. Количество авторов одной статьи не должно превышать 4 человек.

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;
- Химическая технология;
- Экономика и управление;

Приветствуется подача статей онлайн! Адрес: hhttp://vguit.elpub.ru/vguit

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 ФИО 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;
- выписка из протокола заседания кафедры с рекомендацией статьи к печати;
- экспертное заключение;
- 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.

Приветствуется подача статей онлайн! Адрес: http://vguit.elpub.ru/vguit

Приложение 1

ПОРЯДОК ОПИСАНИЯ ССЫЛОК НА РУССКОМ ЯЗЫКЕ

КНИГА, МОНОГРАФИЯ:

(кол-во авторов от 1 до 3):

1 Валукин М.Е., Глушков А.И. Эволюция движений в мужском классическом танце. М.: ГИТИС, 2006. 251 с.

(кол-во авторов более 3):

2 Эволюция движений в мужском классическом танце / Валукин М.Е. [и др.]. М.: ГИТИС, 2006. 251 с.

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ, УЧЕБНИК:

(кол-во авторов от 1 до 3):

3 Ковшиков В.А., Глухов В.П. Психолингвистика. Теория речевой деятельности: учеб. пособие для студентов педвузов. М.: Высшая школа, 2006. 320 с.

(кол-во авторов более 3):

4 Психолингвистика. Теория речевой деятельности: учеб, пособие для студентов педвузов / Ковшиков В.А. [и др.] М.: Высшая школа, 2006. 320 с.

СТАТЬЯ В ЖУРНАЛЕ:

(кол-во авторов от 1 до 3):

5 Ефимова Т.Н., Кусакин А.В., Иванов Б.И. Охрана и рациональное использование болот в Республике Марий Эл // Проблемы региональной экологии. 2007. Т. 3. № 1. С. 80–86.

(кол-во авторов более 3):

6 Охрана и рациональное использование болот в Республике Марий Эл / Ефимова Т.Н. [и др.] // Проблемы региональной экологии. 2007. Т. 3. № 1. С. 80–86.

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ:

7 Содержание и технологии образования взрослых: проблема опережающего образования: сб. науч. тр. / Институт образования взрослых Рос. акад. образования; под ред. А.Е. Марона. М.: ИОВ, 2007. 118 с.

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИЙ, ФОРУМОВ, СОВЕЩАНИЙ, СЕМИНАРОВ:

8 Ходоскин Д.П. Исследование начальной скорости торможения на регулируемых перекрестках // Политранспортные системы: мат. VII Всерос. науч.-техн. конф., Красноярск, 25–27 ноября 2010 г. Новосибирск: Изд-во СГУПСа, 2010. С. 578–583.

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР:

9 Экономика и политика России и государств ближнего зарубежья: аналит. обзор, апр. 2007 / Рос. акад. наук, Институт мировой экономики и междунар. отношений. М.: ИМЭМО, 2007. 39 с.

ПАТЕНТ:

порядок описания:

10 Обозначение вида документа, номер, название страны, индекс международной классификации изобретений. Название изобретения / И.О.Фамилия изобретателя, заявителя, патентовладельца; Наименование учреждения-заявителя. Регистрационный номер заявки; Дата подачи; Дата публикации, сведения о публикуемом документе.

пример:

11 Пат. № 2201911, RU, C2 7 C 05 F 11/08, 9/00. Способ утилизации твердых бытовых отходов и получения органического удобрения / Стом Д.И., Солдатов С.В., Казаринова Т.Ф., Никонова Т.С. № 2000132175/13; Заявл. 2000132175; Опубл. 10.04.2003, Бюлл. № 10.

НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫЕ ДОКУМЕНТЫ:

порядок описания:

Заглавие официального документа: сведения, относящиеся к заглавию (указ, постановление), Дата принятия документа / Название издания. Год издания. Номер (для журнала). Дата и месяц (для газеты). Первая и последняя страницы.

пример:

12 ГОСТ 12.1.033. ССБТ. Пожарная безопасность. Термины и определения. Введен 01.07.82. М.: Межгосударственный стандарт: ИПК изд-во стандартов, 2001. 7 с.

ДИССЕРТАЦИЯ

13 Якимов М.А. Изучение взаимодействия между компонентами электролитов в тройных водно-солевых системах на примере нитратных систем: дис… д-ра хим. наук: 10.01.71 : защищена 05.02.71: утв. 10.06.71. Л.: ЛГУ, 1971. 200 с.

АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ:

14 Якимов М.А. Изучение взаимодействия между компонентами электролитов в тройных водно-солевых системах на примере нитратных систем: автореф. дис. докт. хим. наук : Л.10.01.71 / Л.: ЛГУ, 1971. 40 с.

ЭЛЕКТРОННЫЙ РЕСУРС:

порядок описания:

Фамилия И.О. автора (если указаны). Название ресурса [Электронный ресурс]. Место издания: Издательство, год издания (если указаны). Адрес локального сетевого ресурса (дата просмотра сайта или последней модификации документа).

пример:

15 Шкловский И. Разум, жизнь, вселенная [Электронный ресурс] М.: Янус, 1996. Режим доступа: http://www.elibrary/books/shklovsky/ titul.htm (23 ноября 2001 г.)

Приложение 2

ПОРЯДОК ОПИСАНИЯ ССЫЛОК НА АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКЕ:

СТАТЬЯ ИЗ ЖУРНАЛА:

порядок описания:

Фамилия И.О. автора (транслитерация). Перевод названия статьи на английский. Название русскоязычного источника (транслитерация, *курсивом*). [Перевод названия источника на английский язык (в квадратных скобках)]. Год, том, номер, страницы (от-до). Указание на язык статьи (In Russ.) после описания статьи.

пример:

1 Zagurenko A.G., Korotovskikh V.A., Kolesnikov A.A., Timonov A.V., Kardymon D.V. Techno-economic optimization of the design of hydraulic fracturing. *Neftyanoe khozyaistvo* [Oil Industry], 2008, vol. 10, no.11, pp. 54-57. (In Russ.).

СТАТЬЯ ИЗ ЭЛЕКТРОННОГО ЖУРНАЛА:

2 Swaminathan V., Lepkoswka-White E., Rao B.P. Browsers or buyers in cyberspace? An investigation of electronic factors influencing electronic exchange. Journal of ComputerMediated Communication, 1999, vol. 5, no. 2. Available at: http://www. ascusc.org/ jcmc/vol5/ issue2/ (Accessed 28 April 2011).

СТАТЬЯ С DOI:

3 Zhang Z., Zhu D. Experimental research on the localized electrochemical micromachining. *Russkii zhurnal elektrokhimii*. [Russian Journal of Electrochemistry], 2008, vol. 44, no. 8, pp. 926-930. doi: 10.1134/S1023193508080077

СТАТЬЯ ИЗ ПРОДОЛЖАЮЩЕГОСЯ ИЗДАНИЯ (СБОРНИКА ТРУДОВ):

4 Astakhov M.V., Tagantsev T.V. Experimental study of the strength of joints "steel-composite". *Trudy MGTU «Matematicheskoe modelirovanie slozhnykh tekhnicheskikh sistem»* [Proc. of the Bauman MSTU “Mathematical Modeling of Complex Technical Systems”], 2006, no. 593, pp. 125-130. (In Russ.).

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИЙ:

5 Usmanov T.S., Gusmanov A.A., Mullagalin I.Z. [et al.] Features of the design of field development with the use of hydraulic fracturing. *Trudy 6 Mezhdunarodnogo Simpoziuma “Novye resursosberegayushchie tekhnologii nedropol'zovaniya i povysheniya neftegazootdachi”* [Proc. 6th Int. Symp. “New energy saving subsoil technologies and the increasing of the oil and gas impact”]. Moscow, 2007, pp. 267-272. (In Russ.).

КНИГИ (МОНОГРАФИИ, СБОРНИКИ):

6 Nenashev M.F. Poslednee pravitel’stvo SSSR [Last government of the USSR]. Moscow, Krom Publ., 1993. 221 p. (In Russ.).

7 Lindorf L.S., Mamikoniants L.G. Ekspluatatsiia turbogeneratorov s neposredstvennym okhlazhdeniem [Operation of turbine generators with direct cooling]. Moscow, Energiia Publ., 1972. 352 p. (In Russ.).

8 Kanevskaya R.D. Matematicheskoe modelirovanie gidrodinamicheskikh protsessov razrabotki mestorozhdenii uglevodorodov [Mathematical modeling of hydrodynamic processes of hydrocarbon deposit development]. Izhevsk, 2002. 140 p. (In Russ.).

9 Izvekov V.I., Serikhin N.A., Abramov A.I. Proektirovanie turbogeneratorov [Design of turbo-generators]. Moscow, MEI Publ., 2005, 440 p. (In Russ.).

10 Latyshev, V.N., Tribologiya rezaniya. Kn. 1: Friktsionnye protsessy pri rezanie metallov (Tribology of Cutting, Vol. 1: Frictional Processes in Metal Cutting), Ivanovo: Ivanovskii Gos. Univ., 2009. (In Russ.).

ПЕРЕВОДНАЯ КНИГА:

11 Timoshenko S.P., Young D.H., Weaver W. Vibration problems in engineering. 4th ed. New York, Wiley, 1974. 521 p. (Russ. ed.: Timoshenko S.P., Iang D.Kh., Uiver U. Kolebaniia v inzhenernom dele. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1985. 472 p.).

12 Brooking A., Jones P., Cox F. Expert systems. Principles and case studies. Chapman and Hall, 1984. 231 p. (Russ. ed.: Bruking A., Dzhons P., Koks F. Ekspertnye sistemy. Printsipy raboty i primery. Moscow, Radio i sviaz' Publ., 1987. 224 p.).

НЕОПУБЛИКОВАННЫЙ ДОКУМЕНТ:

13 Latypov A.R., Khasanov M.M., Baikov V.A. Geology and Production (NGT GiD). The Certificate on official registration of the computer program. No. 2004611198, 2004. ((In Russ.), unpublished).

ДИССЕРТАЦИЯ ИЛИ АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ:

14 Semenov V.I. Matematicheskoe modelirovanie plazmy v sisteme kompaktnyi tor. Diss. dokt. fiz.-mat. nauk [Mathematical modeling of the plasma in the compact torus. Dr. phys. and math. sci. diss.]. Moscow, 2003. 272 p. (In Russ.).

ГОСТ:

GOST 8.586.5–2005. Metodika vypolneniia izmerenii. Izmerenie raskhoda i kolichestva zhidkostei i gazov s pomoshch'iu standartnykh suzhaiushchikh ustroistv [State Standard 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 Russ.).

ПАТЕНТ:

Palkin M.V. Sposob orientirovaniia po krenu letatel'nogo apparata s opticheskoi golovkoi samonavedeniia [The way to orient on the roll of aircraft with optical homing head]. Patent RF, no. 2280590, 2006.

List of requirements of drowing up materials in «Proceedings of the Voronezh state university of engineering technologies»

1 All the materials are represented in two ways: on a flash card. The materials should be printed on white sheets of paper on one side only by means of a laser printer. One must use MS-World (6,0 version) to set up a text and keep single line interval. The text must be devided into two columns.

- basic text– Times New Roman Cyr 11 with margins: left one – 22 mm, right one 18 mm, top and bottom 25 mm;
- running titles from tops – top and bottom 18 mm;
- central titles – Times New Roman Cyr 11, in bold type;
- indented line – 1 cm;
- division of words is automatical.

The points below are printed with 5 cm shift from the text frame:

- Universal Decimal Code – Times New Roman Cyr 12;
- post, author's name, middle name, surname – Times New Roman Cyr 12;
- article title – Times New Roman Cyr 16, in bold type, lower case (without division of words);

• without displacement of 5 cm summary - Times New Roman Cyr 9 (volume of 200-250 words in Russian and English);

• without displacement of 5 cm keywords - Times New Roman Cyr 9, up to 10 words in Russian and English);

2 Article extent – under 4 – 8 pages. Any article must have a strict structure with a clearly seen introduction, where the problem is araised, body, where the solutions to the problem are presented and the results are discussed, and a conclusion, where the work results are summed up. Repetition of one and the same data are forbidden. The size of all characteristics are presented within CI system.

3 To each article under the title gives a summary (volume 1000-2000 printed characters) in Russian and English languages in 1 line each other. Article title, surname and initials are given separately in English.

4 The title of the article or a short message must be laconic and show the contents of the article clearly.

5 All the illustrations are made in JPEG or BMP:

- they must be placed after the reference in the text;
- they must be done by means of a computer and be supplied with the letter and symbol marks according to universal system documents (USCP) and R 55-77-80. All The letters and figures presented on the illustration text, must be explained in the basic or in the under illustration text. The marks are given in Times New Cyr 10.

Graphical installations (diagrammes, schedules) should be active (i.e. to be subject to editing by standard means, for example, MS Excel).

6 Formulae and letter marks:

- latin letters, used in indexes, are printed in italic type;
- Russian and Greek letter – Roman type, vector mark in half bold type;
- formulae must be numbered through the text. Only formulae with references are numbered.

Formulae format:

- style – "mathematical";
- symbol size – 11

Sizes	
Full	11 – 10
Subscript/Superscript	7
Sub-subscript/Superscript	5
Symbol	12
Subsymbol	9

7 Tables (the word itself should be spaced) must be supplied with titles and placed right after the references in the text. All the table columns must have short titles. Magnitudes, mentioned in titles must go along with measurement unit.

8 Literature (the word itself is printed in Times New Roman Cyr 11, in bold type capital) contains sources, author used for article composing. There must be no more than 10 designation. All the references in the text are made in square brackets and placed at the end of article. Literature list mustn't contain unpublished works, textbooks, theses, as well as 10 year – old literature.

8.1 For the correctness of the information provided in the list of literature data the authors are responsible. References in Russian sagauniversal word LITERATURE (Times New Roman Cyr 11 bold font) and submitted in accordance with GOST R 7.0.5-2008 "Bibliographic reference. General requirements and rules of drawing up". Links to electronic documents must be made according to GOST 7.82-2001 "Bibliographic record. Bibliographic description of electronic resources" (see Appendix 1, 2).

9 Not more than 2 articles of one author can be published in the journal. The number of authors should not exceed 4 persons.

Original scientific articles of theoretical and experimental character are published in the magazine in the field of technical, natural, economic, chemical. The author specifies a heading (in the covering letter and an extract from faculty meeting) in which he would like to place the article:

- Processes and devices of food productions;
- Information technologies, modeling and management;
- Food biotechnology;
- Chemical technology;
- Economy and management;

The magazine «the Messenger ВГУИТ» leaves 4 times a year: № 1 – March; № 2 – June; № 3 – September; № 4 – December.

The article must be thoroughly checked and signed by all the authors. Name, middle name, last name, address, science degree, position, place of work, telephone number (office and home) E-mail, the person communicate to are pointed out on a separate sheet of paper.

Accompanying deeds should be applied on paper:

- The transmittal letter;
- An extract from the report of faculty meeting with paper recommendation for printing;
- The positive review of the leading scientist in the given area or a member of an editorial board of the series, authenticated by the signature and printing.

The question on paper publication, its deviation is solved by an editorial board of the log and ee the solution is definitive. In case of refund of paper for correction by representation date it is considered day of reception of the corrected text. Finishing term - no more than 1 month.

The materials mismatching given demands of registration, to the publication are not accepted. Manuscripts are not refunded to authors.

The pay for the publication of manuscripts is not raised from post-graduate students.

Appendix 1

THE ORDER OF THE LINKS ON THE RUSSIAN LANGUAGE THE BOOK, MONOGRAPH: (number of authors from 1 to 3): 1 Valukin M.E. Ter-Minassian, Glushkov A.I Evolution of movements in the men's classic dance. M: GITIS, 2006. 251 S. (number of authors more than 3):

2 Evolution of movements in the men's classic dance / Valukin M.E. Ter-Minassian [and others]. M: GITIS, 2006. 251 S. A

TUTORIAL TUTORIAL:

(number of authors from 1 to 3):

3 Scoops V.A. Glukhov, V.P. Psycholinguistics. Theory of speech activity: textbook. manual for students of pedagogical universities. M: Vysshaya SHKOLA, 2006. 320 C. (number of authors more than 3):

4 Psycholinguistics. Theory of speech activity: textbook, a manual for students of pedagogical institutes / Woks VA [and other] M.: Vysshaya SHKOLA, 2006. 320 C. JOURNAL ARTICLE: (number of authors from 1 to 3):

5 Efimova T.N., Kusakin A.V., Ivanov B. I. Protection and rational use of wetlands in the Republic of Mari El // problems of regional ecology. 2007. T. 3. No. 1. C. 80-86. (number of authors more than 3):

6 Protection and rational use of wetlands in the Republic of Mari El / Efimova T.N. [and other] // problems of regional ecology. 2007. T. 3. No. 1. C. 80-86. COLLECTION OF SCIENTIFIC WORKS:

7 Content and technologies of adult education: a problem of the leading education: collected scientific articles. Tr. / Institute of adult education Grew. Acad. education; Ed. by A. Maron. M: JOB, 2007. 118 S.

MATERIALS OF CONFERENCES, FORUMS, MEETINGS, SEMINARS:

8 Chogokin D.P. Study initial speed braking controlled junctions // Polytransport system: Mat. VII vseros. nauch.-the technology. Conf., Krasnoyarsk, November 25-27, 2010, Novosibirsk: Publishing house of the STU, 2010. C. 578-583.

ANALYTICAL REVIEW:

9 Economy and politics of Russia and CIS countries: Analyt. review, APR. 2007 / Rus. Acad. Sciences, Institute of world economy and international. relations. M: IMEMO, 2007. 39 C.

PATENT:

order description:

10 Designation of the document, number, the name of the country, the index of the international classification of inventions. The title of the invention / full Name of the inventor, the applicant, the patent holder; name of the institution the applicant. Registration number of the application; the date of filing; date of publication, information about the published document.

example:

11 Pat. no 2201911, EN, C2 7 05 F 11/08, 9/00. The method of disposal of solid household waste and produce organic fertilizer / a Shrub DI, Soldatov S.V., Kazarinova TV, Nikonov T.S. no 2000132175/13; Appl. 2000132175; Publ. 10.04.2003, bull. Number 10.

LEGAL DOCUMENTS:

order description:

The official title of the document: information relating to the title (decree, decision)date of adoption of the document / edition Name. Year of publication. Room (log). The date and month (for Newspapers). The first and last pages.

example:

12 GOST 12.1.033. SSBT. Fire safety. Terms and definitions. Introduced 01.07.82. M: Interstate standard: IPK the publishing house of standards, 2001. 7 C.

THESIS

13 Yakimov M.A. study of the interaction between the components of electrolytes in the triple water-salt systems on the example of nitrate systems: dis... Dr. chem. Sciences: 10.01.71 : protected 05.02.71: appr. 10.06.71. Leningrad: Leningrad state University, 1971. 200 S.

THE DISSERTATION:

14 Yakimov M.A. study of the interaction between the components of electrolytes in the triple water-salt systems on the example of nitrate systems: Avtoref. dis. Prof. chem. Sciences : L / Leningrad: Leningrad state University, 1971. 40 C.

ELECTRONIC RESOURCE:

order description:

Surname ACTING author (if given). Resource name [Electronic resource]. Place of publication: Publisher, year of publication (if specified). The address of the local network resource (date of access of the site or last modification of the document).

example:

15 Shklovsky Mind, life, the universe [Electronic resource] M.: Yanus, 1996. Mode of access:

http://www.elibrary/books/shklovsky/ titul.htm (23 November 2001)

THE ORDER OF THE LINKS ON ENGLISH LANGUAGE:ARTICLE FROM THE MAGAZINE:

order description:

Surname ACTING author (transliteration). Translation of the name of article in English. The name of the Russian-language source (transliteration, italics). [Translation of the name of the source on the English language (in brackets)]. Year, volume, number, pages (from-to). An indication of the language of the article (In Russ.) after the description of the article.

example:

1 Zagurenko A.G., Korotovskikh VA, A.A. Kolesnikov, Timonov A.V., Kardymon D.V. Techno-economic optimization of the design of hydraulic fracturing. Neftyanoe khozyaistvo [Oil Industry], 2008, vol. 10, no.11, pp. 54-57. (In Russ.).

ARTICLE FROM ELECTRONIC JOURNAL:

2 Swaminathan V., Lepkoswka-E. White, Rao B.P. Browsers or buyers in cyberspace? An investigation of electronic factors influencing electronic exchange. Journal of ComputerMediated Communication, 1999, vol. 5, no. 2. Available at: http://www. ascusc.org/ jcmc/vol5/ issue2/ (Accessed 28 April 2011).

ARTICLE C DOI:

3 Z. Zhang, Zhu D. Experimental research on the localized electrochemical micromachining. Russkii zhurnal elektrokhimii. [Russian Journal of Electrochemistry], 2008, vol. 44, no. 8, pp. 926-930. doi: 10.1134/S1023193508080077

ARTICLE FROM CONTINUING PUBLICATIONS (PROCEEDINGS):

4 Astakhov M.V., Tagantsev T.V. Experimental study of the strength of joints "steel-composite". Trudy MGTU "Matematicheskoe modelirovanie slozhnykh tekhnicheskikh sistem" [Proc. of the Bauman MSTU “Mathematical Modeling of Complex Technical Systems”], 2006, no. 593, pp. 125-130. (In Russ.).

CONFERENCE MATERIALS:

5 Usmanov T.S., Gusmanov A.A., Mullagalin I.Z. [et al.] Features of the design of field development with the use of hydraulic fracturing. Trudy 6 Mezhdunarodnogo Simpoziuma “Novye resursosberegayushchie tekhnologii nedropol'zovaniya i povysheniya neftegazootdachi” [Proc. 6th Int. Symp. “New energy saving subsoil technologies and the increasing of the oil and gas impact]. Moscow, 2007, pp. 267-272. (In Russ.).

BOOKS (MONOGRAPHS, COLLECTIONS):

6 Nenashev M.F. Poslednee pravitel'stvo SSSR [Last government of the USSR]. Moscow, Krom Publ., 1993. 221 p. (In Russ.).

7 Lindorf L.S., Mamikoniants L.G. Ekspluatatsiia turbogeneratorov s neposredstvennym okhlazhdeniem [Operation of turbine generators with direct cooling]. Moscow, Energiia Publ., 1972. 352 p. (In Russ.).

8 Kanevskaya R.D. Matematicheskoe modelirovanie gidrodinamicheskikh protsessov razrabotki mestorozhdenii uglevodorodov [Mathematical modeling of hydrodynamic processes of hydrocarbon deposit development]. Izhevsk, 2002. 140 p. (In Russ.).

9 Izvekov V.I., Serikhin N.A., Abramov, A.I. Proektirovanie turbogeneratorov [Design of turbo-generators]. Moscow, MEI Publ., 2005, 440 p. (In Russ.).

10 Latyshev, V.N., Tribologiya rezaniya. Kn. 1: Friktsionnye protsessy pri rezanie metallov (Tribology of Cutting, Vol. 1: Frictional Processes in Metal Cutting), Ivanovo: Ivanovskii Gos. Univ., 2009. (In Russ.).

TRANSLATED VERSION OF THE BOOK:

11 S.P. Timoshenko, Young D.H., W. Weaver Vibration problems in engineering. 4th ed. New York, Wiley, 1974. 521 p. (Russ. ed.: S.P. Timoshenko, Iang D.Kh., Uiver U. Kolebaniia v inzhenernom dele. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1985. 472 p.).

12 Brooking A., P. Jones, F. Cox Expert systems. Principles and case studies. Chapman and Hall, 1984. 231 p. (Russ. ed.: Bruking A., Dzhons P., Koks F. Ekspertnye systems. Printsipy raboty i primery. Moscow, Radio i sviaz' Publ., 1987. 224 p.).

UNPUBLISHED DOCUMENT:

13 Latypov A.R., M.M. Khasanov, Baikov VA Geology and Production (NGT GiD). The Certificate on official registration of the computer program. No. 2004611198, 2004. ((In Russ.), unpublished).

THESIS OR DISSERTATION:

14 V.I. Semenov Matematicheskoe modelirovanie plazmy v sisteme kompaktnyi tor. Diss. dokt. fiz.-mat. nauk [Mathematical modeling of the plasma in the compact torus. Dr. phys. and math. sci. diss.]. Moscow, 2003. 272 p. (In Russ.).

GOST:

GOST 8.586.5-2005. Metodika vypolneniia izmerenii. Izmerenie raskhoda kolichestva i zhidkostei i gazov s pomoshch'iu standartnykh suzhaiushchikh ustroistv [State Standard 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 Russ.).

PATENT:

Palkin M.V. Sposob orientirovaniia po krenu letatel'nogo apparata s opticheskoi golovkoi samonavedeniia [The way to orient on the roll of aircraft with optical homing head]. Patent RF, no. 2280590, 2006.